

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**YÜKSELEN EKONOMİLER İÇİN ENERJİ
ETKİNLİĞİNİN ÖNEMİ VE AMPİRİK MODELLEMESİ**

MUSTAFA NAİMOĞLU

DOKTORA TEZİ

Enstitü Anabilim Dalı: İktisat

Danışman: Prof. Dr. Mustafa AKAL

TEMMUZ – 2021

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSELEN EKONOMİLER İÇİN ENERJİ ETKİNLİĞİNİN
ÖNEMİ VE AMPİRİK MODELLEMESİ**

DOKTORA TEZİ

MUSTAFA NAİMOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı: İktisat

“Bu tez 27/7/2021 tarihinde online olarak savunulmuş olup aşağıdaki isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ
Prof. Dr. Mustafa AKAL	Başarılı
Prof. Dr. Tahsin BAKIRTAŞ	Başarılı
Prof. Dr. Seyit KÖSE	Başarılı
Dr. Öğr. Üyesi Çisem BEKTUR	Başarılı
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ALPDOĞAN	Başarılı

 SAKARYA ÜNİVERSİTESİ	T.C. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU	Sayfa : 1/1
Öğrencinin		
Adı Soyadı	:	Mustafa NAIMOĞLU
Öğrenci Numarası	:	D166002002
Enstitü Anabilim Dalı	:	İktisat
Enstitü Bilim Dalı	:	İktisat
Programı	:	☐ YÜKSEK LİSANS ☒ DOKTORA
Tezin Başlığı	:	Yükselen Ekonomiler İçin Enerji Etkinliğinin Önemi ve Ampirik Modellemesi
Benzerlik Oranı	:	%5
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,		
☒ Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.		
		27/ 07/2021 İmza
☐ Sakarya Üniversitesi Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir.		
Bilgilerinize arz ederim.		/...../2021 İmza
Uygundur		
Danışman Unvanı / Adı-Soyadı: Prof. Dr. Mustafa AKAL Tarih: 27/ 07/2021 İmza:		
☐ KABUL EDİLMİŞTİR ☐ REDDEDİLMİŞTİR EYK Tarih ve No:		Enstitü Birim Sorumlusu Onay

ÖNSÖZ

Doktora öğrenimim boyunca ve tez hazırlama sürecimde bilgi ve deneyimlerinden sürekli olarak yararlandığım, tezimin her aşamasında sonsuz sabrıyla yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmalarına yaptığı değerli katkı ve eleştirileriyle yol gösteren ve her zaman beni çalışmam için teşvik ettiği için kıymetli ve saygıdeğer Hocam Prof. Dr. Mustafa AKAL'a içtenlikle çok teşekkür ederim. Yine tezim boyunca bilgilerini, tecrübelerini ve desteklerini esirgemeyerek çok önemli yorum ve değerlendirmelerinden dolayı Kıymetli Jüri Üyelerim Sayın Prof. Dr. Tahsin BAKIRTAŞ ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Çisem BEKTUR hocalarıma ayrı ayrı çok teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans ve doktora süresi boyunca her zaman desteğini yanımda hissettiğim Dr. Öğr. Üyesi Sefa ÖZBEK Hocama teşekkürü bir borç bilirim. Son olarak süreç boyunca bana her zaman desteğini esirgemeyen değerli ve kıymetli eşime, aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Mustafa NAİMOĞLU

27/7/2021

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
GRAFİK LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii

GİRİŞ.....	1
------------	---

BÖLÜM 1: LİTERATÜR.....	11
-------------------------	----

1.1. Enerji Etkinliği Kavramı ve Önemi.....	11
---	----

1.2. Enerji Verimliliğini Etkileyen Arz Yanlı Faktörler.....	13
--	----

1.2.1. Enerji Verimliliğini Etkileyen Arz Yanlı Yapısal Faktörler	13
---	----

1.2.1.1. Yenilenebilir Enerji	13
-------------------------------------	----

1.2.1.2. Nükleer Enerji.....	15
------------------------------	----

1.2.1.3. Yenilenemez Enerji	16
-----------------------------------	----

1.2.1.4. Sıcaklık	17
-------------------------	----

1.2.2. Enerji Verimliliğini Etkileyen Arz Yanlı İktisadi Faktörler.....	18
---	----

1.2.2.1. Sübvansiyon	18
----------------------------	----

1.2.2.2. Vergi	19
----------------------	----

1.3. Enerji Verimliliğini Etkileyen Talep Yanlı Faktörler	19
---	----

1.3.1. Enerji Verimliliğini Talep Yanlı Etkileyen Yapısal Faktörler	20
---	----

1.3.1.1. Tasarruf Sağlayan Cihazlar	20
---	----

1.3.1.2. Bilişsel Yansıma	22
---------------------------------	----

1.3.1.3. Personel	23
-------------------------	----

1.3.1.4. Yenilenebilir Enerji	23
-------------------------------------	----

1.3.1.5. İnternet.....	24
------------------------	----

1.3.1.6. Bilgilendirme	25
------------------------------	----

1.3.1.7. Tüketici Davranışı	25
-----------------------------------	----

1.3.1.8. Bilgi Yayılması.....	26
-------------------------------	----

1.3.2. Enerji Verimliliğini Etkileyen Talep Yanlı İktisadi Faktörler	26
--	----

1.3.2.1. Gelir	26
----------------------	----

1.3.2.2. Fiyat	27
----------------------	----

1.4. Enerji Etkinliğini Etkileyen Demografik, Kurumsal ve Kültürel Faktörler	28
1.4.1. Kentleşme	28
1.4.2. Kurumsal ve İdari Kalite	29
1.4.3. Politik İdeoloji	30
1.4.4. Enerji Endüstrisinde Lobicilik	30
1.4.5. Uluslararası Yaptırımlar	31
1.4.6. Yaş	32
1.4.7. Cinsiyet	32
1.4.8. Eğitim	33
1.4.9. Kapatmak ve Bakım	34
1.4.10. İnanç	34
1.4.11. Yasalar	35
1.4.12. Ekonomik ve Sosyal Küreselleşme	35
1.4.13. Ekonomik Özgürlük Endeksi	35
1.4.14. Ekonomik Karmaşıklık	36
1.4.15. Hükümet Etkinliği	36
1.4.16. Hukukun Üstünlüğü	36
1.5. Sektörel Enerji Verimliliğini Etkileyen Sektöre Özel Faktörler	37
1.5.1. Sanayi Sektöründe Enerji Etkinliğini Etkileyen Faktörler	37
1.5.1.1. Sanayi Sektörü Fosil Yakıt Kullanımı	37
1.5.1.2. Sanayi Sektörü Elektrik Kullanımı	37
1.5.1.3. Sanayi Sektörü Katma Değeri	38
1.5.1.4. Sanayi Sektörü CO ₂ Emisyonu	38
1.5.1.5. Orta ve İleri Teknoloji İçeren Mal İhracatının Toplam Sanayi İhracatı İçindeki Payı	38
1.5.1.6. Sanayi Sektörü İstihdamı	38
1.5.1.7. Sanayi Sektörü Enerji Fiyatları	39
1.5.2. Hizmetler Sektöründe Enerji Etkinliğini Etkileyen Faktörler	39
1.5.2.1. Hizmetler Sektörü Fosil Yakıt	39
1.5.2.2. Hizmetler Sektörü Biyoyakıt ve Atık Kullanımı	40
1.5.2.3. Hizmetler Sektörü Elektrik Kullanımı	40
1.5.2.4. Hizmetler Sektörü Katma Değeri	40

1.5.2.5. Hizmetler Sektörü CO ₂ Emisyonu.....	40
1.5.2.6. Hizmetler Sektörü İstihdamı.....	41
1.5.3. Tarım Sektöründe Enerji Etkinliğini Etkileyen Faktörler	41
1.5.3.1. Tarım Sektörü Fosil Yakıt Kullanımı.....	41
1.5.3.2. Tarım Sektörü Elektrik Kullanımı.....	41
1.5.3.3. Tarım Sektörü Katma Değeri	41
1.5.3.4. Tarımsal CO ₂ Emisyonu.....	42
1.5.3.5. Sıcaklık Değişimi	42
1.6. Enerji Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Enerji Verimi İle İlişkisi	42
1.7. Bölüm Değerlendirmesi.....	44
BÖLÜM 2: EKONOMETRİK YÖNTEM	46
2.1. Panel Veri Regresyon Tahmin Yöntemleri	46
2.1.1. Havuzlanmış En Küçük Kareler Yöntemi	46
2.1.2. Rassal Etkiler Modeli	46
2.1.4. Sabit Etkiler Modeli	48
2.1.5. Sabit Etkili ve Heterojen Eğimli Model	49
2.2. Araştırmada Kullanılacak Olan Regresyon Modelinin Tespiti	49
2.2.1. F Testi	50
2.2.2. Breusch-Pagan LM Testi	50
2.2.3. Hausman Testi	51
2.3. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi	52
2.4. Parametrelerin Homojenlik (Durağanlık)-Heterojenlik Testi.....	53
2.5. Değişkenlerin Durağanlık Testi.....	54
2.5.1. Levin, Lin ve Chu Panel Birim Kök Testi.....	54
2.5.2. Im Pesaran Shin Panel Birim Kök Testi.....	55
2.5.3. Maddala ve Wu (1999) Fisher ADF Panel Birim Kök Testi.....	56
2.5.4. PANIC Panel Birim Kök Testi	56
2.5.5. CIPS Panel Birim Kök Testi.....	57
2.6. Temel Varsayımlardan Sapmaların Testi	57
2.6.1. Sabit Varyans Testi.....	57
2.6.1.1. Levene, Brown ve Forsythe'nin Testleri	57

2.6.1.2. Modifiye Edilmiş Wald Testi	58
2.6.2. Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson testi.....	59
2.6.3. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri.....	60
2.6.4. Driscoll-Kraay Tahmincisi	61
2.6.5. Arellano, Froot ve Rogers Tahmincisi	62
2.7. Panel Veri Uzun Dönem Katsayı Tahmin Yöntemleri.....	62
2.7.1. Durbin-Hausman Eşbütünleşme Testi	62
2.7.2. CCEMG-AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmincileri.....	63

BÖLÜM 3: MODEL TAHMİNİ: ARZ YANLI MODELLER.....65

3.1. Giriş	65
3. 2. Literatür	66
3. 3. Yöntem	69
3.3.1. Değişkenler.....	71
3.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları	72
3.3.3. Varyans Büyütme Faktörü Katsayıları	73
3.4. Arz Yanlı Modellerin Tahmini	74
3.4.1. Arz Yanlı Modeller.....	74
3.4.2. Arz Yanlı Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı Testi.....	75
3.4.3. Arz Yanlı Değişkenlerin Durağanlık Testi.....	76
3.4.4. Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Testi	77
3.4.5. Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Testi.....	78
3. 5. Arz Yanlı Sabit Etkili Regresyon ve Driscoll-Kraay Modelleri Tahmini	79
3.4.6. Arz Yanlı CCEMG ve AMG Modelleri Tahmini.....	84
3.7. Arz Yanlı Model Bulguları.....	85
3.8. Bölüm Değerlendirmesi.....	87

BÖLÜM 4: MODEL TAHMİNİ: TALEP YANLI MODELLER 90

4.1.Giriş	90
4.2. Literatür	90
4.3. Yöntem	98

4.3.1. Değişkenler.....	99
4.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları.....	101
4.3.3. Varyans Büyütme Faktörü Katsayıları	101
4.4. Talep Yanlı Modellerin Tahmini.....	102
4.4.1. Talep Yanlı Modeller	102
4.4.2. Talep Yanlı Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı Testi	103
4.4.3. Talep Yanlı Değişkenlerin Durağanlık Testi.....	104
4.4.4. Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Testi	106
4.4.5. Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Testi.....	107
4.5. Talep Yanlı Sabit Etkili Driscoll-Kraay ve ve Rassal Etkili Arellano, Froot ve Rogers Modelleri Tahmini	108
4.6. Talep Yanlı CCEMG ve AMG Modellerin Tahmini.....	114
4.7. Talep Yanlı Model Bulguları.....	116
4.8. Bölüm Değerlendirmesi.....	118

BÖLÜM 5: MODEL TAHMİNİ: KARMA MODELLER.....122

5.1. Giriş	122
5.2. Literatür	122
5.3. Yöntem	133
5.3.1. Değişkenler.....	134
5.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları.....	137
5.3.3. Karma Modeller.....	138
5.3.4. Öncü Testler	139
5.3.5. Eş Bütünleşme Testi	144
5.4. Tahmin Edilen CCEMG ve AMG Karma Modelleri	147
5.5. Karma Model Bulguları.....	150
5.6. Bölüm Değerlendirmesi.....	154

BÖLÜM 6: MODEL TAHMİNİ: SEKTÖREL MODELLER 158

6.1. Giriş	158
6.2. Literatür	161

6.3. Yöntem	176
6.3.1. Değişkenler.....	177
6.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları.....	181
6.3.3. Sektörel Modeller ve Bulgular	184
6.3.4. Öncü Testler	185
6.3.4.5. Eş Bütünleşme Testi	192
6.4. Tahmin Edilen CCEMG ve AMG Sektörel Modelleri.....	194
6.5. Sektörel Model Bulguları	198
6.6. Bölüm Değerlendirmesi.....	200
SONUÇ	205
KAYNAKÇA.....	238
EKLER	265
ÖZGEÇMİŞ.....	279

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Augmented Dickey-Fuller
AMG	: Augmented Mean Group- Genişletilmiş Ortalama Grup
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
BLUE	: Best Linear Unbiased Estimators-En İyi Eğilimsiz Tahminciler
BM	: Birleşmiş Milletler
CADF	: Cross-Sectionally Augmented Dickey- Fuller
CCEMG	: Common Correlated Effects Mean Group- Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup
CIPS	: Cross-sectionally augmented IPS
CO₂	: Karbondioksit Emisyonu
COVID-19	: Corona Virus Disease 2019- Koronavirüs hastalığı 2019
DGE	: Delikli Güneş Ekranı
DYY	: Doğrudan Yabancı Yatırımlar
EER	: Energy Efficiency Rate- Enerji Verimlilik Oranı
EISA	: Energy Independence and Security Act-Enerji Bağımsızlığı ve Güvenlik Yasası
EKK	: En Küçük Kareler
ESR	: European Social Research- Avrupa Sosyal Araştırmaları
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GEKK	: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurt içi Hasıla
GWh	: GigaWatt hour
HTGR	: High Temperature Gas-Cooled Reactor-Yüksek Sıcaklıklı Gaz Soğutmalı Reaktör
IEA	: International Energy Agency- Uluslararası Enerji Ajansı
IMF	: International Monetary Fund- Uluslararası Para Fonu
KOF	: Swiss Institute of Economics- İsviçre Ekonomi Enstitüsü

Ktoe	: kilotonnes of oil equivalent- kiloton petrol eşdeğer yağ
kWh	: kiloWatt hour
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development- Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PANIC	: Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components- Tesadüfî ve Ortak Bileşenlerde Durağanlık Panel Analizi
POLS	: Pooled Ordinary Least Squares-Havuzlanmış Sıradan En Küçük Kareler
RMSE	: Root-Mean-Square Error
TV	: Televizyon
VAR	: Vector Autoregression
VIF	: Variance Inflation Factor- Varyans Büyütme Faktörü
WGI	: World Governance Indicators- Dünya Yönetişim Göstergeleri

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Dünya ve Yükselen Ekonomiler İçin Toplam GSYİH, Genel Enerji ve CO ₂ Emisyon Salınımının Uzun Dönem Büyüme Oranları.....	3
Tablo 2 : Yükselen Ekonomiler İçin Enerji İthalatı ve Enerji Kayıplarında Yaşanan Uzun Dönem Büyüme Oranları.....	4
Tablo 3 : Dünya ve Yükselen Ekonomiler İçin Sektörel GSYİH, Sektörel Enerji ve Sektörel CO ₂ misyon Salınımının Uzun Dönem Büyüme Oranları	6
Tablo 4 : Enerji Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Enerji Verimi İle İlişkisi.....	42
Tablo 5 : Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı istatistikleri.....	72
Tablo 6 : Basit Pearson Korelasyon Katsayıları.....	73
Tablo 7 : Yatay Kesit Bağımlılığı için Yapılan Testlerin Sonuçları	76
Tablo 8 : İkinci Nesil Birim Kök Testi Sonuçları	77
Tablo 9 : Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları	78
Tablo 10 : Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları	78
Tablo 11 : F, LM ve Hausman Test Sonuçları	79
Tablo 12 : Arz Yanlı Sabit Etkili Regresyon Tahmin Sonuçları.....	80
Tablo 13 : Değişen Varyans, Otokorelasyon ve Yatay Kesit Bağımlılık Testlerinin Sonuçları	81
Tablo 14 : Arz Yanlı Sabit Etkili Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları	82
Tablo 15 : Arz Yanlı Modellerin CCEMG ve AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları..	85
Tablo 16 : Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri.....	100
Tablo 17 : Basit Pearson Korelasyon Katsayıları.....	101
Tablo 18 : Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı İçin Yapılan Testlerin Sonuçları.....	103
Tablo 19 : Birinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları.....	105
Tablo 20 : İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları	105
Tablo 21 : Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları	106
Tablo 22 : Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları	107
Tablo 23 : F, LM ve Hausman Test Sonuçları	108
Tablo 24 : Talep Yanlı Modellerin Sabit ve Rassal Etkili Regresyon Tahmin Sonuçları.....	109
Tablo 25 : Değişen Varyans, Otokorelasyon ve Yatay Kesit Bağımlılık Testlerinin Sonuçları	111
Tablo 26 : Talep Yanlı Modellerin Sabit Etkili (D.K) ve Rassal Etkili (A.F.R) Tahmin Sonuçları	113
Tablo 27 : Talep Yanlı Modellerin CCEMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları	115
Tablo 28 : Talep Yanlı Modellerin AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları	116
Tablo 29 : Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri.....	135
Tablo 30 : Basit Pearson Korelasyon Katsayıları.....	137
Tablo 31 : Değişkenler Bazında Birimlerarası Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	140
Tablo 32 : Birim Kök Test Sonuçları	141
Tablo 33 : Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları	144
Tablo 34 : Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları	146
Tablo 35 : Karma Modellerin CCEMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları.....	148
Tablo 36 : Karma Modellerin AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçlar	149
Tablo 37 : Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri.....	179
Tablo 38 : Basit Pearson Korelasyon Katsayıları.....	182
Tablo 39 : Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	186
Tablo 40 : Birim Kök Test Sonuçları	187

Tablo 41: Tüm Sektörlere Ait Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları.....	191
Tablo 42: Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları	193
Tablo 43: Sektörel Modellerin CCEMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları	195
Tablo 44: Sektörel Modellerin AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları	197
Tablo 45: Arz Yanlı Modeller ile Genel Enerji Etkinliğini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları	213
Tablo 46: Talep Yanlı Modeller ile Genel Enerji Etkinliğini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları	216
Tablo 47: Karma Modeller ile Genel Enerji Etkinliğini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları	219
Tablo 48: Sektörel Enerji Etkinliklerini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları	226



GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Ülkelerin Enerji Etkinlik Grafikleri 1990-2018 (GSYİH/Ktoe).....	71
Grafik 2: Ülkelerin Sanayi Enerji Etkinlik Grafikleri 1995-2018 (GSYİH/Ktoe).....	178
Grafik 3: Ülkelerin Hizmetler Enerji Etkinlik Grafikleri 1996-2018 (GSYİH/Ktoe).....	178
Grafik 4: Ülkelerin Tarımsal Enerji Etkinlik Grafikleri 1990-2018 (GSYİH/Ktoe)	179



Sakarya Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Özeti

Yüksek Lisans	☐	Doktora	☒
Tezin Başlığı: Yükselen Ekonomiler İçin Enerji Etkinliğinin Önemi Ve Ampirik Modellemesi			
Tezin Yazarı: Mustafa NAİMOĞLU		Danışman: Prof. Dr. Mustafa AKAL	
Kabul Tarihi: 27/ 7 /2021		Sayfa Sayısı: xiii+355	
Anabilim Dalı: İktisat			
Bu doktora tez çalışmasında yükselen ekonomiler için çok sayıda değişkenin enerji etkinliği üzerindeki uzun dönem etkileri araştırılmıştır. Bu etkiler genel ekonomi çapında enerji etkinliği için arz ve/veya talep yanlı ekonomik değişkenlerin yanında sosyal, politik ve kurumsal değişkenlerin yer aldığı karma değişkenlerle de araştırılmıştır. Sektörler arasında etkinlik kıyaslaması yapabilmek için sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü olarak da etkinlik incelenmiştir. Enerji etkinliğini açıklamaya yönelik değişkenler diğer benzeri çalışmalardan yararlanılarak belirlenmiştir. Arz ve/veya talep yanlı ve karma değişkenlerin kullanıldığı “GSYİH/enerji kullanımı” oranı bağımlı enerji kaynakları, enerji kayıpları, yapısal, demografik, kültürel, iktisadi, kurumsal, sosyal ve siyasal(politik) faktörler ise açıklayıcı değişkenler olarak kullanılmıştır. Sektörel modellerde “Sektörel GSYİH/Sektörel enerji kullanımı” bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çift taraflı logaritmik modellerin açıklayıcı gücünün daha yüksek olduğu görülmüş ve çift taraflı logaritmik model tahminleri yapılmıştır. Hem çoklu doğrusal bağlantı sorunu önlenecek hem de daha fazla değişken içererek modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan tüm modeller için yapılan ikinci nesil panel eşbütünleşme analiz sonuçlarına göre uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur. Model tahmin sonuçlarına göre hem genel hem de sektörel enerji etkinliklerini fosil yakıt kullanımı ve CO₂ emisyonu enerji etkinliğini olumsuz, GSYİH ve/veya sektörel GSYİH’lar ise olumlu etkilemektedir. Ayrıca enerji kayıpları, kentleşme ve doğal kaynak kiralari olumsuz yenilenebilir enerji, yabancı sermaye, sabit sermaye yatırımı, açıklık, ihracat-ithalat artışları, küreselleşme, enerji fiyatları, teknoloji ihracatı, toplam faktör verimliliği, devlet verimliliği, yolsuzluğun kontrolü ve hukukun üstünlüğü enerji verimliliğini olumlu etkilemektedir. Ayrıca sanayi sektöründe ekonomik küreselleşme, teknoloji ihracatı ve enerji fiyat artışları, hizmetler sektöründe istihdam, hukukun üstünlüğü, hükümet etkinliği, sosyal küreselleşme ve politik küreselleşme enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir.			
Anahtar Kelimeler: Yükselen Ekonomiler, Enerji Etkinlikleri, Modelleme.			

Sakarya University
Institute of Social Sciences Abstract of Thesis

Master Degree	☐	Ph.D.	☒
Title of Thesis: The Importance and Empirical Modeling of Energy Efficiency for Emerging Economies			
Author of Thesis: Mustafa NAİMOĞLU		Supervisor: Professor Mustafa AKAL	
Accepted Date: 27/ 27 /2021		Number of Pages: xiii+355	
Department: Economics			
In this doctoral dissertation, the long-term effects of many variables on energy efficiency for emerging economies were investigated. These effects were investigated with mixed variables, including social, political and institutional variables as well as supply and/or demand-side economic variables for the general economywide energy efficiency. To make an energy efficiency comparisons between sectors, sectoral energy efficiencies have also been analyzed in ectorsrs of industry, services and agriculture. Variables to explain energy efficiency have been determined using other similar studies in literature. The ratio of "GDP output/Amount of energy used" as dependent variable is explained by using variables related to energy resources, energy losses, structural, demographic, cultural, economic, institutional, social and political factors. In sectoral models, "Sectoral GDP output / Amount of energy used in the sector" is used as the dependent variable. It was seen that the explanatory power of double-sided logarithmic models was higher than original forms, hence, two-sided logarithmic model estimates were run. Models were created by both avoiding the multi-linear connection problem and containing more variables. According to the results of the second generation panel cointegration analysis conducted for all models created, the long-term relationships have been found. According to the model estimations results, fossil fuel use and CO₂ emission negatively affect energy efficiency for both general and sectoral energy efficiencies, and those with GDP and/or sectoral GDP affect positively. In addition, While the energy losses, urbanization and natural resource rents have negative effect, the renewable energy use, foreign direct investment, fixed capital investment, openness, export-import increases, globalization, energy prices, technology exports, total factor productivity, government efficiency, the control of corruption and the rule of law have positive effects on the energy efficieny. In addition, the economic globalization in the industrial sector, technology exports and energy price increases, employment in the services sector, the rule of law, government efficiency, social globalization and political globalization positively affect energy efficiency.			
Keywords: Emerging Economies, Energy Efficiencies, Modelling.			

GİRİŞ

Enerji kullanımı tarih boyunca artan bir gereksinim olmuştur. 20. yüzyılın başlarında elektrik aydınlatması, sonraları iç soğutma, televizyon, mikro dalga ve videolar ve sonlarına doğru ise bilgisayar ve internet kullanımı olarak enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. 21. yüzyılın başlarında ise dijital televizyon ve ev sineması enerji tüketiminde tarihsel bir artışa neden olmuştur. Enerji kullanım artışları ekonominin her sektöründe görülmektedir. Küreselleşme ile birlikte ülkelerin enerjiye olan ihtiyacı daha da artmıştır. Bu yüzden enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceği konusu geçmişte olduğu gibi günümüzde de hayati öneme sahip bir şekilde güncelliğini korumaktadır. Gelişmesini henüz tamamlayamamış yükselen ekonomiler için enerji verimliliğinin olabildiğince artırılması ve maliyet düşüklüğünün sağlanması dış piyasalarda rekabetin sürdürülebilirliği vs. açısından daha da önemlidir. Bu yüzden ekonomiler dünya pazarından alınan payı artırmayı amaçlayarak makro ve mikro düzeyde kaynakların verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır (Akal ve Gökmenoğlu, 2012:104). Böylelikle artan verimlilik rekabetin de artmasına neden olacaktır.

1974 Petrol Krizi ile birlikte tüm ülkeler petrol gibi birincil enerji kaynaklarının sınırlı olduğu gerçeğiyle yüzleşmiş ve sanayinin temel girdisi olan enerji maliyetlerini azaltmaya yönelik önlemler uygulamaya başlamışlardır. Bunun bir yolu da enerji etkinliğini artırmaktır. Gelişmiş ülkeler enerji politikalarını oluştururken enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamış, AR-GE faaliyetlerini hızlandırmış, kaynak çeşitliliği ve enerji verimliliği gibi konulara ağırlık vererek enerji planlamasının önemi üzerinde durmaya başlamışlardır. Enerji etkinliği, enerji tasarrufu sağlamak ve iklim değişikliğini azaltmaya yardımcı olmak için dünya çapında ulusal ve bölgesel yönetimlerin önemli bir politika stratejisini temsil etmektedir. OECD / IEA'ya göre enerji verimliliğine/etkinliğine olan küresel yatırım, 2017 yılında bir önceki yıla göre %3 artarak 236 milyar ABD dolarına yükselmiştir (IEA, 2015).

Enerji tüketimi ve enerji etkinliği konusunda etkili uygulamayı çevreleyen zorluklar, enerji politikasında da zorluk haline gelen karmaşıklığını korumaktadır (Herring ve Sorrell, 2009:2). Sosyal bilimciler enerji talebini azaltmak için çok dar odaklanmış olan baskın tekno-ekonomik yaklaşımları eleştirmiş ve çözüm bulmak için daha karmaşık sosyal bağlamları ve uygulamaları gözlemleyen araştırmalara ihtiyaç olduğunu vurgulamışlardır (Wilhite vd., 2000:109). Bu bağlamda kavramsal temellerini, pratik

uygulamalarını ve sosyolojik yönlerini içeren eleştirel temelleri de dâhil olmak üzere enerji etkinliği ekonomik hayatta daha da artırılmalı ve sektörlerle genişletilmelidir. Çünkü enerji etkinliği, açılması ve daha iyi anlaşılması için ılık atan rahatsız edici bir durumdur (Lutzenhiser, 2014:142).

Araştırmaya konu olan 23 yükselen ekonomi IMF'nin 2015 yılında yayınlanan Dünya Ekonomik Raporu'nda *Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Bulgaristan, Şili, Çin, Kolombiya, Macaristan, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Filipinler, Polonya, Romanya, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezuela* olarak belirtilmiştir (IMF; WEO, 2015:124). Bu ülkelerde uygulanan enerji politikaları, enerji kaynakları arasında yüksek paya sahip fosil yakıt kullanımı, fosil yakıt kullanımının sonucu yüksek oranda CO₂ salınımı, artan nüfus ve enerji alanında yetersiz teknolojiye sahip olmaları ve genel olarak enerji kullanımında dışa bağımlı olmaları nedenleriyle bu ülkelerin enerji kullanım etkinliğinin araştırılması ve açıklanması gerekmiştir.

Tablo 1'de yükselen ekonomilerin dünya GSYİH, genel enerji görünümü ve CO₂ emisyon salınımı konusunda uzun dönem yıllık büyüme oranları hesaplanmıştır.

Tablo 1: Dünya ve Yükselen Ekonomiler İçin Toplam GSYİH, Genel Enerji ve CO₂ Emisyon Salınımının Uzun Dönem Büyüme Oranları

Değişken	Ülke Grubu	1995 (Ktoe)	2018 (Ktoe)	Uzun Dönem Büyüme Oranı (%)
Toplam Enerji	Dünya	9218551	14281889	1.92
	Yükselen Ekonomiler	3354397	6798301	3.12
GSYİH	Dünya	42244359246045.5	82904973844065.5	2.98
	Yükselen Ekonomiler	8297936658289.32	26486103557970.5	5.18
Fosil Yakıt	Dünya	7387590	11596920	1.98
	Yükselen Ekonomiler	2636600	5672240	3.39
Kömür	Dünya	2207669	3838326	2.43
	Yükselen Ekonomiler	1183164	2909000	3.99
Petrol	Dünya	3373297	4496999	1.26
	Yükselen Ekonomiler	844864	1611626	2.85
Doğalgaz	Dünya	1806624	3261595	2.6
	Yükselen Ekonomiler	608572	1151614	2.81
Yenilenebilir Enerji	Dünya	255157	648709	4.14
	Yükselen Ekonomiler	100266	356137	5.67
Hidro	Dünya	212766	362332	2.34
	Yükselen Ekonomiler	84161	203558	3.92
Rügar, Güneş vd.	Dünya	42391	286377	8.66
	Yükselen Ekonomiler	16105	152579	10.27
CO₂	Dünya	21372.5	33513.3	1.97
	Yükselen Ekonomiler	7942.8	17637.4	3.53

Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Dünya Bankası (WorldBank), www.iea.org, databank.worldbank.org.

Tablo 1 incelendiğinde yükselen ekonomiler yüksek büyüme oranı rakamlarına sahiptir. Dünya Bankası (2021) veri tabanından alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre 1995-2018 döneminde dünya GSYİH'sı yıllık olarak %2.98 artış gösterirken yükselen ekonomilerde bu artış %5.18 gibi çok yüksek bir şekilde gerçekleşmiştir. Ayrıca yine aynı dönemde IEA (2021) sitesinden alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre dünya toplam enerji tüketimi yıllık olarak ortalama %1.92 ve fosil yakıt kullanımı %1.98 (kömür %2.43, petrol %1.26 ve doğalgaz %2.60) artış gösterirken yükselen ekonomilerde toplam enerji tüketimi yıllık olarak ortalama %3.12 ve fosil yakıt kullanımı %3.39 (kömür %3.99, petrol %2.85 ve doğalgaz %2.81) artış göstermiştir.

Dolayısıyla yükselen ekonomiler yıllık olarak ortalama dünya GSYİH'sı ve dünya toplam enerji tüketiminden daha fazla yüksek artışlar gerçekleştirmiştir. Çin bu ülkeler arasında 1990 yılından bu yana ortalama %10 büyüme oranı ile başı çekmektedir. Gün itibarıyla Çin enerji kullanımında ABD'yi geçmiştir.

Yükselen ekonomiler gerçekleştirdiği yüksek büyüme rakamlarıyla küresel ekonominin lokomotifleri sayılırlar. Ancak bu ekonomiler bu yüksek büyüme rakamlarını ithal ettiği enerjiyle gerçekleştirmektedir. Tablo 2'de yükselen ekonomilerin ithal ettiği enerji ve toplam enerji kayıpları için yıllık ortalama büyüme oranları bulunmaktadır.

Tablo 2: Yükselen Ekonomiler İçin Enerji İthalatı ve Enerji Kayıplarında Yaşanan Uzun Dönem Büyüme Oranları

	1995 (Ktoe)	2018 (Ktoe)	Uzun Dönem Büyüme Oranı (%)
Toplam İthalat	518937	2043554	6.14
Fosil Yakıt İthalatı	510707	2027581	6.18
Kömür İthalatı	64527	439571	8.7
Petrol ve Petrol Ürünleri İthalatı	360409	1287775	5.69
Doğalgaz İthalatı	85771	300235	5.6
Enerji Kayıpları	75986	130610	2.38

Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), www.iea.org.

Tablo 1' de yükselen ekonomilerin yıllık olarak ortalama GSYİH ve kullandığı enerji kaynaklarının artış hızları gösterilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde ise yükselen ekonomiler yüksek büyüme rakamlarını gerçekleştirirken kullandığı enerjiyi öz kaynaklarından değil de dışardan ithal ederek gerçekleştirdiği görülmektedir. IEA (2021) veri tabanından alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre 1995-2018 döneminde yükselen ekonomilerde toplam ithal edilen enerji yıllık olarak ortalama %6.14 artış göstermiştir. Ayrıca yine aynı dönemde yükselen ekonomilerin ithal ettiği fosil enerji yıllık olarak ortalama %6.18 (kömür 8.70, petrol %5.69 ve doğalgaz %5.60) artış göstermiştir. Dolayısıyla bu ekonomilerin ilgili dönemde ithal edilen enerjide yaşanan yıllık ortalama artış hızı GSYİH'sından daha büyüktür. Benzer şekilde Tablo 2'de bu ekonomiler için enerjinin üretimi, iletimi ve taşınması sırasında meydana gelen enerji kayıpları yıllık olarak ortalama %2.38 artış gösterdiği görülmektedir. Ayrıca Tablo 1'e dikkat edilirse bu ekonomiler için fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonu %3.53 yıllık ortalama artışla 1995-2018 döneminde dünya CO₂ emisyonunun yıllık olarak ortalama

%1.97 artış hızından çok fazladır. Dolayısıyla yükselen ekonomiler dünya enerji tüketimini artırmanın yanında enerji kayıplarını ve fosil yakıt kullanımını da çok fazla artırmış ve bunun sonucunda enerji maliyetleri sonucu ekonomilerine ve çevre bozulmalarına çok büyük olumsuz katkı sağlamıştır. Dolayısıyla yükselen ekonomiler yüksek büyüme rakamları gerçekleştirirken daha fazla fosil yakıt kullanımı, daha fazla CO₂ emisyon salınımı, daha fazla enerji kaybı, daha fazla enerji tüketimi, daha fazla enerji talebi ve daha fazla enerji ithalatı gerçekleştirmektedir. Bu yüzden yükselen ekonomiler için enerji etkinliği çok önemli hale gelmektedir.

Dolayısıyla yükselen ekonomiler için genel ekonomi düzeyinde yaşanacak enerji etkinlik artışları dünya enerji görünümünü ve dünya çevresel kalitesini de ciddi oranda etkileyecektir. Diğer yandan yükselen ekonomiler için genel ekonomi düzeyinin yanında sektörel olarak gelir, fosil yakıt kullanımı ve CO₂ emisyon salınımı incelendiğinde bu tezde bu ekonomiler için neden bu kadar çok boyutlu ve ayrıntılı olarak enerji etkinliğinin araştırıldığı anlam kazanacaktır.

Tablo 3: Dünya ve Yükselen Ekonomiler İçin Sektörel GSYİH, Sektörel Enerji ve Sektörel CO₂ Emisyon Salınımının Uzun Dönem Büyüme Oranları

		Sanayi Sektörü			Hizmetler Sektörü			Tarım Sektörü		
		1995 (ktoe)	2018 (ktoe)	Yıllık ortalama artış hızı (%)	1995 (ktoe)	2018 (ktoe)	Yıllık ortalama artış hızı (%)	1995 (ktoe)	2018 (ktoe)	Yıllık ortalama artış hızı (%)
Toplam Enerji	Dünya	1791088	2839313	2.02	3945514	5808724	1.7	180435	221724	0.9
	Yükselen Ekonomiler	843793	1743762	3.21	1275391	2145256	2.29	106093	128010	0.82
GSYİH	Dünya	1.22E+13	2.31E+13	2.82	2.63E+13	5.19E+13	2.99	1.70E+12	3.18E+12	2.77
	Yükselen Ekonomiler	2.86E+12	8.77E+12	5.00	4.03E+12	1.45E+13	5.71	9.84E+11	1.96E+12	3.04
Fosil Yakıt	Dünya	1138264	1687591	1.73	2605316	3859060	1.72	133939	143216	0.29
	Yükselen Ekonomiler	531330	1031594	2.93	624117	1332505	3.35	72177	79774	0.44
Kömür	Dünya	463124	796792	2.39	137786	105195	-1.17	12813	15603	0.86
	Yükselen Ekonomiler	330382	689218	3.25	118176	91858	-1.09	12041	15340	1.06
Petrol	Dünya	304694	292936	-0.17	1942407	2947982	1.83	114752	117215	0.09
	Yükselen Ekonomiler	108202	134445	0.95	387034	977728	4.11	59126	62171	0.22
Doğalgaz	Dünya	370446	597863	2.1	525123	805883	1.88	6374	10398	2.15
	Yükselen Ekonomiler	92746	207931	3.57	118907	262919	3.51	1010	2263	3.57
Yenilenebilir Enerji	Dünya	211	1022	7.1	3977	43617	10.97	259	2405	10.17
	Yükselen Ekonomiler	80	868	10.92	1687	35534	14.17	122	2139	13.26
CO₂	Dünya	3938	6158	1.96	7592	11141	1.68	420	447	0.27
	Yükselen Ekonomiler	2011	4211	3.27	1892	3876	3.17	236	264	0.49

Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Dünya Bankası (WorldBank), www.iea.org, databank.worldbank.org

Tablo 3’de yükselen ekonomiler ve dünya için Sektörel GSYİH, sektörel enerji ve sektörel CO₂ emisyon salınımının yıllık olarak ortalama artış hızları gösterilmektedir. Dünya Bankası (2021) veri tabanından alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre 1995-2018 döneminde yıllık olarak ortalama dünya sanayi sektörü GSYİH’sı %2.82, hizmetler sektörü GSYİH’sı %2.99 ve tarım sektörü GSYİH’sı %2.77 artış gösterirken yükselen ekonomilerde yine aynı dönem de bu artışlar sanayi sektörü GSYİH’sında %5.00, hizmetler sektörü GSYİH’sında %5.71 ve tarım sektörü GSYİH’sında %3.04 şeklinde gerçekleşmiştir. Ayrıca yine aynı dönemde IEA (2021) sitesinden alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre yıllık olarak ortalama dünya sanayi, hizmetler ve tarım sektörü toplam enerji tüketimi ile dünya sanayi, hizmetler ve tarım sektörü fosil yakıt kullanımı sırasıyla %2.02, %1.70 ve %0.90 ile %1.73, %1.72 ve %0.29

artış şeklinde gerçekleşmiştir. Yükselen ekonomilerde ise yine aynı dönemde sanayi, hizmetler ve tarım sektörü toplam enerji tüketimi ile dünya sanayi, hizmetler ve tarım sektörü fosil yakıt kullanımı sırasıyla %3.21, %2.29 ve %0.82 ile %2.93, %3.35 ve %0.44 artış şeklinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler toplam enerji tüketimi ve toplam GSYİH'sında olduğu gibi sektörel enerji tüketimi ve sektörel GSYİH'sında da yıllık olarak ortalama artış hızları dünyanın artış hızından çok yüksektir.

Bu açıklamaların önemine binaen, bu tez çalışmasında enerjinin nasıl daha etkin bir şekilde kullanılabileceği üzerine yapılan ekonomik, sosyal, politik, teknolojik, mühendislik, teknik ve nitel çalışmaları bir araya getirerek literatürde ve pratikte enerji etkinliğini etkileyen arz, talep, karma ve sektörel faktörleri araştırıp, bunların enerji etkinliğine etkisinin ortaya çıkarılması hedeflemiştir. Bu faktörlerin belirlenmesi enerji konusunda politika yapımcılar, üreticiler ve tüketiciler açısından enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceğiyle ilgili somut katkılar sunacaktır. Bu katkı özellikle enerji konusunda dışa bağımlı olan yükselen ekonomiler için kendi geleceklerine yön verebilmek adına hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, enerji etkinlik artışlarının rolünü kullanılan enerji başına elde edilen çıktı eğilimlerini etkileyen arz, talep, karma ve sektörel yanlı modellemeler belirleyecektir. Bu nedenle öncelikle arz, talep, karma ve sektörel olarak değişkenler araştırılacaktır.

Çalışma literatürde ve pratikte enerji etkinliği konusunda verimlilik ve sosyal bilimcilerin araştırmaları üzerine inşa edilmiştir. Bulgular göstermiştir ki yükselen ekonomilerde enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için yerli enerjiye geçmenin önemli olduğu, enerji kaynak çeşitliliğini artırması, imkân varsa enerji kaynak arama ve keşif yapması, enerjinin etkin bir şekilde kullanılması için hükümetlerin teşviklerle, caydırıcı yasalarla, yaptırımlarla, denetimlerle, önlemlerle, doğru bilgilendirmeye ve eğitimle enerji konusunda politikalar oluşturması gerektiği, tüketicilerin ise enerji politikalarını desteklemesi veya kabul etmesi, bilinçli tercihler yapması, enerji konusunda daha duyarlı olması, olumlu davranışlar sergilemesi gibi ciddi sorumluluklar düşmektedir.

Çalışmanın Konusu

Çalışmada 23 yükselen ekonomi için enerji etkinliğin önemini irdelemek ve ilgili literatür araştırmasıyla arz, talep, karma, sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü olarak enerjinin etkin/verimli kullanımına etkisi olabilecek değişkenlerin herbiri bir hipotez olacak şekilde ele alınıp, amprik olarak geçerliliğini araştırmaktır.

Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı yükselen ekonomilerin yüksek büyüme rakamlarını gerçekleştirirken, enerji bağımsızlığı, sürdürülebilir enerji ve kendi geleceklerine yön verebilmek adına enerjinin nasıl daha etkin/verimli kullanılabileceğini arz, talep, karma, sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü modellemeler yardımıyla ortaya konmasıdır.

Çalışmanın Önemi

Yükselen ekonomiler yüksek büyüme rakamlarıyla küresel ekonominin, yüksek enerji tüketimleriyle küresel enerji kullanımının, yüksek enerji kayıplarıyla daha fazla enerji ihtiyacına gereksinim duyarak küresel enerji ithalatının, yüksek fosil yakıt kullanımıyla küresel fosil yakıt kullanımının ve yüksek CO₂ emisyonu salınımlarıyla küresel çevre bozulmalarının lokomotifleri sayılırlar. Dolayısıyla enerji etkinlik artışı yükselen ekonomiler özelinde önemli olduğu gibi tüm dünya için de çok önemli ve zorunluluk göstermektedir.

Ayrıca günümüz teknolojilerine göre enerji etkinsizliği çarpıcı derecede yüksektir. Örneğin günlük dönüşüm cihazları açısından bir filament ampul, yaklaşık %2'lik bir verimle ışık enerjisi yayarken geriye kalanı ise çoğunlukla ısıya dönüşmektedir. Dahası Floresan lambalar yaklaşık %10 verimlilikle çalışmakta, bilgisayar ve cep telefonları gibi cihazlar için kullanılan güç transformatörleri ise yaklaşık olarak %50 etkin kullanılabilmektedir. Ayrıca birincil enerji kaynağı olarak kabul edilen petrol, kömür, gaz, biokütle, nükleer, yenilenebilir enerji girdilerinde yaşanan etkinlik/verimlilik ise %11 gibi düşük bir orana sahiptir (Gürler vd., 2020:16). Dolayısıyla yaşanacak enerji etkinlik artışları kayıp potansiyelin sisteme kazandırılmasıyla enerji maliyetlerinin azaltılmasının yanında enerji talebinin de ciddi oranda azaltılmasına neden olacaktır. Ayrıca eğer enerjide etkinlik sağlanırsa bu durum tasarruf edilen enerjinin değerini göstereceğinden yeni bir enerji kaynağı olarak düşünülmektedir. Böylece enerji etkinliğinde yaşanan artış, ek yeni enerji kaynaklarının devreye sokulması için yapılacak

yatırımlardan daha ekonomik olacağından etkinliği artıran faktörlerin ortaya konması önem arz etmektedir.

Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde arz yanlı, talep yanlı, karma ve sektörel değişkenlerin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilmeden önce birimler arası korelasyon sınaması yapılmış ve bunun neticesinde birinci nesil ve ikinci nesil birim kök testleri ile serilerin durağanlığı test edilmiştir. Bazı değişkenler arasında ortaya çıkan yüksek korelasyon katsayıları ve VIF değerlerinin yüksek çıkmasından dolayı çoklu doğrusallık problemini önlemek için alternatif modeller oluşturulmuştur. Sonra tüm oluşturulan modellerin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Öncelikle arz ve talep yanlı değişkenleri içeren ekonometrik modeller için En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılmış ve modelde sabit ve rassal etkilerin varlığı araştırılmıştır. Sabit etkiler Moulton ve Randolph (1989) tarafından önerilen ANOVA F testi ile rassal etkiler ise Breusch-Pagan (1980) Lagrange-Multiplier (LM) testi ile sınanmıştır. Ayrıca bu etkilerden hangisinin anlamlı olduğuna karar vermek için Hausman testi kullanılmıştır. Ancak elde edilen sonuçların yanıltıcı olmaması için modellerde değişen varyans ve otokorelasyon sorununun varlığını sınamak için Wald Testi ve Bhargava, Franzini ve Narendranathan (1982) Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır. Ayrıca modellerde yatay kesit bağımlılığı da bulunduğu için modellerde değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmalarını dikkate alan Driscoll ve Kraay dirençli tahmincisi ile tekrar tahmin edilmiştir.

Sonra arz yanlı, talep yanlı, karma ve sektörel enerji etkinlikleri modelleri için eşbütünleşme testi kullanılarak modellerde bağımlı değişken ile açıklayıcı değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Tahminler tüm modellerde eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermiştir. Bu yüzden uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için modellerde eğim parametrelerinin homojenliği ve yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Daha sonra tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu ve heterojen eğime sahip olduğundan Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) ile Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) ile uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır. CCEMG ve AMG sonuçları genel olarak birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Modeller arasında karşılaştırma ve tercih kriteri olarak kullanılan RMSE değerinin 0 (sıfır)'a, R^2

değerinin ise 1 (bir)'e yakın olması aynı bağımlı değişkene ait karşılaştırılan modeller arasındaki açıklama gücünün ve tercih edilmesinin daha uyumlu olacağını ifade etmektedir. Bu yüzden model karşılaştırmaları ve değişken yorumlamalarında genel olarak RMSE uyumluluk ölçütü dikkate alınmıştır.



BÖLÜM 1: LİTERATÜR

1.1. Enerji Etkinliği Kavramı ve Önemi

Çalışmada kullanılan enerji etkinliği kavramı literatürde en çok enerji yoğunluğu kavramı ile karıştırılmakta ve bu kavramları ayırt etmek gerekmektedir. Enerji etkinliği aynı miktarda enerji kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı elde etmektir (Özkara, 2015:13; Karabat ve Aydın, 2018:6), veya enerji verimliliği üreticiler için aynı miktarda hizmetler veya faydalı çıktı üretmek için daha az enerji kullanmaktır (Patterson, 1996:377). Enerji yoğunluğu ise bir birim Gayrı Safi Yurt içi Hasıla (GSYİH) başına kullanılan birincil enerji miktarıdır (İslatine ve Haydaroğlu, 2009:157). Ayrıca bir birim GSYİH elde edebilmek için kullanılan toplam enerji miktarı olarak tanımlanan enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin tam tersidir (Ediger, 2009:21). Yani enerji yoğunluğunun azalması/artması enerji verimliliğinin artması/azalması anlamına gelmektedir. *Belli bir enerji girdisi ile üretilebilecek çıktı maksimuma ulaştığında o girdinin ortalama verimi maksimuma ve ortalama maliyeti minimuma ulaşmış ve ilgili girdi kullanımında etkinlik sağlanmış demektir.* Üretimin farklı seviyelerinde verimlilik farklılık gösterebilmektedir. Ancak, teorik açıdan bakıldığında üretim maksimizasyonu sonucu ortaya çıkan ürün ile bu ürünü en düşük maliyetle sağlayan faktör bileşenlerinde etkinlik ve verimlilik özdeşleşmektedir. Enerji verimliliğinde maliyet minimuma indirgenerek yani en az girdilerle çıktı elde edilebilmekte iken enerji etkinliğinde ise belirli girdilerle çıktıyı en çoklaştırma, yani belirli teknoloji ve girdiler ile maksimum çıktı hedeflenmektedir (Kartal, 2019:110). Enerji yoğunluğu ise enerji verimliliğinin önemli bir göstergesi ve bir ekonominin düşürmeye çalıştığı önemli bir hedeftir. Çünkü düşük bir enerji yoğunluğuna sahip olan bir ekonomi birim hâsıla elde edebilmek için harcanan enerjinin düşük olduğunu ve enerji verimliliğini artırdığını göstermektedir. Dolayısıyla enerjinin daha etkili ve etkin kullanılması artık daha az enerji kullanılmasına yani enerji verimliliğinin artmasına yani enerji yoğunluğunun düşmesine neden olacaktır. Bu yüzden enerji etkinliği, enerji verimliliğini ve dolayısıyla enerji yoğunluğunu içine alan daha geniş bir kavramdır (Ediger, 2009:21).

Enerjinin etkin kullanımı 1970'lerden bu zamana kadar popüler bir strateji haline gelmiştir. Bu yüzden enerji etkinliği ile ilgili çalışmalar enerji politikasına ilişkin bilimsel literatürde çok ilgi görmüştür. Enerji etkinliği enerji tasarrufu, teknolojik gelişme,

emisyona ve maliyetler gibi bir enerji sisteminin çeşitli yönlerini etkileyebilmekte ve bir ülkenin nihai enerji kullanım eğilimlerinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Taylor vd., 2010:6463). Enerji etkinliğinde yaşanan bir artış, kirlilik ve maliyetlerde azalma, karbon ayakizi ve enerji güvenliğinde artma, iklim değişikliklerini azaltma gibi birçok faydası vardır. Ayrıca enerji etkinliğine yapılan yatırımın, ekonomik büyüme ve iş yaratma gibi uzun vadeli ve dolaylı etkileri de bulunmaktadır (Tuominen vd., 2013:181). Bu nedenle araştırmalar, enerji etkinliği politikalarının sürdürülebilir bir enerji sistemine dönüşümdeki kritik rolünü vurgulamıştır (Ringel vd., 2016:1293). Ayrıca son kırk yılda dünyanın en büyük ekonomilerinde enerji etkinlik stratejileri uygulamaya geçilmesine rağmen küresel CO₂ emisyonu 2017’ de 32.5 Gigaton gibi tarihi yüksek bir seviyeye ulaşmıştır (IEA, 2018). Düşük enerji etkinliğinden kaynaklanan ciddi çevre kirliliği yüksek ekonomik ve çevresel maliyetlere yol açmaktadır. Hava kirliliğinden kaynaklanan ortalama küresel ekonomik kayıplar, bir araştırma kurumunun sonuçlarına göre dünya GSYİH’nın %3-%7’si kadardır (Zheng vd., 2005). Bu nedenle enerji etkinliğini artırmak, enerji tüketimini azaltmak, büyümeyi yüksek rakamlara taşımak, ekonomik gelişme ve çevre korumada önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca enerji etkinlik artışı enerjinin korunması ve tasarrufu ile birlikte bir çevre koruma stratejisidir. Bu yüzden enerji etkinliğini artırma çabaları, realitede geniş ekonomik büyüme modunu değiştirebilecek ve genel ekonomik verimliliği teşvik edebilecektir. Diğer yandan azaltılmış emisyon yoluyla sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına yardımcı olacaktır. Dolayısıyla bu durum sosyal bilimcilerin dikkatini çekmiş ve enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceği problemine bir çözüm bulmak için daha karmaşık sosyal bağlamları ve uygulamaları gözlemleyen araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. Bu yüzden enerji etkinliği konusunda kavramsal temelleri, pratik uygulamaları, sosyolojik yönleri ve eleştirel temelleri içeren enerji etkinliğinin daha geniş bir şekilde araştırılmaya ihtiyacı vardır. Dolayısıyla öncelikle arz ve talep yanlı enerji etkinliğini etkileyen nedenlerin incelenmesi gelecekte enerji etkinliğini artırmada, enerji politikalarının şekillenmesinde, geliştirilmesinde ve desteklenmesinde somut katkılar sağlayacaktır.

1.2. Enerji Verimliliğini Etkileyen Arz Yanlı Faktörler

1.2.1. Enerji Verimliliğini Etkileyen Arz Yanlı Yapısal Faktörler

1.2.1.1. Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji, enerji etkinliğinin iyileştirilmesi için birçok fırsatlar sunmaktadır. Genel olarak enerji bağımsızlığı ve enerji etkinliğine pozitif etkisi olan yenilenebilir enerjinin özellikle gelişmekte olan ülkeler için önemini vurgulamak gerekir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimde kullanılması gerek genel ekonomik aktivitede gerekse endüstriyel ve/veya sektörel aktivitelerde enerji verimliliği/etkinliği üzerinde önemli değişimlere yol açmaktadır. Yenilenebilir enerji payını artırarak enerji etkinliğini arttıran ülkeler ekonomik rekabeti ve sürdürülebilirliğini artırmakta, enerji faturasını düşürmekte, enerji bağımlılığını azaltmakta, sera gazı ve sera gazı emisyonunu azaltmak gibi birçok amacı gerçekleştirmektedir.

Geleneksel enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında yenilenebilir enerji; güneş enerjisi (Kabalcı, 2013), rüzgâr enerjisi (Cheng ve Zhu, 2014), hidroelektrik enerjisi (Sipahutar vd., 2013), jeotermal enerjisi (Fridleifsson, 2001) ve bio-malzeme enerjisi (Dias vd., 2009) daha çekici görünmektedirler. Çünkü bu tür enerjiler hem yeşil, temiz, sürdürülebilir ve çevre dostu hem de kurulum maliyetleri dışında bir maliyeti olmayan enerjilerdir. Bunların arasında jeotermal enerji, ekonomik faydaları olan ve Dünya'nın iç kesimleri tarafından sürekli olarak üretilen büyük miktardaki ısı nedeniyle dünya çapında büyük bir ivme kazanmıştır (Franco ve Vaccaro, 2014:735). Jeotermal enerjiden yararlanmak için, ısıyı yerden toprağa ya da yere aktarabilen ısı pompaları dünyadaki en verimli enerji ısıtma ve soğutma araçlarıdır (Lund vd., 2004:2). Dolayısıyla ülkeler ekonomilerinde kömür ve petrol gibi geleneksel enerji kullanımını azaltmalı, yenilenebilir enerjinin gelişmesini desteklemeli, çevresel koruma ve sürdürülebilir kalkınma perspektifinde enerji verimliliğini artırmaya odaklanmalıdırlar (Chen vd., 2019:32).

Son yıllarda, yeşil büyüme çok popüler bir kavram ve yeşil büyüme çağrısı her zamankinden daha acil hale gelmiştir. Yeşil teknolojik yeniliğin önemli potansiyel faydalarından biri, daha ekonomik ve daha verimli teknolojiler geliştirerek karbon azaltım maliyetini önemli ölçüde azaltabilmesidir (Popp, 2012:11). Endüstriyel atık ısı

geri kazanımı teknolojisi de dâhil olmak üzere, enerji etkinliğini artırmak için en önemli adımlar için çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik geniş bir yazın vardır.

Bilim adamları fosil yakıtın yerini almaya ve %100 yenilenebilir enerjiye doğru ilerlemenin önemini vurgulamışlardır. Bulavskaya (2017) Neo-Keynesyen çevre ve enerji politikalarının değerlendirilmesinde çok sektörlü makroekonomik model kurarak Hollanda’da yenilenebilir elektrik karışımına doğru kaymanın ekonomik etkisini değerlendirmiştir. Yapılan çalışma Urgenda (2020)’nin Quintel (2020) tarafından geliştirilen Enerji Geçiş Modeli kullanılarak ölçülen “2030’da Hollanda’da %100 Sürdürülebilir Enerji” adlı raporundan ilham alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre yenilenebilir enerjiye geçişin Hollanda ekonomisi üzerinde olumlu bir etkisi olacağı, 2030 yılına kadar yaklaşık 50.000 yeni istihdam oluşturacağı ve GSYİH’sını %1 artıracığı sonucuna ulaşmıştır.

Chang vd. (2003) 30 yılda Çin’deki geleneksel ve yenilenebilir enerji üretimini ve tüketimini gözden geçirmiştir. Bulgulara göre nüfusu 1.2 milyarın üzerinde olan Çin, GSMH’nın yılda %8 ile %9 arasında büyümesini sağlamak için yüksek miktarda enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bununla birlikte birincil enerji sıkıntısı nedeniyle Çin, hem son yıllarda net enerji ithal eden bir ülke haline gelmiş hem de birincil enerji tüketiminde dünyada en yüksek ikinci ülke olmuştur. Ayrıca Çin enerjiye olan ihtiyacını karşılamak ve dünyanın zengin enerji kaynaklarına sahip bölgelerinde söz sahibi olmak için aktif politikalar yürütmekte ve stratejiler geliştirmektedir. Bu amaçla Çin, geleneksel ve nükleer enerji kullanmadaki verimliliğini arttırmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji bütçesindeki oranını arttırmalıdır. Dolayısıyla Çin’de yenilenebilir enerji kullanımının yakın gelecekte umutsuz bir umut verdiğini ve biokütlenin Çin’de gelişme potansiyeline sahip en umut verici yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olduğu söylenilebilir. Leal Filho vd. (2019) çalışmasında dünyanın 50 yükseköğretim kurumundan oluşan bir örneklemin enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımına yönelik yaklaşımlarını karşılaştırmalı olarak araştırmıştır. Sonuçlara göre enerji etkinliği ile yenilenebilir enerjiye yatırımlar arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Enerji kampanyalarının üniversite kampüslerinde uygulanmasının Birleşmiş Milletler (BM)’in dördüncü ve yedinci Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunabileceğini vurgulamak faydalıdır. Bu anlamda, üniversitelerdeki enerji verimliliği girişimleri bu amaca büyük katkısı olabilir. Çünkü üniversiteler toplumda sürdürülebilir

kalkınmayı desteklemek için alışkanlıklar ve tutumlar oluşturmada ve teşvik etmede önemli bir role sahiptir. Bu nedenle, enerji verimliliğinin artırılması sadece finansal açıdan değil aynı zamanda etik olarak da değerlidir. Ek olarak büyüklük ve nüfus gibi özellikleri nedeniyle üniversite kampüsleri, küçük şehirlerle kıyaslanabilir. Bu nedenle kampüslerde enerji etkinliğini artırmak için yapılan planlama ve uygulama çalışmaları şehirlere benzemektedir ancak daha küçük ölçeklerdedir.

Sağlam (2017) ABD'deki rüzgâr santrallerinin yaklaşık üçte ikisinin rüzgâr gücünü verimli bir şekilde işlettiğini ve rüzgâr türbini markası seçiminin, rüzgâr çiftliklerini üretken verimliliğine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca enerji portföyünde yenilenebilir enerji payını arttıran ülkeler için bu payın ülke gelirlerine etkileri de farklılık göstermiştir. Tuğcu vd. (2012) G7 ülkeleri için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki uzun vadeli nedensel ilişkilerin araştırılması ve hangi enerji kaynağı kullanımının ekonomi için daha önemli olduğunu belirlemek amacıyla yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları arasında bir karşılaştırma yapmıştır. Bulgular İngiltere ve Japonya için yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik bulunduğu, Almanya için enerji tüketimini önleyebilecek enerji koruma politikalarının ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeyeceği, Fransa, İtalya, Kanada ve ABD'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensel bir ilişkinin bulunmadığı yönündedir.

1.2.1.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerjiye bakış birçok çalışmada farklı sonuçlar göstermiştir. Oh vd. (2014) Malezya için enerji etkinliği, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji kullanımını araştırmıştır. Bulgular; öncelikle enerji verimliliğinin benimsenmesi, sonra yenilenebilir enerji üretiminin geliştirilmesi ve son olarak fosil yakıtlı veya nükleer enerjili üretimin gerçekleştirilmesi yönünde olmuştur. Dolayısıyla nükleer enerji, enerji etkinliği için son seçeneklerden biri olmuştur. Diğer taraftan Saito (2010) nükleer enerjinin gelecekteki enerji kaynakları ve küresel ısınma kısıtlılığı içindeki rolünü araştırmıştır. Bulgular göstermiştir ki dünyada yılda 10 milyar tondan fazla petrol eşdeğeri enerji tüketilmekte ve %80'inden fazlası kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Bu yüzden nükleer enerji, enerji güvenliği ve küresel ısınma sorunlarını çözmek için önemli bir rol oynayabilmektedir. Dört yüz yirmi dokuz nükleer santral, 2006 yılı itibariyle CO₂

emisyonu olmaksızın 386 GWe toplam bitki kapasitesi ile toplam elektrik gücünün %16'sını üreterek dünya çapında faaliyet göstermiştir. Nükleer enerji kullanımı, yalnızca elektrik üretiminde değil, çelik yapımı, kimya endüstrisi gibi çeşitli endüstrilerde ve yüksek sıcaklıktaki gazla soğutulan reaktör (HTGR)'lerin getirilmesiyle hidrojen üretimi ile birlikte kesinlikle genişleyecektir. Yeni teknoloji ürünü olan HTGR reaktör çıkışında yaklaşık 1000 °C helyum gazı üretebilen yüksek sıcaklıkta gazla soğutulan bir reaktör üretildiğinden bahsedilmektedir. Eğer bu kadar yüksek sıcaklıkta gaz elde edilebilirse nükleer enerji kullanım alanları yalnız elektrik üretiminde değil, aynı zamanda hidrojen üretiminde, demir cevherinin deoksidize edilmesiyle doğrudan çelik üretiminde, çeşitli kimya endüstrilerinde işlem ısısı vb. gibi yüksek enerji gerektiren alanlarda da kullanılabilir.

Velasquez vd. (2020) ise Fransa'nın nükleer enerji sisteminin değerlendirmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Bulgular Fransızların erken kapalı yakıt döngüsünü başlatma seçeneğinin milyonlarca ton uranyum tasarrufu sağladığını elde etmiştir. Kapalı Yakıt Çevrimi seçimi Açık Yakıt Çevrimi seçimine göre uranyum kullanımını %42 oranında artırabileceği elde edilmiştir. Dolayısıyla bu uranyum tasarrufu nükleer enerji kullanımında daha fazla enerji üretebileceğini göstermiştir. Bu durum ise enerjinin daha etkin kullanılmasına katkı sağlayacaktır. Benzer şekilde Bersano vd. (2020) İtalya'nın Çernobil kazasından sonra kamuoyu oylamasıyla nükleer enerjiyi bırakıp ilerleyen zamanlarda tekrar nükleer enerjiyi kullanması üzerine bir araştırma yapmıştır. Bulgular nükleer enerjinin benimsenmesi daha düşük emisyonu neden olacak, enerji arz güvenliğini artıracak, teknolojik avantajlar sağlayacak ve fosil yakıtlara göre daha verimli bir enerji kaynağı olacaktır. Benzer şekilde Michaelides ve Michaelides (2020) nükleer enerjinin diğer enerji kaynakları ile ikamesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bulgular rüzgâr enerjisi aralıklı, güneş enerjisi ise periyodik olduğundan dolayı bu kaynaklardan üretilen enerjiyi depolamada sıkıntılar yaşanabilmektedir. Bu yüzden yaşanan dalgalı tüm elektrik talebini karşılamak için nükleer enerji, rüzgâr ve güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisini depolamaya göre daha iyi bir çözümdür.

1.2.1.3. Yenilenemez Enerji

Fosil yakıt rezervlerindeki azalma, yaşanan enerji krizleri ve alternatif enerji kaynaklarının ortaya çıkması, enerjinin etkin kullanılmasının gerekliliğini ortaya

çıkarmıştır (Akdağ ve İskenderoğlu, 2018:5). IEA'nın yayınladığı Dünya Enerji Yıllığı verilerinden hareketle fosil yakıtların 2006 yılında %80,8 sahip olduğu payla toplam enerji arzı içindeki payı 2030 projeksiyonunda %80,4 şeklinde gerçekleşecektir. Enerji tüketiminde fosil yakıtların ağırlıklı rolleri beraberinde çevreye zararlı gazlar başta olmak üzere sera gazı emisyonu, iklim değişiklikleri ve sıcaklık artışlarını da getirmektedir. Dolayısıyla bu değişiklikler dünyanın sağlık, çevre, tarım, su kaynakları, ormanlar ve enerji konusunda ciddi olumsuzluklara sebep olacaktır. Bu yüzden ülkeler enerji politikalarını oluştururken fosil yakıt kullanımını azaltmalı ve çevre dostu enerji kaynaklarına daha fazla önem vermelidir (Doğan ve Tüzer, 2011:26).

1.2.1.4. Sıcaklık

Enerji tüketiminin artması ve zararlı gazların çevreye salınımı beraberinde küresel ısınmayı ve dolayısıyla sıcaklık değişimlerini meydana getirmektedir. Küresel ısınmayla artan sıcaklıklar yazların daha fazla sıcak geçmesine sebep olmakta ve bu durum serinletici cihazlara harcanan enerjinin artmasına neden olmaktadır (Seyhun ve Mutlu 2011:27). Meangbua vd. (2019) Tayland'daki hanelerin enerji gereksinimlerini ve CO₂ emisyonunu etkileyen faktörleri araştırırken modeli simüle etmek için sıcaklığı açıklayıcı bir değişken olarak kullanmıştır. Tayland tropikal bir ülkedir ve verilerin kaydedilmeye başlandığı 1955'ten bu yana ortalama sıcaklık sürekli artmıştır. Tayland'da 55 yıllık ortalama sıcaklık, istatistiksel olarak 0.96°C'yi bulmuştur. Bu seviye, küresel ortalama sıcaklık olan 0,69 °C'den daha yüksektir. Genel olarak ortalama sıcaklık arttıkça haneler klima, fan ve diğer cihazlar gibi soğutma hizmetleri için daha fazla enerji tüketeceğinden dolayı bu gibi ülkeler için serinletici cihazlar enerjinin etkinliği konusunda önemli fırsatlar sunmaktadır. Coşkun vd. (2009) ise konutlarda iç ortam sıcaklığının enerji, maliyet ve çevre açısından ilişkisini araştırmıştır. Genel olarak konutlarda ısı konfor şartı 20-25 °C arasında değişmektedir. Eğer dış ortam sıcaklığı 0 °C'nin altına düşmüyorsa iç ortam sıcaklığının 22 °C den 21 °C'ye yani 1 °C düşmesi toplamda enerji, maliyet ve emisyon da %7'lik bir azalmaya sebep olacaktır.

1.2.2. Enerji Verimliliğini Etkileyen Arz Yanlı İktisadi Faktörler

1.2.2.1. Sübvansiyon

Hanelerde enerji etkinliği için sübvansiyon şeklinde yapılan teşvik politikaları hem kamu kesimine büyük maliyet yükleyecek hem de istenilen sonuçların oluşmamasına sebep olabilir. Dolayısıyla yapılacak kamusal müdahalelerin dışında davranışsal yanlılıkları gidermek düşük maliyetli ve etkili olma potansiyeli yüksektir (Altun, 2018:95). Diğer taraftan devlet tarafından enerji etkinliği için yapılan teşvikler hem enerji verimli ürünlerin pazara girmesini hızlandırır hem de pazarları gelecekte daha katı zorunlu gereksinimler için hazırlayarak etiketleme politikalarını ve zorunlu standartları beraberinde getirir (Du Can vd., 2014:56). Wang vd. (2017) çalışmasında sübvansiyonların Çin'in kentsel sakinleri arasında enerji tasarruflu cihazlara yönelik satın alma niyetlerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. 2009 yılından beri özellikle tüketici talebinin artmasına katkıda bulunmak ve terminal ürünlerin enerji etkinliğini artırmak için Çin Hükümeti, “Enerji İçin Kamu Yararı” projesi başlıklı büyük bir proje başlatmıştır. Klimalar, buzdolapları, düz ekran bilgisayar monitörleri, çamaşır makineleri, televizyonlar ve benzeri enerji verimli on ürünün uygulanmasını teşvik eden "verimli ürünler" için sübvansiyon ve teşvikler sağladı. Ayrıca enerji tasarruflu lambaları desteklemek için de 280 milyon Yuan değerinde bir destek kullanılmıştır. Çin Market Monitor Co. Ltd.'nin Çin'de ev aletleri kullanımı üzerine yaptığı ulusal anket verilerine göre, Haziran 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasında enerji tasarruflu cihazlar için bu sübvansiyon politikasının uygulanması sırasında, renkli TV, buzdolabı satışı, çamaşır makineleri, klimalar, su ısıtıcıları sırasıyla 50.13 milyon, 34.22 milyon, 33.17 milyon, 39.86 milyon ve 27.11 milyon adet olmuştur. Nisan 2013'e kadar enerji tasarruflu beş tip cihazın perakende pazar payları önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca 2014 yılında ulusal toplam elektrik tüketimi yıllık bazda %3,8 büyüme oranı, 1998'den bu yana en düşük seviyeden %3,8 puan düşerek 5,52 trilyon kWh'ye ulaşmıştır. Sonuç olarak, 650 milyon Yuan değerinde sosyal tüketimi doğrudan teşvik eden ve o yıl 3.2 TW elektrik tasarrufu sağlayan 62 milyon enerji tasarruflu lamba satıldı.

Dolayısıyla enerji tasarrufu konusunda sübvansiyon önemli bir itici güçtür. Benzer şekilde Yang ve Zhao (2015) Çin'li şehir sakinleri üzerinde sübvansiyonların enerji tasarruflu ve yenilenebilir enerji ekipmanı satın alma konusunda düşük ve yüksek gelirli

aileler üzerine çalışma yapmışlardır. Bulgular sübvansiyon teşviklerinin yüksek gelirli aileler için yerli enerji tasarruflu ve yenilenebilir enerji ekipmanları satın alma konusunda daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

1.2.2.2. Vergi

Hanehalkları için Villca-Pozo ve Gonzales-Bustos (2019) İspanya’da konut enerji etkinliğini modernize etmek için vergi teşviklerini araştırmışlardır. Bulgulara göre evlerin enerji etkinliğini mali yoldan Kişisel Gelir Vergisiyle teşvik etmenin etkili olacağını göstermişlerdir. Hanelerin enerji etkinliğine dolaylı olarak katkısı bulunmaktadır. Dolayısıyla bunlar genellikle enerji tasarrufu şeklinde gerçekleşmektedir. Bu yüzden enerji tasarrufunu sağlamak için daha düşük enerji tüketimi yapan hanelere, parasal ödüller verilme ve faturalarda ya da vergilerde indirimler şeklinde ödüllendirmeler yapılabilmektedir (Altun, 2018:99).

Ülke çapında ise karbon vergisi fosil yakıtların karbon içeriğiyle orantılı olarak gelecekteki iklim değişikliğini hafifletmek için çok tartışılan potansiyel bir araç olmuştur. Cabalu vd. (2015) enerji politikalarının Filipin ekonomisine etkisini modellemiştir. Bulgular ton başına 5 ABD dolarlık bir karbon vergisinin Filipin ekonomisi boyunca enerji etkinliğinde %2’lik bir artış, emisyon da %8.5 azalma ve GSYİH’da %0.6 azalma ile sonuçlanmıştır. Diğer taraftan karbon vergisinin artması sera gazı emisyonunun çözümü için önemli bir etkidir. Çünkü artan karbon vergisi ekonomik ve enerji maliyetinin artmasına neden olarak enerji etkinliğinin önemini beraberinde getirecektir (Gamtessa ve Olani, 2018:661).

1.3. Enerji Verimliliğini Etkileyen Talep Yanlı Faktörler

Enerji, tüketicilerin günlük yaşamlarında hemen hemen her yerde mevcuttur. Tüketicilerin aldığı kararların birçoğu doğrudan veya dolaylı olarak enerji tüketimi ile ilgilidir. Genel olarak ayırt edilen iki tür enerji davranışı vardır. Bunlar; kısıtlayarak tasarruf davranışı ve enerji verimli teknolojilerin benimsenmesi eylemlerine dayanan enerji tasarruf davranışlarıdır (Stern ve Gardner, 1981:334). Enerji etkinliği için tüketiciler enerji politikalarını destekleyerek veya kabul ederek enerji tasarrufuna dolaylı olarak katkıda bulunabilirler. Her ne kadar tüketiciler, enerji politikalarını kabul ederek enerji durumunun iyileştirilmesine yalnızca dolaylı olarak katkıda bulunabilse de bu

davranış, birçok enerji tüketicisine aynı anda, örneğin insanların enerji tüketimini değiştirebilecek kamu politikaları ile ulaşıldığı için önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu kısımda enerji etkinliğini etkileyen talep yanlı faktörler hanehalkı bazında araştırılmıştır. Ancak enerji kaynaklarının sınırlı ve yetersiz, sanayinin temel girdisi, enerji konusunda dışa bağımlılık, ekonomik büyümenin önemli bir girdisi olması gibi sebeplerden dolayı büyük hane diyebileceğimiz ülkeler için de enerji talebinin araştırılması çok önemlidir. Çünkü bu ekonomiler varlıklarını sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaç duyarlar ve bu ekonomiler büyük bir hane olarak düşünülürse bu büyük hanelerin ihtiyaç duyduğu yani talep ettiği enerjinin araştırılması gerekir.

1.3.1. Enerji Verimliliğini Talep Yanlı Etkileyen Yapısal Faktörler

1.3.1.1. Tasarruf Sağlayan Cihazlar

Yumurtacı ve Dönmez (2013) çalışmalarında konutlardaki enerji verimliliğinin nasıl olacağını araştırmıştır. Enerji verimliliği sınıflandırmasında elektrikli ev aletleri için on grup bulunmaktadır. Bu gruplandırmalar A^{+++} , A^{++} , A^{+} , A, B, C, D, E, F ve G şeklinde bir gösterime sahiptir. Verimliliği en fazla olan ev aleti A^{+++} şeklinde bir gösterime sahipken en verimsiz ev aleti ise G şeklinde bir gösterime sahiptir. Enerji verimliliği standart olan ürünlerin bulunduğu bir hanede aylık elektrik enerji kullanımı 233,965 kWh (76,58 TL) şeklinde hesaplanmıştır. Aynı haneye yüksek enerji verimliliğine sahip ürünler yerleştirildiklerinde ise elektrik kullanımı 149,925 kWh (49,25 TL) şeklinde bir maliyet çıkmıştır. Dolayısıyla elektrik enerjisi kullanımında ve maliyetinde %36 azalma meydana gelmektedir. Bu durumda hane halkı aylık olarak daha az enerjiyle enerji etkinliğine katkıda bulunmuştur.

Meksika konut elektrik tarife yapısı dünya çapında en karmaşıkları arasındadır. Hancevic ve Lopez-Aguilar (2019) Meksika için konut elektrik talebini tahmin ederek Aralık 2015 Enerji Geçiş Yasası'nın önerdiği gibi, bir enerji etkinliği iyileştirme senaryosunu simüle etmek için ilgili yapısal parametre tahminlerini kullanmıştır. Simüle edilen program, daha fazla enerji tasarruflu üniteler için elektrikli cihazların (klimalar, fanlar, buzdolapları, çamaşır makineleri ve ışıklar) ile değiştirilmesinden oluşmaktadır. Amprik sonuçlar tasarruflu cihazların genel konut elektrik tüketimini %9.9 azaltarak ilgili harcamayı %11.3 düşürecektir. Buna ek olarak, eğer elektrik için sübvansiyon verilirse yılda 7.5

milyar Meksika Pesosu (yani 403 milyon ABD doları) azalacak ve CO₂ emisyonunda 3.9 milyon tonluk bir yıllık kesim ortaya çıkacaktır.

Shen ve Saijo (2009) Çin'in enerji verimliliği etiketleme politikası çerçevesinde tüketicilerin klima ve çamaşır makinesi seçimlerini incelemiştir. Tüketiciler enerji tasarruflu ve yüksek verimli ürünler almaya isteklidir ve enerji tasarruflu buzdolaplarına enerji tasarruflu klimalardan daha fazla para ödemeye isteklidirler. Güney Kore hükümetinin çabalarına göre, büyük ev aletlerinin verimliliği ortalama olarak 2008'den 2012'ye kadar yükselmiş, buzdolapları için %27.7, çamaşır makineleri için %11 ve klimalar için %25 verimlilik artışı sağlanmıştır (Huh vd., 2019:1395). Almanya'da ise yapılan bir pazar analizi tüm dondurucuların %79'unun A⁺⁺ ve A⁺⁺⁺ en iyi iki sınıfa girdiğini göstermiştir. Bu durum ise normal hayatın daha az enerjiyle idame edilmesini ve dolayısıyla enerjinin etkin kullanıldığını göstermektedir (Waechter vd., 2016:88).

Son on yılda Gana'nın konut dışı enerji talebi %100'ün üzerinde artmıştır. Sürekli elektrik kesintileri ve güvenilir elektrik arzı eksikliği, ekonomi üzerinde iş kesintileri ve daha düşük verimlilikle sonuçlanan olumsuz etkiler yaratmıştır. Opoku vd. (2019) çalışmalarında Gana'daki kamu ve ticari bina ofislerinde kullanılan klimaların enerji verimliliği üzerine çalışmalar yürütmüştür. Gana'da Kamu binalarında ve ticari bina ofislerinde kullanılan elektriğin %60-80'ninin iklimlendirme amaçlı olduğu tespit edilmiştir. Gana'da kullanılan klimaların %85'inden fazlasının en düşük enerji verimliliği kategorisinde (1 yıldız) bulunduğunu ve kalan yüzdelerin bir sonraki daha düşük kategorilerde (2 ve 3 yıldız) olduğunu göstermektedir. Ülkedeki mevcut düşük enerji verimlilik oranı (EER) klimasına kıyasla daha yüksek EER klimalarının (4 yıldızlı) takılmasıyla 2018-2030 yılından itibaren elektrik tüketimi maliyetlerinde yaklaşık 1.96 milyar ABD Doları tasarruf sağladığını ortaya koymuştur. Sadece oda klimaları için, enerji verimliliği standartlarının ve etiketlerinin uygulanmasının, Gana'lı tüketicilere enerji faturalarında yıllık ortalama 64 milyon dolar tasarruf sağlayacağı ve gelecekteki karbon emisyonunu önemli ölçüde azaltacağı tahmin edilmektedir. Koizumi (2007) Çin, Gana ve Japonya arasındaki klimaların enerji verimliliği oranlarını karşılaştırmış ve üç ülke arasında farklı sonuçlara ulaşmıştır. Enerji tasarruflu standartların uygun şekilde uygulanması durumunda, elektrik talebinin Çin'de %38, Gana'da %8 oranında azaltılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Wang vd. (2019) Çin’li tüketicilerin enerji tasarruflu cihazları satın alma konusunda enerji verimliliği etiketleri etkili midir sorusunun cevabını araştırmıştır. Bulgular tüketicilerin enerji verimliliği etiketi bilgisine sahip olması, enerji tasarrufu sağlayan ev aletlerini satın alma niyetinde en büyük etkiye neden olacağını, bu da enerji verimliliği etiketlerinin yol gösterici rolünün etkili olduğunu göstermiştir. Çünkü ev aletleri, ev enerji tüketiminin ana kaynağıdır. Hanehalkı karbondioksit emisyonunun yaklaşık %70’i, ev aletlerinin %50’sini oluşturan klima, buzdolapları ve TV aletlerinden geliyor.

Zhang vd. (2020) enerji tasarruflu cihazların tüketici satın alma davranışlarını ve tüketicinin kendi değer sistemlerine ve ürün algılarına odaklanarak tüketici açısından bu konuyu incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre tüketicilerin enerji tasarrufu sağlayan cihazları satın alma konusundaki tutumlarının, bir fiyat primi ödemeye istekliliğini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, enerji verimliliğini etiketleyen kurumsal mekanizma ve kişisel normların algılanan etkinliği, tüketicilerin satın alma tutumlarını önemli ölçüde ve olumlu yönde etkilemektedir. Zeng vd. (2014) 2012’de Çin halkı için enerji verimliliği için başlatılan sübvansiyon programını araştırmıştır. Bu program da Çin, Haziran 2012’de 4.26 milyar \$ enerji tasarruflu cihaz sübvansiyon programını başlatmıştır. Bulgular tüketicilerin çoğunun enerji tasarruflu cihazlar konusunda sadece %10’dan daha az olacak şekilde ödemeye razı olduklarını ve eğer sübvansiyon büyüklüğü %20 ile %30 arasında olursa bu programın amacına daha iyi hizmetler edebileceği sonucuna ulaşmıştır.

1.3.1.2. Bilişsel Yansıma

Tüketicilerin genellikle “enerji verimliliği açığı” olarak adlandırılan düşük maliyetli enerji verimliliği teknolojilerine yatırım yapma konusundaki tereddütler, on yıllardır enerji ve çevre ekonomisinde bir bilmece olmuş ve birçok faktör önerilmiştir (Jaffe ve Stavins, 1994:99). AB’de enerji etiketleri cihazları sınıf benzeri verimlilik sınıflarına ayrılarak enerji tüketimi hakkında kaba özet bilgiler sunmaktadır. Bu gibi verimlilik sınıflarının sağlanması, ürün özelliklerinin minimum bilişsel çaba ile değerlendirilmesini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Bu uygulama bilişsel yansımanın, tüketicilerin enerji verimliliğini değerlendirmesi için önemli bir açıklayıcı faktör olduğunu göstermektedir. Andor vd. (2019) çalışmalarında Yaklaşık 3.600 Alman hane halkı arasında bilişsel yansımanın tüketicilerin enerji verimliliğini nasıl etkilediğini ve tüketicilerin AB enerji

etiketine verdikleri tepkiyi araştırmıştır. Sonuçlar düşük bilişsel yansımalarla sahip tüketicilerin enerji verimliliğine daha az değer verdiğini göstermektedir. Ayrıca, düşük bilişsel yansıma düzeyi olan tüketicilerin, yıllık enerji kullanımı hakkında ayrıntılı bilgi almak yerine, öncelikle sınıf benzeri enerji verimliliği sınıflarına dayalı cihazları seçtiklerini göstermektedir.

1.3.1.3. Personel

Tüketicilerin enerji tasarruflu cihazlar satın almasında önemli sebeplerden biri de bu ürünleri satan satış personeli. Satış personeline eğitim ve teşvik vererek enerji tasarruflu cihazlar hakkında tüketicilere etkin ve doğru bilgi verilmesinin tüketicileri enerji tasarruflu cihazlar almaya ikna edebileceğidir (Zeng vd., 2014:30; Gaspar ve Antunes, 2011:7337). Bir başka önemli konu ise bir kamuoyu bilinçlendirme kampanyası için yeterli bir bütçe, enerji verimliliği programının başarısı için şarttır (Egan, 2001). Dolayısıyla politika yapıcılar için programın pazarlanması, reklamı ve ulaşılması yeterli bir bütçe ile geliştirmeleri gerekir. Program ayrıca yazılı basın, televizyon reklamları ve özellikle perakende tanıtımları içerebilecek iletişim kanallarını da çeşitlendirmelidir. Kamu kampanyası için harcanan çaba, sadece sübvansiyon programına ilişkin kamu bilincini arttırmakla kalmayacak, aynı zamanda nihai cihaz pazarı dönüşümünün daha yüksek enerji verimliliklerine doğru dönüşümüne büyük katkı sağlayabilecek uzun vadeli yayılma etkileri sağlayacaktır.

1.3.1.4. Yenilenebilir Enerji

Ndebele (2020) Yeni Zelanda'da elektrik piyasalarını incelemiştir. Yeni Zelanda'da yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimine hâkimdir ve 1986'daki reformlardan bu yana hiçbir devlet teşviki veya yeşil pazarlama olmadan gelişmiştir. Yeni Zelanda hükümeti doğrudan bir destek olmadan 2025'te %90'lık bir yenilenebilir enerji hedefi belirlemiştir. Tüketicilerin ortalama olarak yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektriğin payında yüzde 10'luk bir artış için ayda 3.20 dolar veya mevcut elektrik faturalarının %2'sini fazladan ödemeye istekli olduklarını göstermektedir. Bu bulgular, tüketicilerin bir piyasanın yenilenebilir enerji kaynaklarına hâkim olduğu yerlerde bile yenilenebilir enerji üretimini desteklemeye istekli olduğunu göstermektedir. Batley vd. (2001) İngiltere'de Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik için ödeme

yapma isteğini araştırmıştır. Sonuçta yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrikte kullanılması genellikle desteklenmektedir. Ayrıca ödeme istekliliğinin gelire ve sosyal statüye göre değiştiğini göstermiştir. Bigerna ve Polinori (2014) ise İtalyan hanehalkı için yeşil enerji konusunda ödeme istekliliğini araştırmıştır. İtalya 2020'ye kadar elektrikliğin %26.4 oranında yenilenebilir kaynaklardan sağlamayı hedeflemiştir. Bu hedef gerçekleşirken hanehalkına ek maliyet olarak yansıyacaktır. Bu yüzden hanehalkların yeşil enerji konusunda dikkate değer ödeme isteği bulunduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Yang vd. (2018) Danimarka'da yeşil elektrik satın alma istekliliğini araştırmıştır. Bulgular eğer olumlu bir çerçevelendirme yapıldığında tüketicilerin yeşil elektrik satın alma konusunda daha istekli olacağı gösterilmiştir.

1.3.1.5. İnternet

Artık internet üzerinden alışveriş yapılabilir, bilgi alınabilir, evden çalışabilir veya e-posta kullanılarak arkadaşlarla iletişim kurulabilir. İnternet kullanımı insanların hayatını kolaylaştırdığı gibi enerji etkinliğini de artırmıştır. Yarrow vd. (2002) yüksek lisans derslerinin öğrenci ve personel davranışları ve çevreye karşı tutumları üzerine etkilerini araştırırken internetin enerji etkinliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu görmüştür. Uzaktan eğitimi kurslar birçok öğrenci açısından temel internet okuryazarlığı için bir katalizör görevi görmüştür. Bu nedenle internet tabanlı eğitim bazıları için kursun seyahat miktarını azaltmıştır. Herring ve Roy (2007) teknolojik yenilik, enerji tasarruflu tasarım ve geri tepme etkisi üzerine yaptığı çalışmada internet tabanlı uzaktan eğitim kursları geleneksel kampüs temelli üniversite kurslarına göre %90 daha az enerji tükettiğini belirtmiştir. Ayrıca geleneksel kampüs temelli üniversite kurslarına göre %85 daha az karbon emisyonu ürettiğini göstermiştir. Bu yüzden internet tabanlı kursların kampüs temelli kurslara kıyasla çok daha düşük etkileri, temel olarak öğrenci seyahatlerinin miktarında büyük bir azalma, kampüs sahasının kullanımında ölçek ekonomileri ve öğrencilerin konut enerji tüketimi konusunda çoğunun ortadan kalkacağını ifade etmiştir. Ayrıca yarı zamanlı yükseköğrenim kursları, tam zamanlı kampüs tabanlı kurslara göre %60 oranında daha az, uzaktan eğitim kursları ise tam zamanlı kampüs kurslarına göre yaklaşık %90 daha az enerji tüketmektedir (Roy vd., 2004:57).

1.3.1.6. Bilgilendirme

Çevre dostu ürünlerin enerji tasarrufu özellikleri ve avantajları ürünlere iyi yansıtılamaması enerji tasarrufu sağlayan ürünlerin kötü algılanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, çevresel bilgi politikasının en iyi şekli, tüketicilere enerji ürünlerinin enerji tasarrufu bilgilerini sağlamak ve bilgilerin güvenilirliğini artırmak için üçüncü taraf sertifika etiketleri vermektir (Vanclay vd., 2011:153). Sammer ve Wüstenhagen (2006) AB enerji verimliliği etiketlerinin tüketicilerin çamaşır makinesi tercihleri üzerindeki etkisini araştırmış ve İsviçreli tüketicilerin, enerji tasarrufu sağlayan ürünlerin her açıdan daha iyi performans gösterdiğine inandığını ve böylece enerji tasarrufu sağlayan ürünler almaya istekli olduklarını tespit etmiştir.

Nolan vd. (2008) Kaliforniya’da hanehalkları üzerinde yaptığı çalışmada hanehalklarının enerji tüketim davranışlarını nasıl değiştirebileceği ile ilgili deneysel bir çalışma yapmıştır. Bunun için çalışmada bulunan orta sınıf bir mahalledeki hanelere enerji tasarrufu ile ilgili bilgilendirme mesajları atılmıştır. Bu mesajlar haneleri iki gruba ayırarak farklı mesajlar gönderilmiştir. İlk olarak çevre, toplum ve para tasarrufu ile ilişkili olan enerji tasarruf mesajı, diğer hane grubuna ise komşularının enerji tasarrufu yaptığını gösteren betimsel bir norm eklenmiştir. Bulgular göstermiştir ki ikinci gruptaki hane halkları birinci gruptakilere göre daha fazla enerji tasarruf ettiklerini gözlemlemiştir. Delmas vd. (2005) 1975’ten 2012’ye kadar deneysel çalışmaların bir meta-analizini yaparak bilgi stratejileri ve enerji tasarrufu davranışı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bulgular göstermiştir ki kullanıcılara tasarruf ipuçları, tarihi bireysel kullanım, gerçek zamanlı enerji kullanımı gibi bilgiler bireylerde elektrik tüketimini ortalama%7,4 azalttığı görülmüştür.

1.3.1.7. Tüketici Davranışı

Dünya genelinde ortalama olarak konut sektörü, tüm sektörler tarafından tüketilen enerjinin yaklaşık %30’unu oluşturmaktadır (Swan ve Ugursal, 2009:1820). Türkiye’de dünya ortalamasının üstünde olarak konutlarda tüketilen enerji, toplam enerji kullanımının %31’ine ve tüketilen elektrik enerjisi ise, toplam elektrik kullanımının %43’üdür (Bozkurt, 2008:18). Enerji tüketimi içindeki payı bakımından binalar birçok ülkede nihai enerji kullanımının önemli bir kısmını temsil etmektedir. Dolayısıyla, hanehalkı sektörü önemli ölçüde enerji tasarrufu potansiyeline sahip ve enerji tüketimini

azaltmaya yönelik gelecekteki girişimlerin önemli bir odak noktasıdır. Bu yüzden tüketicilerin tasarruf potansiyelini artıran nedenlerin belirlenmesi uygulanacak politikalar açısından somut veriler sunmaya yardımcı olacaktır.

Avusturya'da konut sektörünün ısıtma içindeki payı toplam nihai enerji kullanımının %27'sini ve nihai enerji kullanımının %67'si gibi ciddi bir orana sahip olduğundan Holzmann ve Schmid (2018) Avusturya'da konut ısıtma sektöründe tüketici davranışlarını incelemiştir. Bulgular göstermiştir ki tüketici davranışının ısıtma için enerji talebi üzerinde tasarruf yoluyla önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

1.3.1.8. Bilgi Yayılması

Bilgi etiketlerinin, gruplar arasında stratejik olarak paylaşılması durumunda yayılabileceğine dair bazı kanıtlar vardır. Örnek olarak enerji tasarrufu ipuçları sunan eğitim programlarının, evde bilgi paylaşıldığı zaman birçok aile üyesi üzerinde çarpan etkisi oluşturabilecektir (Dias vd., 2004:1346). Enerji insanların yaşam kalitesi için önemli bir bileşendir ve doğru kullanılması gerekir. Bu yüzden okullarda enerji kaynaklarının mevcut durumu, yakıt ikamesi, çevreye etkileri ve enerji verimliliği ve etkinliği gibi enerji eğitimi verilmesi gerekir. Bunun için enerjinin kendi içinde ayrı bir disipline yani bağımsız bir müfredata ihtiyaç vardır. Fakat maalesef diğer disiplinler arasında öğretilmeye maruz bırakılmıştır. Enerji eğitiminin hedefleri öğrencilere enerji krizlerini, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları ve potansiyellerinin okullarda öğretilmesi ve bu bilgilerin paylaşımı enerji etkinliğini artırmada fayda sağlayacaktır. Bazı enerji kaynaklarını kullanabilmek için beceri kazandırma ve çevresel farkındalık oluşturma gibi hedefler vardır (Kandpal ve Garg, 1999:72). Bu şekilde öğrenciler hem kendileri hem de çevrelerine farkındalık kazandırabilirler. Ancak Erten (2002:70)'e göre ise öğrenciler enerji tasarrufu konusunda okulda öğrendiği bilgileri hem evde kendileri uyguladığı hem de çevresel farkındalık oluşturdıklarına dair belirgin bir durum yoktur.

1.3.2. Enerji Verimliliğini Etkileyen Talep Yanlı İktisadi Faktörler

1.3.2.1. Gelir

Kentlerde yaşayan düşük gelir grubundaki insanlar enerji kullanımını azaltırken, orta ve yüksek gelirli gruplarda enerji kullanımını artmaktadır (Poumanyong ve Kaneko, 2010:434). Gelir açısından zengin insanlar diğer dar gelirli insanlara göre daha fazla

enerji tasarrufu teknolojisine yatırım yapma eğiliminde olabilirler (Sperling vd., 2016:21). Aynı zamanda daha varlıklı bireyler, günlük tüketim modellerini (örneğin düşük termostat, ışıkları söndürme) değiştirmek için fiyat teşviklerine karşı daha az duyarlı olabilirler. Enerji talepleri örneğin elektrik tarifelerinde fiyat artışıyla karşı karşıya kaldıklarında daha elastik olabilirler. Yang ve Zhao (2015) Çin’li şehir sakinleri üzerinde sübvansiyonların enerji tasarruflu ve yenilenebilir enerji ekipmanı satın alma konusunda düşük ve yüksek gelirli aileler üzerine yaptığı çalışmasında sübvansiyon teşviklerinin yüksek gelirli aileler için yerli enerji tasarruflu ve yenilenebilir enerji ekipmanları satın alma konusunda daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde yatak odası sayısı genel olarak hane halkı gelirin bir göstergesi olduğundan, daha fazla yatak odası olan hanehalkları genellikle daha yüksek bir enerji tüketimine sahiptir (Yohanis vd., 2008:1057).

1.3.2.2. Fiyat

Sun vd. (2016) otomobil pazarı için Çin’de enerji fiyatlandırma reformu ve enerji verimliliği üzerine araştırma yapmışlardır. Amprik sonuçlar benzindeki fiyatlandırma reformunun Çin’deki otomobil sektöründe enerji etkinliğini artırma hedefine ulaşmış olmasına rağmen, etkilerinin büyüklüğünün %6,25 ve hükümet tarafından belirlenen yakıt verimliliği hedefi ile karşılaştırıldığında nispeten mütevazı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle otomobil pazarında ve ayrıca Çin’deki diğer sektörlerde yakıt verimliliğini arttırmak için daha fazla politika önleminin dikkate alınması gerekmektedir. Uzun vadede benzin fiyatları yükselirse, tüketiciler daha az araba kullanmayı tercih edebilir. Ullah vd. (2019) çalışmalarında Pakistan için Elektrik yoğunluğu ve etkinliğinin arkasındaki faktörleri araştırmıştır. Çalışma sonuçları elektrik fiyatlarının yoğunluk değişimleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını gösterirken, petrol ve doğalgaz fiyatlarının verimlilik kanalı üzerinden elektrik yoğunluğunu önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Tüketicileri enerji verimli ürünler satın almaya iten parametrelerden birinin elektriğin perakende fiyatı önemlidir (Reiss ve White, 2008:656). Zeng vd. (2014) 2012 yılı için halkın yararına enerji verimli ürünleri teşvik edilmesinin sonuçlarını araştırmıştır. Çin’in ortalama elektrik fiyatı 1996 yılında 0.262 RMB/kWh’den 2007 yılında 0.51 RMB/kWh’ye ve daha sonraları sürekli olarak yükselmiştir. Bu nedenle Çin’in elektrik fiyatındaki sürekli artışı Çin’li tüketicilerin çoğunluğunun enerji tasarruflu

cihazlar satın almasının başlıca nedeni olduğunu açıklayan nedenlerden biri olarak bulunmuştur.

1.4. Enerji Etkinliğini Etkileyen Demografik, Kurumsal ve Kültürel Faktörler

1.4.1. Kentleşme

Enerji etkinliğini etkileyebilecek faktörler arasında kentleşme önemli bir yere sahiptir. Kentleşme, enerji kullanım ve emisyon dâhil olmak üzere çeşitli çevresel konular arasındaki ilişki son yıllarda yoğun olarak incelenmiştir. Kentleşmenin enerji etkinliği üzerindeki etkisi farklılık göstermektedir. Bazı araştırmacılar kentleşme yoğunluğunun enerjiye olan ihtiyacı ve emisyonu arttırdığını söylemiştir (Parikh ve Shukla, 1995; Bakirtaş ve Akpolat, 2018). Diğer taraftan diğer araştırmacılar, kentleşme ve kentsel yoğunluğun, kamu altyapısının etkin kullanımını (örneğin, toplu taşıma ve diğer kamu hizmetlerini) iyileştirerek enerji kullanımını ve emisyonu azalttığını savunmuşlardır (Chen vd., 2008:29).

Her ne kadar kentleşme ekonomik modernleşme bağlamında sık sık tartışılsa da, kentsel yoğunluğu artıran ve insan davranışı organizasyonunu dönüştüren ve hane halkı enerji kullanım modellerini etkileyen demografik bir göstergedir (Barnes vd., 2005:93). Kentleşmenin enerji kullanımı ve CO₂ üzerindeki etkilerini araştıran Poumanyvong ve Kaneko (2010) kentleşmenin, düşük gelirli grupta enerji kullanımını azaltırken, orta ve yüksek gelirli gruplarda enerji kullanımını artırdığı sonucunu elde etmiştir. Ayrıca kentsel alanlarda yaşayan hane halklarının kırsal alanlardan daha fazla elektrik harcadıklarını ve azami gelirin tarım sektöründen geldiğini göstermektedir. Bu nedenle ülkelerin istihdam, yaşam standardı ve ekonomiyi artırmak için kırsal alanlarda yenilenebilir enerji projeleri sağlaması gerektiği önerilmektedir (Raza vd., 2019:4). Kentleşmenin enerji etkinliği üzerindeki etkisini araştıran Sadorsky (2013) ise kentleşmenin daha fazla ekonomik faaliyet nedeniyle enerji yoğunluğunun artmasına yol açan, daha yüksek bir tüketim ve üretim yoğunluğu anlamına geldiğine ulaşmıştır.

Ancak kentleşme ölçek ekonomileri yoluyla enerji etkinliğinde artış için önemli bir fırsat sunmaktadır. Kentleşmeyi açıklayıcı bir değişken olarak ölçmek için şehir nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı olarak alan Chen vd. (2019)'e göre kentsel nüfusun 1 birim artması marjinal etkinin sonuçlarına göre enerji etkinliğinde yaklaşık %0.02 azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca kentsel alanlarda, toplu taşıma araçlarının uygulanabilirliğini

artıran en büyük sebep yüksek nüfus yoğunluğudur. Örneğin Japonların dağınık, uzak banliyölerde yaşamamasının önemli bir sebebi, otomobilin büyük kentsel alanlara girmesinin pahalı ve pratik olmayışdır (Lipscy ve Schipper, 2013:256).

1.4.2. Kurumsal ve İdari Kalite

Sheikh vd. (2016) çalışmasında yenilenebilir enerji üzerine sosyal ve politik etkileri incelemiştir. Bulgular göstermiştir ki enerji etkinliğine olumlu etkisi bulunan yenilenebilir enerjinin gelişimi, yayılması, büyümesi, arzı ve genel etkilerini etkileyen hükümet politikalarının ve düzenlemelerinin yürürlüğe girmesi enerji etkinliği adına belirleyici bir rol oynamaktadır. Cadoret ve Padovano (2016) Avrupa Birliği (AB) için yenilenebilir enerji kaynaklarının yayılmasını etkileyen itici güçleri araştırmıştır. Bulgular çevre ve enerji politika kararlarını hükümetlerin kalitesi ve ideolojileri belirlediği yönündedir. Ayrıca politik faktörler yenilenebilir enerjinin nicel olarak önemli bir itici güçüdür. Kurum kalitesinin artışı yenilenebilir enerjinin önemini artıracak ve yenilenebilir enerji kullanım yayılımını olumlu etkileyecektir.

Ayrıca Galang (2012) Devlet verimliliği ile uluslararası teknolojinin benimsenmesi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Her firmanın bulunduğu devlet kurumlarının verimliliğinden etkilendiğini ve düşük hükümet verimliliği olan ülkelerde teknoloji yatırımlarının geciktirileceği ve daha düşük teknolojiye sahip oldukları için enerji etkinliğinin iyileştirilmesini olumsuz etkileyerek yavaşlatacağıdır. Ayrıca ekonomilerde kurum kalitesinin hükümetler için önemli olan sosyal refahı artırmada daha etkili çevre politikasına ve dolayısıyla daha yüksek enerji etkinliğine yol açtığını ve hükümet verimliliğinin enerji etkinliğini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Özellikle OECD ülkelerinde daha yüksek devlet verimliliği daha yüksek enerji verimliliğine neden olmaktadır. Dolayısıyla hükümet kalitesinin ve idari verimliliğin, enerji etkinliği politikalarının uygulama sürecinde çok önemli etkileri vardır (Chang vd., 2018:74). Persson ve Tabellini (2002) hükümet kalitesinin ve idari verimliliğin, enerji verimliliği politikalarının uygulama sürecini etkilediğini belirtmiştir. Bu nedenle, hükümetin verimliliğini ölçen değişkeni “Devlet Etkinliği” olarak değerlendirmiştir. Devlet verimliliği (WGI) “Kamu hizmetlerinin kalitesi ve siyasi baskılardan bağımsızlık derecesi, politika oluşturma ve uygulama kalitesi” kavramını yakalamak için Dünya Bankası Yönetişim Göstergeleri’nden (Dünya Bankası tarafından yayınlanan WGI)

devlet verimliliği (WGI) yaklaşık -2,5 ile 2,5 arasında değişmekte ve yüksek bir değerin daha iyi bir yönetim kalitesini temsil ettiğini belirtmektedir.

Fredriksson ve Svensson (2003) ise büyük kurum kalitesinin hükümet için önemli olan sosyal refahı artırmaya olanak sağladığını, daha etkili çevre politikasına ve dolayısıyla daha yüksek enerji verimliliğine yol açtığını belirtmiştir.

1.4.3. Politik İdeoloji

Politik ideoloji ilgili hükümetin ideolojik yönelimini temsil etmektedir (Chang ve Berdiev, 2011:819). Yani güçlü siyasi partiler, ülkelerinin çevre koruma politikalarını ve düzenlemelerini etkilemektedir. Politik bakış açısı enerji etkinliğinin iyileştirilmesine yol açabilecek olan enerji teknolojilerinin benimsenmesinde önemli bir husus olarak kabul edilmektedir. Bjørnskov (2005) hükümet ideolojisi ölçütlerine göre hedef ülkelerin ideolojik yönelimini yansıtmak için -1 ile sol kanadı, 0 ile merkezci ve 1 ile sağ kanadı belirleyerek ekonomik büyüme üzerine yaptığı çalışma bulgularına göre, sağ ile yönetilen hükümetlerin ekonomiye müdahalelerinin daha az olduğu ve daha çok yasa ve düzen ile ilgilendiği ve yüksek yasal kalite yaşandığını elde etmiştir.

Diğer taraftan Chang vd. (2015) 23 OECD ülkesi için hükümet ideolojisinin enerji verimliliği üzerine etkisini araştırmıştır. Bulgular sol hükümetlerin çevre yanlısı politikaları benimsemeye sağa göre daha yatkın olduğu, daha fazla yenilenebilir enerji dağıtımını teşvik ettiği ve enerji etkinliği ile ilgisinin daha yüksek bulunduğu ve OECD ülkeleri için gelecekte göz ardı edilemez bir kritik rol oynadığı görülmüştür. Chang vd. (2018) benzer olarak bir hükümetteki sol partilerin, daha düşük bir yolsuzluk seviyesinin, kişi başına düşen GSYİH'nın ve daha büyük brüt sermaye oluşumunun enerji etkinliğini iyileştirilmesine katkıda bulunacağını belirtmiştir. Buna karşın daha fazla endüstriyel üretim, daha yüksek ithal petrol fiyatlarına katkıda bulunduğunu göstermiş ve daha katı enerji piyasası düzenlemesinin enerji etkinliğinde artışa yol açtığı sonucuna ulaşmıştır.

1.4.4. Enerji Endüstrisinde Lobicilik

Geleneksel enerji endüstrilerinde lobi etkisinin yüksek maliyetler nedeniyle yenilenebilir enerjinin gelişmesini zorlaştırmakta ve enerji etkinliğinin iyileştirilmesinde faydalı olmayan geleneksel yakıtların muazzam kullanımına yol açmaktadır (Marques vd., 2010:6877). Enerji konusunda daha büyük lobi grubu koordinasyon maliyetleri daha sıkı

enerji politikası ile sonuçlanır (Fredriksson vd., 2004:207). Chang vd. (2018) sermaye sahiplerinin lobicilik faaliyetlerini göz önüne alarak, OECD ekonomileri için devlet verimliliği ile enerji verimliliği arasındaki ilişkiyi araştırırken lobi etkisi olarak *Endüstri* değişkenini kullanmıştır.

1.4.5. Uluslararası Yaptırımlar

Uluslararası yaptırımların uygulanması enerji etkinliğini azaltır ve farklı uluslararası yaptırım türlerinin, enerji etkinliği üzerinde farklı etkileri vardır. Çünkü uluslararası yaptırımlar genellikle hedef ülkelerin GSYİH büyümesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Neuenkirch ve Neumeier, 2015:110). Uluslararası yaptırımlar nedeniyle GSYİH bir azalma söz konusu olduğunda birim enerji başına GSYİH azalacaktır. Bu nedenle uluslararası yaptırımlar enerji etkinliğini azaltmaktadır. Ayrıca teknolojik ilerlemenin enerji verimliliğini arttırmada hayati bir rol oynadığı göz önüne alındığında hedef ülkelerin teknolojik gelişimi kısıtlanacaktır. Çünkü yaptırımlar sırasında donanım ve teknik hizmetler sağlanmayacak ve hedef ülkelerin ekonomilerini geliştirmek için yalnızca endüstriyel ekipman kullanmalarını sağlayacak şekilde yaptırımlar süresince durdurulacaktır. Bu nedenle uluslararası yaptırımların uygulanması, teknolojik gelişmeleri sınırlandırarak enerji etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Diğer bir neden ise ekonomistler sermayenin bir ülke ekonomisinde çok önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Uluslararası yaptırımlar başladığında yatırım, finansal işlemler ve ihracat kredilerinin yanı sıra nihayetinde büyük bir çıkışa neden olacak varlıkların dondurulması nedeniyle yaptırımla karşı karşıya kalan ülkeden yabancı yatırımların sayısında bir düşüş ve bazı yabancı şirketlerin geri çekilmesi ortaya çıkacaktır. Bu tür sermaye çıkışı, enerji etkinliği iyileştirmesinin yatırımdaki düşüşü nedeniyle, yaptırım yapılan ülkenin enerji etkinliğini bir dereceye kadar azaltacaktır. Portela ve Von Soest (2012) farklı sınıflandırma kriterlerine göre yedi tür uluslararası yaptırımı dikkate almıştır. Bunlar tek taraflı, çok taraflı, ABD, AB, BM, ekonomik ve ekonomik olmayan yaptırımlardır. Ardından yaptırımların farklı yoğunluklardaki etkilerini de gözlemlemiştir. Alanındaki çeşitlilik ve farklı göndericilerden kaynaklanan uluslararası yaptırımların yoğunluğu, enerji etkinliği üzerinde farklı etkilere neden olacak ve yaptırım yapan ülke sayısı da enerji etkinliğini çeşitli şekillerde etkileyecektir. Bu

nedenle, uluslararası yaptırımlarla karşı karşıya kalırken, hedeflenen ve etkili müdahale önlemleri alabilmek için farklı yaptırımların çeşitli etkilerini araştırmak faydalı olacaktır. Chen vd. (2019) çalışmalarında farklı uluslararası yaptırımların enerji etkinliği üzerindeki etkilerini araştırmakta ve dış şoklar altında enerji verimliliği iyileştirmelerine odaklanmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre genel olarak, tek taraflı yaptırımların uygulanmasının enerji verimliliğinde %0.067 azalmaya yol açmaktadır. Dahası BM yaptırımlarının uygulanması, ABD'nin yaptığı yatırım sonucu ortaya çıkan verimliliğin hedef eyaletlerin enerji verimliliğinde %0.042 oranında azalmasından daha büyük bir düşüşe sahiptir.

1.4.6. Yaş

Enerji tasarrufu ve yaş arasındaki ilişkiyle ilgili birçok çalışma vardır. Yaş açısından, ülkeler arası bir çalışmada (Avustralya, İtalya, Güney Kore , Norveç, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda ve İsveç) yaşlı insanların enerji kullanımını genç insanlardan daha fazla azaltma eğiliminde olduğunu bulmuştur (Urban ve Scasny, 2012:78). Sperling vd. (2016) Hindistan'ın Mumbai kentinde vatandaş altyapısını ve çevre önceliklerini araştırmıştır. Hindistan'da gençler enerji tüketimini azaltmak için daha güçlü ve istekli oldukları ortaya çıkmıştır. Çünkü gençler çevre sorunlarıyla ilgileniyor, iklim değişikliğiyle mücadele ediyor ve yerel çevreyi korumak için daha fazla isteklidir. Benzer şekilde Birleşik Krallıkta 65 yaş üstü ev sahipleri düşük gece enerji tüketimine sahipken gündüz yüksek enerji tüketimine, 40 yaş altı ise gündüz enerji tüketimi düşüktür (Yohanis vd., 2008:1057). Verhallen ve Van Raaij (1981) evde doğalgaz ısıtması konusunda hanehalkı davranışlarını araştırırken çocuk bulunmayan ve çiftlerin çalıştığı hanehalklarının çocuklu veya yaşlı insanlardan daha az enerji tükettiği sonucuna ulaşmıştır. Boylu ve Yertutan (2012)'a göre ise yaş arttıkça enerji tasarruf davranışları olumsuz etkilendiğidir. Diğer taraftan yaşın enerji tüketimi ile ilgisi olmadığını söyleyende olmuştur (Bedir vd., 2013:197).

1.4.7. Cinsiyet

Enerji tüketimini etkileyen bir diğer önemli faktör ise cinsiyettir. Carlsson-Kanyama vd. (2005) kadınlar ve erkekler için enerji etkinliği konusunda ev işlerinde değişiklikleri araştıran projesinde kadınların enerji tasarrufu yapma ihtimalinin oldukça düşük

olduğu yönündedir. Bunun nedeninin erkeklerin çoğunlukla çevre koruma ve enerji tasarrufu ile bağdaşmadığı algılanan ekonomik faaliyetlerle daha fazla meşgul olmaları olabileceğini söylemiştir. Başka bir bakış açısı, erkeklerin çevre konusunda daha bilinçli olma eğiliminde olduklarını ve genellikle daha eğitilmiş ve daha sosyal olarak bağlı oldukları enerji tasarrufu seçeneklerinin ve avantajlarının bilincini artırmaya yardımcı olacaktır (Liere ve Dunlap, 1980:186). Erten (2002) ise erkek ve kız öğrenciler arasında enerji tasarruf tutumu ile ilgili yaptığı araştırmada cinsiyetin enerji tasarrufu ile ilgili belirli bir etkisinin olmadığını görmüştür.

1.4.8. Eğitim

Gelişmiş ülkelerde çevre korumaya veya enerji tasarrufuna yatırım yapma konusundaki istekliliğe eğitim düzeyi önemli katkıda bulunmaktadır (Zarnikau, 2003:1661). Ancak her zaman yüksek eğitim seviyeleri ile davranışsal değişiklikler arasında güçlü bir ilişki olmayabilir (Jridi vd., 2015:43). Bunun nedeni enerji tüketiminde eğitimin dolaylı olarak değişikliklerle bağlantılı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Enerji tasarrufuna yönelik tercihleri değiştirmek için daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır. Enerji insanların yaşam kalitesi için önemli bir bileşendir ve doğru kullanılması gerekir. Bu yüzden okullarda enerji kaynaklarının mevcut durumu, yakıt ikamesi, çevreye etkileri ve enerji etkinliği gibi enerji eğitiminin verilmesi gerekir. Enerji eğitiminin hedefleri öğrencilere enerji krizlerini, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları ve potansiyellerini, bazı enerji kaynaklarını kullanabilmek için beceri kazandırma ve çevresel farkındalık oluşturma gibi hedefleri vardır (Kandpal ve Garg, 1999:72). Ayrıca enerjinin tasarruflu bir şekilde kullanımı için eğitimin insan davranışını değiştirmede en iyi yollardan biridir (Dias vd., 2004:1339). Eğitim ve enerji tasarrufu konusunda farklı ilişkiler bulunmaktadır. Örneğin ilköğretim eğitim düzeyine sahip babalar, lise ve üzerinde eğitim düzeyine sahip babalara göre enerji tasarrufuna daha duyarlıdır (Dablan ve Yılmaz Alarç, 2020:174). Benzer şekilde Boylu ve Yertutan (2012)'nin 176 evli erkek üzerine yaptığı araştırmalara göre eğitim seviyesi yükseldikçe enerji tasarruf davranışları olumsuz etkilenmektedir. Diğer taraftan Gönen ve Kalinkara (1991) tarafından yapılan araştırmaya göre ise enerji tasarrufu konusunda üniversite eğitimine sahip kadınların diğer eğitim düzeylerine sahip kadınlara göre daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

1.4.9. Kapatmak ve Bakım

Elektrik tasarrufları ile ilgili olarak, özel hanehalklarının benimsemesi gereken erdemli davranışlar araştırılmış ve tanımlanmıştır. Böylece bireyler gereksiz yere elektrik kullanımına daha fazla dikkat ederlerse elektrik tüketimi önemli ölçüde azaltılabilir (Nakamura, 2016:677). Örneğin bu gereksiz ışıkları ve elektrikli aletleri kapatmak ve kullanılmayan cihazları beklemede bırakmamakta daha dikkatli olmayı gerektirir. Ayrıca enerji tüketimini azaltmaya yönelik önerilen eylemler arasında elektrikli cihazların daha etkili bakımı (örneğin, dondurucunun düzenli olarak buzunun çözülmesi) ve çok fazla enerji kullanan cihazların değiştirilmesi (örneğin, enerji tasarruflu ampullere geçiş yapılması ve buzdolabının, dondurucuların vb.) yer almaktadır (Thøgersen ve Grønhøj, 2010:7732). Çalışmalar temel olarak bu erdemli davranışları benimsemenin önündeki engellerin yanı sıra sürücülerini de belirlemeye odaklanmıştır. Genel olarak tüketicilerin rasyonel davrandıkları ve davranışlarının yalnızca kişilik özellikleri, konut özellikleri, hanehalkı özellikleri ve iklimi ile değil aynı zamanda elektrik fiyatı ve tüketicilere bilgilerin açıklanması ile ilgili geniş bir dizi faktörden kaynaklandığı varsayılmaktadır (Loi ve Le Ng, 2018:415).

1.4.10. İnanç

Tıpkı demografik ve sosyoekonomik belirleyiciler hakkında geniş bir literatür olduğu gibi, sosyal faaliyetlere de daha fazla bilgi ve katılım düzeyinin enerji tasarrufunu nasıl etkilediği konusunda da büyük bir literatür vardır. Belirleyiciler üzerindeki çalışmalar bağlamında, bazı çalışmalar çevresel inançların enerji tasarruf isteğini etkilediğini öne sürüyor. Daha derinlemesine tutulan çevresel inançlara sahip olanlar, ev enerjisini korumaya daha meyillidirler (Abrahamse ve Steg, 2011:36). Çevre yanlısı tutumların diğer çalışmalarda da enerji tasarrufu üzerinde olumlu bir etkisi vardır (Lutzenhiser, 1992:58). Nolan vd. (2008) Kaliforniya’da hanehalkları üzerinde yaptığı araştırmada telefonla hanehalklarını enerji tasarrufuna iten nedenleri araştırmıştır. Ankete katılanlar çoğunlukla enerji tasarrufunu çevreyi koruma ve sosyal yarar amacıyla yaptıklarını söylemişlerdir. Ayrıca bulgular göstermiştir ki komşularının tasarruf etmeye ilişkin inançları ile kendi tasarruf çabaları arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır.

1.4.11. Yasalar

2007 yılında ABD, daha fazla enerji tasarrufu sağlayan cihazların ve otomobillerin benimsenmesini teşvik etmek için Enerji Bağımsızlığı ve Güvenlik Yasasını (EISA) hayata geçirdi. Herring ve Roy (2007) akkor ampullerin üretimini ve ithalatını etkin bir şekilde yasaklayan Amerika Birleşik Devletleri, EISA enerji yetkisi beklentisiyle tüketici davranışını araştırmıştır. 75 W akkor ampülü 18 W kompakt floresan ampul ile değiştirildiğinde yaklaşık zamanla %75'lik bir enerji tasarrufu beklenebilir. NRDC (2011:1)'ye göre, EISA yürürlükten kaldırılmadığı sürece ortalama Amerikan hane halkını her yıl 85 dolar ve her yıl tam olarak uygulandığında ise ulusal olarak 12,5 milyar dolardan fazla tasarruf sağlayacaktır.

1.4.12. Ekonomik ve Sosyal Küreselleşme

Yükselen ekonomilerde daha fazla ekonomik küreselleşme ev sahibi ülkeye daha fazla yabancı sermayenin ve daha fazla teknolojinin girmesine neden olmaktadır. Ev sahibi ülkeye gelen teknoloji yayılım etkisiyle sanayi sektöründe üretilen malların kalitesine, bilgisayarların ve dolayısıyla daha fazla teknolojinin yer almasına neden olmaktadır. Bu durum sanayi sektöründe üretimin en önemli girdileri arasında yer alan enerji alanına da yansıtacağından yükselen ekonomilerde sanayi sektöründe enerji etkinliğinin artmasına neden olmaktadır.

Yükselen ekonomilerde hizmetler sektörü için artan küreselleşme turizm, seyahat, sermaye hareketliliği, geniş internet ağı, bilgisayarların daha fazla kullanılması ve teknolojinin gelişmesinin yanında iklim değişikliğine ve çevre kalitesine daha duyarlı olan yerli ve uluslararası antlaşmalarda yer almasına neden olmaktadır. Bu durum yükselen ekonomilerde en yüksek paya sahip hizmetler sektörü için enerji etkinliğini olumlu etkileyecektir.

1.4.13. Ekonomik Özgürlük Endeksi

Yükselen ekonomilerde sanayi sektörü için artan ekonomik özgürlük daha fazla üretime neden olmaktadır. Bu durum bu ekonomilerde iş yapma kolaylığını da artıracaktır. Ancak artan kolaylık beraberinde daha fazla kar amacıyla çıkarma ve işleme işlemlerinde yüksek teknoloji gerektirmemesi ve kolay ulaşılabilir olmasından dolayı fosil yakıt kullanımını artıracığından enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesi değerlendirilmektedir.

1.4.14. Ekonomik Karmaşıklık

Yükselen ekonomilerde yaşanan yüksek ekonomik karmaşıklık (kompleksite) ekonomiler içerisinde daha fazla üretkenlik anlamına gelmektedir. Bu durum yükselen ekonomiler için daha fazla hizmetler, daha fazla personel ve daha fazla enerji kullanımı anlamına gelmektedir. Ekonomileri fosil yakıta bağımlı olan ülkeler için daha fazla fosil yakıt tüketimine, daha yüksek çevresel bozulmalara yol açtığından dolayı hizmetler sektörü enerji etkinliği olumsuz etkilenecektir.

1.4.15. Hükümet Etkinliği

Hükümet etkinliği kamu hizmetlerinin kalitesini ve bu hizmetlerin siyasi baskılardan bağımsızlığının yanında politika oluşturma ve başarılı bir şekilde sonuçlanmasını ölçmektedir (Akal vd., 2012:117). Ayrıca etkin bir hükümet herhangi bir yasadışı faaliyet ve şiddetle hükümetin devrilmesini ve bozulmasına neden olarak yabancı sermaye için güven verecektir (Gökmenoğlu vd., 2012:33).

Ekonomi yöneticilerinin en önemli görevleri arasında yer alan sosyal refahı artırmak gelire bağlı olduğu gibi daha iyi, daha kaliteli, daha başarılı hizmetlerin yanında daha temiz çevreye de bağlıdır. Dolayısıyla enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt bulunduran yükselen ekonomilerde daha etkin bir hükümetin daha etkili çevre odaklı enerji politikalarını ve enerji verimliliğine yol açacak stratejileri hayata geçirmede önemli olduğu beklenmektedir.

1.4.16. Hukukun Üstünlüğü

Hukukun üstünlüğü suç ve şiddet olasılığı algısını, toplumsal kurallara ne kadar uyulduğunu ve bu kurallara güven derecesini, adaletin, güvenlik güçlerinin, mülkiyet haklarının ve sözleşme icrasının kalitesini ölçmektedir (Akal vd., 2012:117). Dolayısıyla daha yüksek hukuk üstünlüğü yerli ve yabancı yatırımcılara eşit rekabet ortamı sağlamasının yanında yabancı sermaye girişi için önemli görülen güven, adalet ve şiddetin az bulunduğu ortamlar için uygun zemin olduğunu göstermektedir.

Yüksek oranda enerji kullanımı ve çevreye salınan zararlı gazlar düşünüldüğünde hizmetler sektöründe yapılacak iyileştirmeler yükselen ekonomiler özelinde dünya için çok önem arz etmektedir. Etkin bir hükümetle enerji alanında yapılacak düzenleyici ve

etkili hukuksal düzenlemelerin hizmetler sektörü başta olmak üzere diğer tüm sektörlerde enerji etkinliğinin olumlu etkilenmesine neden olacağı düşünülmektedir.

1.5. Sektörel Enerji Verimliliğini Etkileyen Sektöre Özel Faktörler

Sektör bazında enerji etkinliğini etkileyen faktörlerin araştırılması genel ekonomi düzeyinde enerji etkinliğini etkileyen faktörlere göre detay barındıracağından enerji etkinliğini artırmaya yönelik politikaların etkinliğini de artıracaktır. Bu yüzden sektörel olarak enerji etkinliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ortaya konacak ve uygulanacak olan politika ve stratejiler için önemlidir.

Sektörel faktörlerin sektörel enerji etkinliğini nasıl etkileyeceği üzerine burada kısa bilgiler verilip, detaylı literatürel bilgilere sektörel model tahminlemesinde değişkenler temelinde yer verilecektir.

1.5.1. Sanayi Sektöründe Enerji Etkinliğini Etkileyen Faktörler

1.5.1.1. Sanayi Sektörü Fosil Yakıt Kullanımı

Yükselen ekonomilerin gerçekleştirdiği yüksek büyüme rakamları için sanayi sektörü üretimi çok önemli bir paya sahiptir. Bu üretim yapılırken kullanılan enerji ise önemli bir maliyet getirdiğinden, yükselen ekonomilerde yüksek teknoloji gerektirmemesi ve çıkarılması kolay olduğundan kömür gibi fosil yakıtların tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu ekonomilerde fosil yakıt kullanımının artması çevre kirliliğini artırmanın yanında enerji etkinliğini de olumsuz etkilemektedir. Ayrıca yükselen ekonomilerde genel olarak doğalgaz ve petrolün dışarıdan ithal edilmesi bu ekonomilerde enerji etkinliğini olumsuz etkilemesinin yanında yüksek cari açıklara sebep olmaktadır.

1.5.1.2. Sanayi Sektörü Elektrik Kullanımı

Elektrik tüketimi yükselen ekonomilerde sanayi sektörü için üretim artışına neden olmaktadır. Ancak elektrik üretiminde kullanılan enerji kaynakları genel olarak dışarıdan ithal edilen fosil yakıt ile karşılanmaktadır. Bu durum yükselen ekonomilerde sanayi sektörü elektrik kullanım artışına paralel olarak çevre kalitesi, dışa bağımlılık ve enerji etkinliği olumsuz etkilenmektedir.

1.5.1.3. Sanayi Sektörü Katma Değeri

Sanayi sektörü enerji etkinlik ölçüsü “Sanayi sektörü GSYİH’sı / Sanayi sektörü enerji kullanımı” şeklinde hesaplanmaktadır. O halde sanayi sektörü katma değeri sanayi sektörü enerji etkinliğinin birincil belirleyicisidir. Dolayısıyla sanayi sektörü katma değerinde yaşanacak artışlar bu sektör için enerji etkinliğinin artmasına neden olacaktır.

1.5.1.4. Sanayi Sektörü CO₂ Emisyonu

Genel ekonomik büyümenin çarkı olan sanayi sektöründe artan üretim ve büyüme beraberinde enerji talebini artırmaktadır. Bu artan talep yükselen ekonomilerde enerji kaynakları arasında yüksek paya sahip olan fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. O halde genel olarak daha ekonomik yüksek büyüme, sanayi sektöründe daha fazla üretime ve büyümeye bu durum ise daha fazla fosil yakıt kullanımını artırarak daha fazla CO₂ emisyon oluşumuna neden olacağından enerji etkinliğini olumsuz etkileyecektir.

1.5.1.5. Orta ve İleri Teknoloji İçeren Mal İhracatının Toplam Sanayi İhracatı İçindeki Payı

İhracat artışları yükselen ekonomilerin gerçekleştirdiği yüksek büyüme rakamlarının önemli bir itici gücüdür. Bu yüzden yükselen ekonomilerde yaşanan yüksek teknoloji içeren malların ihracatı sanayi sektöründe daha fazla teknolojinin kullanıldığını göstermektedir. Şüphesiz sanayi sektöründe artan teknoloji yayılım etkisiyle enerji girdisine de yansıtacağından enerji etkinliğini olumlu etkileyeceği değerlendirilmektedir.

1.5.1.6. Sanayi Sektörü İstihdamı

Sanayi sektöründe yaşanan istihdam artışları üretimde artışa neden olmaktadır. Ancak günümüz dünyası Endüstri 4.0’a doğru hızla yol alırken artık sanayi sektöründe üretim sırasında insan gücünün yerini daha fazla makine ve bilgisayarlar almaktadır. O halde bir ekonominin sanayi sektöründe daha fazla insan gücünün yer alması o ekonominin üretimde makine ve bilgisayar kullanımının yani teknoloji kullanımının daha az yer aldığını göstermektedir. Bu durum enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt bulunduran yükselen ekonomiler için gelişmiş ülkelere göre bir birim iş için daha fazla enerji tüketildiğini göstermektedir. İş gücü maliyetleri ile rekabet gücü arasında önemli

bir ilişki bulunmakta ve iş gücü maliyetleri bir ekonominin rekabet gücünü etkilemektedir (Akal ve Gökmenoğlu, 2012:24-25).

Dolayısıyla yükselen ekonomilerde sanayi sektöründe artan istihdam kısa vadede üretimi artıracaktır. Ancak uzun vadede o ekonominin daha az rekabet edebilirliğini, daha az teknoloji içeren mal ihracatını ve daha az büyümesine neden olacağı değerlendirilmektedir.

1.5.1.7. Sanayi Sektörü Enerji Fiyatları

Enerji etkinliğinin temel belirleyicilerinden olan enerji kullanım miktarı enerji fiyatlarına bağlıdır. Ayrıca sanayi sektöründe enerji fiyatları üretim için önemli bir girdi olduğundan bu sektör için çok önemlidir. Enerji fiyatlarında yaşanan artış enerji talebini azaltırken üretimi daha da kısmakta; fiyat artışı sonucu etkinlik artışı sağlanırken üretimin daha fazla kısılması sonucu üretimde kısma etkisi fiyat etkisinden büyük olduğundan bu ülkelerde enerji fiyat artışları enerji etkinliğini olumsuz etkilediği değerlendirilmektedir.

Sanayi sektörüne özel bu değişkenlerle birlikte küreselleşme ve ekonomik özgürlük endeksi sanayi sektörü enerji verimini olumlu etkilemektedir.

1.5.2. Hizmetler Sektöründe Enerji Etkinliğini Etkileyen Faktörler

Hizmetler sektörü enerji etkinlik ölçüsü “Hizmetler sektörü GSYİH’sı /Hizmetler sektörü enerji kullanımı” şeklinde hesaplanmaktadır.

1.5.2.1. Hizmetler Sektörü Fosil Yakıt

Dünya da 1990 yılına göre 2018 yılında %63.35 artışla toplam enerji tüketimi en fazla hizmetler sektöründe yaşanmıştır. Ayrıca yine aynı dönemde %58.54 ile fosil yakıt kullanım artışı en fazla dünya hizmetler sektöründe yaşanmıştır. Yükselen ekonomiler ise enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt bulundurmasından dolayı bu sektör için artan enerji talebi, enerji alanında daha fazla dışa bağımlılık, daha fazla maliyet, daha fazla cari açık, daha fazla çevresel bozulmanın yanında hizmetler sektöründe kalitenin azalmasına neden olacaktır. Dolayısıyla enerji etkinliğini olumsuz etkileyen fosil yakıt kullanımı hizmetler sektöründe de enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

1.5.2.2. Hizmetler Sektörü Biyoyakıt ve Atık Kullanımı

Biyoyakıt ve atık fosil yakıtlara nazaran daha fazla çevre dostu olmasından dolayı hizmetler sektöründe fosil yakıt yerine ikame edilebilecek enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Dolayısıyla artan biyoyakıt ve atık kullanımının çevre kalitesini olumlu etkilemesinin yanında enerji etkinliğini olumlu etkilemesi değerlendirilmektedir.

1.5.2.3. Hizmetler Sektörü Elektrik Kullanımı

Elektrik kullanımı hizmetler sektöründe çok fazla kullanılmaktadır. Bu yüzden 1990 yılına göre 2018 yılında yükselen ekonomilerde %369.79 artışla elektrik kullanımı en fazla hizmetler sektöründe artış göstermiştir. Yükselen ekonomilerin elektrik üretiminde fosil yakıt payının yüksek olduğu düşünüldüğünde fosil yakıt kullanımı ve çevreye salınan zararlı gazların miktarında da artış yaşanmıştır. Dolayısıyla hizmetler sektöründe elektrik kullanımı hizmetler sektörü gelirini artırmaktadır ancak enerji etkinliğini olumsuz etkileyen fosil yakıt kullanımından dolayı hizmetler sektörü enerji etkinliği olumsuz etkileneceği değerlendirilmektedir.

1.5.2.4. Hizmetler Sektörü Katma Değeri

Hizmetler sektörü enerji etkinlik ölçüsü hizmetler sektörü GSYİH'sı / hizmetler sektörü enerji kullanımı şeklinde hesaplanmaktadır. O halde hizmetler sektörü geliri hizmetler sektörü enerji etkinliğinin birincil belirleyicisidir. Dolayısıyla hizmetler sektörü katma değerinde yaşanacak olan artışlar bu sektör için enerji etkinliğinin artmasına neden olacaktır.

1.5.2.5. Hizmetler Sektörü CO₂ Emisyonu

Dünya da 1990 yılına göre 2018 yılında %58.54 ile fosil yakıt kullanım artışının en fazla dünya hizmetler sektöründe yaşanması bu sektörün yayacağı zararlı gaz potansiyelinin de yüksek oranda olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde yine aynı dönem de yükselen ekonomilerde %108.97 fosil yakıt ve buna bağlı olarak %95.96 CO₂ emisyon artışının yaşanması hizmetler sektöründe yaşanacak enerji etkinlik artışının dünya çevresel kalitesini ciddi oranda olumlu etkileyeceği değerlendirilmektedir.

1.5.2.6. Hizmetler Sektörü İstihdamı

Yüksek büyüme rakamlarına sahip olan yükselen ekonomilerde büyüyen ekonominin dinamik sistemini hizmetler sektörü oluşturmaktadır. Bu sektörde yaşanacak istihdam sayısı yüksek büyümeyle gelen hizmetler artışlarının kolay, hızlı ve başarılı olacağı ve bu durumun hizmetler sektörü gelir artışına olumlu yansiyarak enerji etkinliğine olumlu yansımaları beklenmektedir.

Ayrıca, Ekonomik Karmaşıklık (Kompleksite) hizmetler sektörü enerji etkinliğini olumsuz etkilerken, hükümet etkinliği, hukukun üstünlüğü, ve küreselleşme hizmetler sektörü enerji veriminde olumlu etkilemektedir. Bu üç değişken hizmetler sektörü enerji verimliliğinde önemli rol oynamaktadır.

1.5.3. Tarım Sektöründe Enerji Etkinliğini Etkileyen Faktörler

1.5.3.1. Tarım Sektörü Fosil Yakıt Kullanımı

Yükselen ekonomilerde tarım sektörünün yüksek oranda fosil yakıtla bağımlı olması bu sektör de yapılacak enerji etkinlik artışlarının çok önem arz edeceğini göstermektedir. Ayrıca enerji etkinliğinde yaşanacak artış tarım sektöründe gıda arz ihtiyacının sağlıklı ve güvenli bir şekilde sürdürülebilmesi için en büyük engellerden biri olan kuraklığın da önüne geçecektir. Dolayısıyla tarım sektörü özelinde tüm sektörler için enerji etkinliğinin artırılması hayati önem taşımaktadır.

1.5.3.2. Tarım Sektörü Elektrik Kullanımı

Tarım sektöründe yaşanan artış tarımsal gelirin artışına neden olmaktadır. Ancak enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt payı bulunduran yükselen ekonomiler için artan elektrik kullanımı daha fazla enerji ithalatına ve bu durum tarım sektörünün faaliyetlerine devam edebilmesi için çok fazla duyarlı olduğu maliyet artışlarına neden olmaktadır.

1.5.3.3. Tarım Sektörü Katma Değeri

Tarım sektörü enerji etkinlik ölçüsü “Tarım sektörü GSYİH’sı / Tarım sektörü enerji kullanımı” şeklinde hesaplanmaktadır. O halde tarım sektörü geliri tarım sektörü enerji

etkinliğinin birincil belirleyicisidir. Dolayısıyla tarım sektörü katma değerinde yaşanacak olan artışlar bu sektör için enerji etkinliğinin artmasına neden olacaktır.

1.5.3.4. Tarımsal CO₂ Emisyonu

Dünya tarım sektörünün yüksek oranda fosil yakıtla bağımlı olması bu sektörde çok fazla CO₂ emisyon artışlarına neden olmaktadır. Dolayısıyla tarım sektöründe yaşanacak üretim ve büyüme bu sektörde daha fazla enerji talebi, daha fazla fosil yakıt kullanımı ve daha fazla CO₂ emisyonu oluşumuyla sonuçlanmaktadır.

1.5.3.5. Sıcaklık Değişimi

Yüksek oranda fosil yakıt kullanımının çevre kalitesini azaltmasının bir göstergesi de sıcaklık değişimlerinde yaşanan artışlardır. Bu artışlar tarım sektöründe üretimin sağlıklı olmasını engelleyen kuraklıklara, aşırı sıcaklıklara ve dengesiz iklim değişikliklerine yol açmaktadır. Dolayısıyla artan fosil yakıt kullanımı, artan sıcaklık değişimlerine bu durum ise tarımsal etkinsizliğe yol açmaktadır.

1.6. Enerji Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Enerji Verimi İle İlişkisi

Tablo 4’de önceki kısımlarda bahsedilen değişkenler ve etki yönleri özetlenmiştir. Sözü edilen değişken değerlerinde herhangi bir artış verimliliği artırıyorsa tabloda artı (+), azaltıyorsa eksi (-) ve etkisiz ise sıfır (0) işaretleri ile gösterilmiştir.

Tablo 4: Enerji Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Enerji Verimi İle İlişkisi

Arz Yanlı Değişkenler	Etki Yönü	Talep Yanlı Değişkenler	Etki Yönü
Yenilenebilir Enerji	+	Tasarruf Sağlayan Cihazlar	+
Nükleer Enerji	- , +	Bilişsel Yansımaya	+
Yenilenemez kaynaklar	-	Personel	+
Sıcaklık	- , +	Yenilenebilir Enerji	+
Sübvansiyon	- , +	İnternet	+
Vergi	- , +	Bilgilendirme	+
		Tüketici Davranışı	- , 0
		Bilgi Yayılması	+
		Fiyat	+
		Gelir	-

Demografik, Kurumsal ve Kültürel Değişkenler	Etki Yönü	Demografik, Kurumsal ve Kültürel Değişkenler	Etki Yönü
Küreselleşme	+	Cinsiyet	- , +
Kurumsal ve İdari Kalite	+	Eğitim	+
Politik İdeoloji	- , 0, +	Kapatmak ve Bakım	+
Enerji Endüstrisinde Lobcilik	-	İnanç	+
Uluslararası Yaptırımlar	-	Yasalar	+
Yaş	-	Ekonomik Küreselleşme	+
Ekonomik Özgürlük	-	Hükümetin Etkinliği	+
Hukukun Üstünlüğü	+	Ekonomik Karmaşıklık	-
Sanayi Sektörü Değişkenleri	Etki Yönü	Hizmetler Sektörü Değişkenleri	Etki Yönü
Sanayi Sektöründe Fosil Yakıt Kullanımı	-	Hizmetler Sektöründe Fosil Yakıt Kullanımı	-
Sanayi Sektöründe Elektrik Kullanımı	-	Hizmetler Sektöründe Elektrik Kullanımı	-
Sanayi Sektörü Katma Değeri	+	Hizmetler Sektöründe Biyoyakıt ve Atık Kullanımı	+
Sanayi Sektöründe CO ₂ Emisyonu	-	Hizmetler Sektörü Katma Değeri	+
Sanayi Sektörü İstihdamı	-	Hizmetler Sektöründe CO ₂ Emisyonu	-
Orta ve İleri Teknoloji İçeren İhracat	+	Hizmetler Sektörü İstihdamı	+
Sanayi Sektörü Enerji Fiyatları	- , +		
Tarım Sektörü Değişkenleri	Etki Yönü	Tarım Sektörü Değişkenleri	Etki Yönü
Tarım Sektöründe Fosil Yakıt Kullanımı	-	Tarım Sektöründe CO ₂ Emisyonu	-
Tarım Sektöründe Elektrik Kullanımı	-	Sıcaklık Değişimi	-
Tarım Sektörü Katma Değeri	+		

Not: Azalır(-), Etkilenmez(0), Artar(+).

Tablo 4'e dikkat edilirse ülkeler enerji politikaları oluştururken enerji kaynakları arasında yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını artırmalı, fosil yakıt kullanımını azaltmalıdır. DYY, dış ticaret, endüstri, hükümet kalitesi ve beraberinde doğru yatırım politikaları genel olarak ülkeye teknoloji zemini ve aktarımı yaparak enerji ve diğer alanlarda olumlu yayılım sağlayacaktır. Bu ise enerjinin verimliliği adına olumlu adımlar olacaktır. Ayrıca hanehalkları enerji tasarrufu yapabilmek için enerji konusunda yapılan doğru politikalara destek olmalı ve bireysel ve toplumsal olarak çevre ve enerji konusunda daha duyarlı olmalıdır. Unutulmamalıdır ki dünyanın yaşanan tüm olumsuzlukları karşısında enerjinin verimli kullanılması değişmemekte hatta daha önemli hale gelmektedir.

Sektörel olarak ise benzer şekilde ekonomiler enerji kaynakları arasında fosil yakıt kullanımını azaltmalı ve yenilenebilir enerji politikalarını artırmalıdır. Enerji alanında

dışa bağımlı olan ülkeler için enerji fiyatlarında yaşanan artış, yoğun fosil yakıt kullanımı sonucu artan sıcaklık değişimi ve çevresel bozulmalar yapılacak enerji politikalarının aciliyetini artıracaktır. Küreselleşmede yaşanan artış ise ev sahibi ülkeye giren sermaye ve teknolojinin ekonomi içerisinde orta ve ileri teknoloji içeren ihracatın payı, toplam faktör verimliliği ve sektörel gelirlere olumlu yansıyacaktır. Ayrıca etkin bir hükümetin bulunduğu ekonomilerde enerji verimliliğini artırıcı yasal düzenlemelerin başarılı bir şekilde uygulanması sağlanacaktır.

1.7. Bölüm Değerlendirmesi

Enerjinin etkin kullanımı tüm ekonomiler için hayati öneme sahiptir. Çünkü enerji etkinliğinde yaşanan artış, ek yeni enerji kaynaklarının devreye sokularak harcanan maliyetlerden daha avantajlıdır. Ayrıca enerji konusunda ülkeler kendi geleceklerine yön verebilmek için enerji etkinlik politikalarına çok önem vermelidir.

Literatüre bakıldığında enerji etkinliği konusunda ekonomilerin izledikleri politikalar farklılık göstermektedir. Bunun nedeni ise ülkelerin coğrafi konum, iklim, ekonomi, nüfus, ideoloji, yönetim biçimi, demografik, kurumsal ve kültürel yapı bakımından farklılık göstermesidir. Dolayısıyla bu farklılıklar hangi ekonominin ne şekilde daha uygun enerji etkinliği politikalarını izleyeceğini belirleyecektir. Ancak enerji etkinliği literatürün de ortak olan bazı yöntem ve faktörler de vardır.

Genel olarak enerji etkinliği literatüründe geleneksel enerjinin geniş kullanımı, enerji verimliliğini arttırmanın önündeki engellerden biridir (Chen vd., 2019:32). Yenilenebilir enerji ise enerji verimliliğinin iyileştirilmesi için; istihdam yaratmada (Bulavskaya, 2017), çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınmada (Chen vd., 2019), daha ekonomik ve daha verimli teknolojiler geliştirerek karbon azaltım maliyetini önemli ölçüde azaltmada (Popp, 2012), bölgesel kalkınmada (Miguez vd., 2006), ilerleyen yıllarda teşvik edilmesi gereken muhteşem fırsatlar sunmada (Robertson vd., 2020), yakın gelecekte enerji konusunda umutsuz bir umut olmada (Chang vd., 2003), ekonomik büyümede (Tuğcu vd., 2012) gibi birçok fırsatları sunmaktadır. Ayrıca bazı ülkelerde ise enerji etkinliğini arttırmak için enerji tasarruf teknolojisi artırma yoluna gittiği (Pan vd., 2019), enerji verimli ürünlerin pazara girişini artırma ve hane halklarının tercih etmeleri için teşvikler verdiği (Altun, 2018), kişisel gelir vergisiyle yönlendirildiği (Villca-Pozo ve Gonzales-Bustos, 2019), enerji fiyatlarının artırıldığı (Antonietti ve Fontini, 2019) ve enerji

tasarrufu sağlayan hanelere parasal ödöl, faturalarda ve vergilerde indirim (Gamtessa ve Olani, 2018) gibi uygulamalar yapılmıştır. Dolayısıyla yakın gelecekte fosil yakıtların biteceği, çevreye salınan zararlı gazlar, küresel ısınma, iklim değişikliği gibi olumsuzluklarla beraber ortaya çıkan COVID-19 küresel salgını sonrası enerjinin etkin kullanılması problemi daha fazla dünyanın gündemini meşgul edecektir. Çünkü dünya artık daha etkili, verimli, daha efektif ve çevreye daha az zarar veren üretim ve tüketimi tercih etmektedir. Bu şekilde kaynaklar daha verimli kullanılacak ve çevreyi kirletme oranı daha da düşecektir. Yani dünya artık olabildiğince minimum kaynak kullanarak, minimum çevre kirliliği oluşturacak yeni nesil teknolojilere yatırım yapmakta ve bu yöndeki yatırımlarını artırmaktadır.

Bu bölümde tartışılan genel literatüre ek olarak, enerji etkinliği modellemesinin ve tahminlerinin yapıldığı gelecek bölümlerinde (Bölüm 3, 4, 5 ve 6); enerji etkinliği üzerinde etkili olabilecek hipotezlerimiz doğrultusunda ileri sürölen değişkenler ve verileri bulunup modele dâhil edilebilen değişkenler üzerinde de literatürel açıklamalar verilecektir. Bölüm 2’de de model tahminlerinde takip edilen ekonometrik yönleme ait literatüre yer verilecektir.

BÖLÜM 2: EKONOMETRİK YÖNTEM

2.1. Panel Veri Regresyon Tahmin Yöntemleri

2.1.1. Havuzlanmış En Küçük Kareler Yöntemi

Havuzlanmış en küçük kareler (POLS) yöntemi panel veri analizinde kullanılan temel bir tahmin yöntemidir ve genel denklemi

$$y_{it} = \alpha + \beta X'_{it} + u_{it} \quad (2.1)$$

şeklindedir (Bölükbaşı, 2018:17). Burada y bağımlı, X açıklayıcı değişkenleri, $\beta = \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ katsayılarını, ve u_{it} sıfır ortalamaya sahip ve varyansı sabit hata terimini ifade etmektedir. i yatay-kesit boyutu, t ise zaman boyutu, α ise sabit terimi göstermektedir. Bu yöntemde tüm veriler bir havuzda bir araya getirilmekte ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri en küçük kareler (EKK) yöntemi ile model koşullanmaktadır. POLS Modeline ait temel varsayımlar

$$\begin{aligned} E(u_{it}) &= 0 \\ Var(u_{it}) &= \sigma_u^2 \\ Cov(u_{it}, u_{js}) &= 0, (t \neq s) \text{ ya da } (i \neq j) \end{aligned} \quad (2.2)$$

şeklindedir.

2.1.2. Rassal Etkiler Modeli

Bu modeller her bir yatay kesite ve zamana ait “sabit” bir katsayının bulunmadığı, tersine bu etkilerin rassal değişkenler olarak ele alındığı ve eğim parametresinin birime ve zamana göre değişmediği modellerdir. Bu modeller için tek ve çift yönlü rassal etki modeller bulunmaktadır.

Tek yönlü rassal etkiler modelinde eğer birim etkiler bulunuyorsa;

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \mu_i + u_{it} \text{ veya } y_{it} = X'_{it}\beta + v_{it}; \text{ burada } v_{it} = \mu_i + u_{it} \quad (2.3)$$

Tek yönlü rassal etkiler modelinde eğer zaman etkiler bulunuyorsa;

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \lambda_t + u_{it} \text{ veya } y_{it} = X'_{it}\beta + v_{it}; \text{ burada } v_{it} = \lambda_t + u_{it} \quad (2.4)$$

şeklindedir (Özer ve Çiftçi, 2009:42). Yukarıdaki denklemde i yatay kesit boyutunu, t zaman boyutunu göstermektedir. y_{it} modelin bağımlı, X'_{it} bağımsız değişkenlerini ifade etmektedir. Değişken eğimleri homojen olup $\beta = \beta_1, \dots, \beta_k$ olarak kalır. Modelin

kalıntıları v_{it} ise iki kısımdan oluşmaktadır: u_{it} ortalaması 0, varyansı sabit, birbirinden bağımsız ve özdeş dağılımlı hata terimini, μ_i ise birimlerin rassal olarak seçildiği ve birimler arası farklılıkların rassal (tesadüfi) farklılıklar olduğunu göstermektedir (Baltagi, 2005:51).

İki yönlü rassal etkiler modelinin genel hali ise

$$y_{it} = \beta X'_{it} + v_{it} \quad (2.5)$$

$$v_{it} = u_{it} + \mu_i + \lambda_t$$

şeklindedir (Özer ve Çiftçi, 2009:42). Burada gözlenemeyen rassal etki teriminin yanı sıra gözlenemeyen rassal zaman etki terimi de modele eklenmektedir.

Rassal etkiler modelinde μ_i 'nin rassal olduğu varsayıldığından bireysel etkiler hata teriminin bileşeni olarak düşünülebilir. Bu nedenle rassal etkiler modeline hata bileşenleri modeli de denilmektedir.

Rassal etkiler modeli için temel varsayımlar

$$\begin{aligned} E[v_{it}|X] &= E[\mu_i|X] = 0 \\ E[v_{it}^2|X] &= \sigma_u^2 \\ E[\mu_i|X] &= \sigma_\mu^2 \\ E[v_i\mu_j|X] &= 0, \text{ tüm } i, j, t \text{ için} \\ E[v_{it}v_{js}|X] &= 0, (t \neq s) \text{ ve } (i \neq j) \\ E[\mu_i\mu_j|X] &= 0, (i \neq j) \end{aligned} \quad (2.6)$$

şeklindedir (Balı ve Cinel, 2011:52; Bölükbaşı, 2018:15-16). Bileşik hata terimi ile ilgili varsayımlar ise:

$$\begin{aligned} E(u_{it}) &= 0, \text{ tüm } i \text{ ve } t \text{ için} \\ Var(u_{it}) &= \sigma_u^2 \\ E(u_{it}^2) &= E(\mu_i + v_{it})^2 = \sigma_\mu^2 + \sigma_v^2 \\ E(u_{it}u_{js}) &= 0, (t \neq s) \text{ ve } (i \neq j) \\ E(u_{it}|X) &= 0, \text{ tüm } i \text{ ve } t \text{ için} \end{aligned} \quad (2.7)$$

şeklindedir. Rassal etki tahmini için dönüşüm

$$(y_{it} - \theta \bar{y}_i) = (X_{it} - \theta \bar{X}_i)\beta + \mu_i + v_{it} \quad (2.8)$$

$y_{it}^* = y_{it} - \theta \bar{y}_i$ ve $x_{it}^* = x_{it} - \theta \bar{x}_i$ şeklinde olacaktır.

Rassal etkiler modeli, varyans-kovaryans matrisi kullanılarak genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) metodu ile tahmin edildiğinde modelin etkinsizliği giderilerek, tutarlı,

yansız ve etkin tahminciler elde edilebilir (Kaplan, 2014:106). GEKK tahmincisini oluşturmak için varyans-kovaryans matrisi ile orantılı olabilecek Ω matrisi kullanılabilmektedir. Ω matrisi ile gösterim

$$\Omega^{1/2}y = \Omega^{-1/2}X\beta + \Omega^{1/2}u \quad (2.9)$$

şeklinde bir gösterime sahiptir. Bu şekilde dönüştürülen model EKK yöntemi ile tahmin edilir. Yukarıdaki denklemden elde edilen $\hat{\beta}$ tahmincisi

$$\hat{\beta}_{GEKK} = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}X\Omega^{-1}y = (X'M_D X + \theta X'P_D X)^{-1}(X'M_D y + \theta X'P_D y) \quad (2.10)$$

şeklindedir (Kaplan, 2014:106). M_D varyans-kovaryans matrisi grup içi dönüştürücüsü ve P_D ise gruplar arası dönüştürücüsünü ifade etmektedir. θ ise;

$$\theta = 1 - \frac{\sigma_v}{\sigma_1} \quad (2.11)$$

$$\sigma_1^2 = T\sigma_\mu^2 + \sigma_v^2$$

şeklindedir. $\hat{\beta}_{GEKK}$ tahmincisi tutarlı, yansız ve etkin bir tahmincidir.

2.1.3. Sabit Etkiler Modeli

Sabit etkiler modelinde eğim katsayılarının birim ve zamana göre sabit olduğu varsayımı altında birimlerin davranışındaki farklılıklar sabit terimdeki farklılıklar ile ortaya konulmaktadır. Modelin kalıntılarında kesitlere özgü özellikleri kapsayan ve bireysel etkiler ya da grup etkisi olarak isimlendirilen sabit katsayısının, birimden birime veya zamanla değişim gösterdiği modellerdir. Sabit etkilere sahip tek ve çift yönlü sabit etkiler modeli olarak incelenebilmektedir. Tek yönlü sabit etkiler modeli ise; eğer sadece birim etkisi bulunuyor ise

$$y_{it} = \mu_i + \beta X'_{it} + u_{it} \quad (2.12)$$

sadece zaman etkisi bulunuyor ise

$$y_{it} = \lambda_t + \beta X'_{it} + u_{it} \quad (2.13)$$

şeklindedir. İki yönlü sabit etkiler modelinde ise hem birimlere hem de zamana göre değişen farklılıklar ele alınmakta ve genel denklemi

$$y_{it} = \mu_i + \lambda_t + \beta X'_{it} + u_{it} \quad (2.14)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada μ_i gözlenemeyen bireysel etkileri, λ_t gözlenemeyen zaman etkileri ve u_{it} hata terimini ifade etmektedir (Baltagi, 2005:33). Değişken katsayıları homojen olup $\beta = \beta_1, \dots, \beta_k$ olarak kalır.

Sabit etkiler modeli için sabit terime, her gruba ait spesifik bir terim olarak bakıldığından her bir ülke için farklı bir sabit elde edilmektedir (Asteriou ve Hall, 2007:346). Bu modelin bireysel ortalamalardan sapma şeklinde yazılması, sabit etkilerin uygulama pratikliğini göstermektedir. Elde edilen birim veya zaman etkiler ülkeler için bağımlı ve bağımsız değişkenlerdeki değişimi etkileyecektir. Bu durum panel veri setindeki farklı ülkelerin değerlerini belirlemede yani farklılığını göstermede etkili olacaktır (Wooldridge, 2012:485).

2.1.4. Sabit Etkili ve Heterojen Eğimli Model

Sabit etkili ve heterojen eğimli (FEIS) modelinin üç farklı biçimi vardır. Her biçiminde birim eğimleri heterojendir. Sabit etkiler modelinde eğim katsayılarının birim ve zamana göre değişim gösterdiği varsayımı altında birimlerin davranışındaki farklılıkları hem eğimdeki farklılıklar hem de sabit terimdeki farklılıklar ile ortaya konulmasıdır. İki yönlü sabit etkili ve birimlere göre heterojen eğimli model

$$y_{it} = \mu_i + \lambda_t + \beta_{it}'X_t' + u_{it} \quad (2.15)$$

şeklinde dir. Bu denklemlerde i yatay kesit boyutunu, t zaman boyutunu göstermektedir. y_{it} modelin bağımlı, X_{it}' bağımsız değişkenlerini, $\beta \neq \beta_1, \dots, \beta_k$ eğim parametrelerini, u_{it} terimini, λ_t zamana göre farklılıkları, μ_i birime göre farklılıkları ifade etmektedir.

Birim etkilerin bulunduğu ve eğimlerin sadece birime göre değiştiği sabit etkiler modeli

$$y_{it} = \mu_i + \beta_i X_{it}' + u_{it} \quad (2.16)$$

Zaman etkilerin bulunduğu ve eğimlerin sadece zamana göre değiştiği sabit etkiler modeli

$$y_{it} = \lambda_t + \beta_t X_t' + u_{it} \quad (2.17)$$

şeklinde dir.

2.2. Araştırmada Kullanılacak Olan Regresyon Modelinin Tespiti

Aşağıda anlatılan F ve LM testleri birim, zaman veya hem birim hem de zaman için modelin otonom parametresinin değişimini dikkate alarak “sabit etkili panel veri modeli”ni mi yoksa “birime ve zamana” göre anlamlı bir değişimin bulunmadığı “klasik modeli”ni mi tercih edileceğini belirleyecektir.

2.2.1. F Testi

Modellerin kalıntı kareleri toplamı farkından hareket eden bu test “klasik model” ve “sabit etkiler modeli” arasında hangisinin tercih edileceğine karar vermek için kullanılır.

H₀: Birim Etkisiz Havuzlanmış (Klasik) Model Geçerlidir.

H₁: Birim Etkili Sabit Etkiler Modeli Geçerlidir

olan bu testin dayanağı varyans (ANOVA) analizidir. Ancak varyans analizi ampirik çalışmaların çoğu için kısıtlayıcı olabilen hata teriminin bağımsız olduğu ve özdeş ve bağımsız dağıldığı varsayımlarına sahiptir. Bu test eğer bozucu terim farklı varyanslı olabilir veya normal dağılıma sahip olmayabilir ise böyle bir durumda sapmalıdır (Duran, 2013:181). F testi

$$F = \frac{(e'e_{HAV} - \sum e'e_{KDEKK})/(N-1)}{\sum e'e_{KDEKK}/(NT-N-K)} = \frac{(R_{KDEKK}^2 - R_{HAV}^2)/(N-1)}{(1 - R_{KDEKK}^2)/(NT-N-K)} \quad (2.18)$$

şeklinde. Burada $e'e_{HAV}$ havuzlanmış Modele ait EKK tahmin sonucu, $e'e_{KDEKK}$ kukla değişkenli EKK Modeli tahmin yöntemi ile elde edilmiş Hata Kareleri Toplamı (SSE)'dir. R_{KDEKK}^2 kukla değişkenli EKK Modeli R^2 değeri, R_{HAV}^2 havuzlanmış Modelin R^2 'sidir. NT toplam gözlem sayısı, N toplam kesit veya birim sayısı, K parametre sayısıdır, T zamanı göstermektedir. Bu ve/veya benzer test ve istatistiği, test hipotezleri;

- i) “Birimlere göre sabit etkiler”den “iki yönlü sabit etkilere” geçiş için,
- ii) “İki yönlü sabit etkiler”den “iki yönlü sabit etkiler ve heterojen eğim” modeline geçiş için,
- iii) “Birimlere göre sabit etkiler”den “birimlere göre sabit etkili ve heterojen eğim” modeline geçiş için de F formülü uyarlanarak yapılabilir.

2.2.2. Breusch-Pagan LM Testi

Rassal etkiler modeli için Breusch-Pagan (1980) EKK hatalarına dayanan Lagrange Çarpan (LM) testi geliştirmiştir. Bu test klasik modelin mi yoksa rassal etkiler modelinin mi tercih edileceğini belirlemek için kullanılır. H_0 hipotezinde gruplar arası varyansın sıfır olduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla

H₀: Birim Etkisiz Havuzlanmış (Klasik) Model Geçerlidir.

H₁: Birim Etkili Sabit Etkiler Modeli Geçerlidir

şeklinde hipotez testlerine sahiptir (Korkmaz vd., 2008:582-583). LM test istatistiği ise

$$LM = \sqrt{\frac{nT}{2(T-1)}} \left(\frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T \hat{e}_{it})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{e}_{it}} - 1 \right) \sim \chi^2 \quad (2.19)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada $\hat{e}_{it}$ modelin tahmin edilen hata terimleridir. χ^2 test istatistiği 1 serbestlik derecesine sahip olup, Sıfır hipotezinin reddedilmesi halinde modelde bir birim etkinin varlığı kabul edilir.

F ve LM testleri klasik model ile sabit ve rassal etkili model arasındaki tercih için kullanılmaktadır. Ancak sabit etkili model ve rassal etkili model arasında tercih edilecek model Hausman testi ile belirlenecektir (Elmas ve Polat, 2016:654).

2.2.3. Hausman Testi

Hausman testi sabit etkiler modelinin parametreleri ile rassal etkiler modelinin parametreleri arasındaki farkın anlamlılığını test etmektedir. Araştırılan gruba özgü etkilerin rassal olduğunu varsayarak modeldeki bağımsız değişkenler ile modele özgü etkiler arasında herhangi bir korelasyonun varlığını araştırır. Yani rassal etkili modele ait hata terimi bileşenlerinin açıklayıcı değişkenler ile ilişkisini araştırır. Bu test istatistiği asimptotik dağılıma sahiptir ve bu testin hipotezleri;

H_0 : Bağımsız değişkenler ve hata terimleri ilişkisizdir (Rassal Etkiler Modeli);

“Açıklayıcı değişkenler ve birim (spesifik) etki arasında korelasyon yoktur”

H_1 : Bağımsız değişkenler ve hata terimleri ilişkilidir (Sabit Etkiler Modeli); “Açıklayıcı değişkenler ile birim (spesifik) etki arasında korelasyon vardır”.

şeklinde dir. Hausman test istatistiği ise

$$H = (\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{RE}) \left(AVar(\hat{\beta}^{FE}) - AVar(\hat{\beta}^{RE}) \right)^{-1} (\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{RE})' \sim \chi^2 \quad (2.20)$$

şeklinde dir. Burada $\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{RE}$; sabit etkilere ait katsayılar ile rassal etkilere ait katsayılar arasındaki fark matrisi; $(\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{RE})'$, bu matrisin devriğini; $(AVar(\hat{\beta}^{FE}) - AVar(\hat{\beta}^{RE}))$, sabit etkiler ve rassal etkilere ait katsayıların kovaryans matrislerinin farkını göstermektedir (Greene, 2000:183). H_0 hipotezi reddedilemezse hem sabit etkiler hem de tesadüfi etkiler modellerin tahminçileri tutarlı olduğu, fakat bu durum tesadüfi etkiler tahminçisi daha etkin olduğundan hata bileşeni modelinin seçilmesi gerektiğini, H_1 kabul edilirse tesadüfi etkiler modelinin parametre tahminçileri sapmalı, sabit etkiler modeli ise tutarlı olduğundan, temel hipotezin reddi sabit etkiler modelinin seçilmesini gerektirir. Bu ve/veya benzer test ve istatistiği, test hipotezleri,

- i) “Birimlere göre sabit etkiler”den “iki yönlü sabit etkilere” geçiş için,
- ii) “İki yönlü sabit etkiler”den “iki yönlü sabit etkiler ve heterojen eğim” modeline geçiş için,
- iii). “Birimlere göre Sabit etkilerden “birimlere göre sabit etkili ve heterojen eğim” modeline geçiş için de formül uyarlanarak yapılabilir.

2.3. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Çalışmada kullanılan veri seti hem zamana hem de birime sahip olduğu için panel tahmin yöntemlerinden yararlanılacaktır. Aynı zamanda zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu için makro panel özelliğine sahiptir. Son dönemde panel veri seti modellemelerinin kullanıldığı analizlerde birim kök analizi yapılmadan önce kesitler arası korelasyona veya bir diğer ifadeyle yatay kesit bağımlılığına bakılmaktadır. Çünkü yatay kesit bağımlılığına bakılmasıyla gözlemlenemeyen ortak etkilerin incelenmesini ve kullanılacak tahmin yönteminin belirlenmesini ve dolayısıyla elde edilecek katsayıların ve standart hataların güvenilirliğini belirleyecektir. Bu yüzden yöntem olarak öncelikle kesitler arası korelasyon testleri yapılarak kullanılacak olan durağanlık testleri ve tahmincilerle karar verilecektir.

Literatürde panel tahmin yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara dikkat edilirse, yatay kesit bağımlılığını sınamak için ve zaman ($T > N$) birim şeklinde verilerde Breusch-Pagan (1980) CD_{LM1} testi ve Pesaran (2004) CD_{LM2} testlerine başvurulmaktadır (Hepaktan ve Çınar, 2011:142). Diğer taraftan, Pesaran (2004) CD_{LM} testi N ve T 'nin yeterince büyük olduğu durumlarda yatay kesit bağımlılığı için kullanılabilir. Ancak Pesaran (2004) CD_{LM} testi bireysel ortalamalar sıfırdan farklı ve grup ortalaması sıfır olduğundan sapmalı sonuçlar verebilir. Bunun üzerine, Pesaran (2008), CD_{LM-Adj} testini geliştirmiş; Pesaran (2004) CD_{LM} test istatistiğine ortalamayı ve varyansı birlikte ekleyerek CD_{LM} testini düzeltmeyi başarmıştır. Bundan dolayı, bu test sapması düzeltilmiş LM testi olarak ifade edilmiştir (Göçer vd., 2012:456). Dolayısıyla $T > N$ koşuluna sahip bu bölümde değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı CD_{LM1} (Breusch-Pagan, 1980), CD_{LM2} (Pesaran, 2004) ve CD_{LM-Adj} (Pesaran-Ullah-Yamagato, 2008) testleri ile sınanmaktadır. Bu testlere ait hipotez testleri

$H_0: Cov(\varepsilon_{it}\varepsilon_{jt}) = 0$, Hata terimleri birimlere göre eş zamanlı korelasyonlu değildir.

$H_1: Cov(\varepsilon_{it}\varepsilon_{jt}) \neq 0$, Hata terimleri birimlere göre eş zamanlı korelasyonludur. şeklindedir. Burada H_0 hipotezi birimlerin hata terimleri arasında korelasyonun bulunmadığıdır. Breusch ve Pagan (1980) H_0 hipotezi için

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (2.21)$$

şeklinde bir LM istatistiği geliştirmiştir. Burada $\hat{\rho}_{ij}^2$ sıradan en küçük kareler (OLS) hatalarına ait korelasyon tahminlerinin karesini ifade etmektedir. Pesaran (2004)'ın birim sayısının zaman boyutundan büyük olduğu, homojen olmayan dinamik Modeller ve eğimlerde meydana gelebilecek çoklu kırılmalar gibi birçok özelliğe sahip geliştirdiği bir diğer birimler arası korelasyon testi olan CD_{LM} testini ise

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (2.22)$$

şeklinde formüle etmiştir. Ayrıca Pesaran (2004) zaman ve birimin sonsuza gittiği durumda, H_0 hipotezi altında 0 ve 1 ortalama varyansa sahip asimtotik dağılım gösteren

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (2.23)$$

şeklinde CD_{LM} test istatistiğini geliştirmiştir. Ancak burada zamanın sabit, birim sayısının (N) zaman boyutundan (T) çok büyük olduğu durumlarda $E(T\hat{\rho}_{ij}^2) \neq 0$ değeri tüm zaman boyutu için geçerli olacağından bu test istatistiği normal dağılım sergileyemeyecektir. Bu yüzden test istatistiğine parametrelerin ortalama ve varyansını ekleyen Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) yanlışlığı düzeltilmiş LM test istatistiğini

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{ij}}{\sigma_{ij}} \quad (2.24)$$

şeklinde formüle etmişlerdir. Burada $\mu_{ij} = (T-k)\hat{\rho}_{ij}^2$ ve $\sigma_{ij} = Var((T-k)\hat{\rho}_{ij}^2)$ şeklinde k ise açıklayıcı değişken sayısıdır. H_0 temel hipotezinin ret edildiği durumda Hata terimlerinin birimlere göre eş zamanlı korelasyonlu olduğuna karar verilir. Bu durumda tahminciler sapmalı ve tutarsız olacaktır. Ayrıca yatay kesit bağımlılığının varlığında ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanmaktadır (Bozkurt ve Altınar, 2018:300).

2.4. Parametrelerin Homojenlik (Durağanlık)-Heterojenlik Testi

Panel tahmin yöntemlerinin avantajlarından birisi eğim parametrelerinin homojenlik varsayımı altında birim ve zaman boyutundan gelen bilgileri havuzlandırmasıdır. Pesaran

vd. (1996) birim boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu durumda Hausman (1978) tipi testini önermiştir. Bu testte eğim parametrelerinin homojenlik ve heterojenlik durumuna göre sabit etkiler tahmincisi ve ortalama grup tahmincilerini kıyaslanmaktadır. Bunun tersine zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu durumlarda ise Swamy (1970) havuzlanmış en küçük kareler (POLS) sonuçlarından elde edilen birimlere ait katsayıları kullanarak kendi Swamy testini önermiştir. Pesaran ve Yamagata (2008) model hatalarının her durumda normal dağılım göstermezse bile elde edilen istatistik değerlerinin normal dağılım gösterdiği

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (2.25)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{\frac{N(T+1)}{T-k-1}} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (2.26)$$

şeklinde test geliştirmişlerdir. Bu testi geliştirirken ve aynı zamanda formülde de bulunan $\tilde{S}$, Swamy test istatistiğini modifiye etmişlerdir.

2.5. Değişkenlerin Durağanlık Testi

Panel tahmin yöntemlerinde durağan serilerle çalışmamak sahte regresyona sebep olabilir ve tahmin sonuçlarının güvenilirliğini azaltabilir. Bu yüzden serilerin durağanlığı önemlidir. Bunun için ise hangi durağanlık testlerinin seçileceği önem kazanmaktadır. Bunun için birimler arası korelasyon testlerine ve sonuçlarının bilinmesine ihtiyaç vardır. Yapılan test sonuçlarına göre eğer birimler arası korelasyon varsa LLC (Levin, Lin ve Chu, 2002), IPS (Im, Pesaran ve Shin, 2003), MW (Maddala ve Wu, 1999) gibi birinci nesil birim kök testlerinin sonuçlarına güvenilemeyeceği bu yüzden ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekecektir.

2.5.1. Levin, Lin ve Chu Panel Birim Kök Testi

Levin, Lin, Chu (2002) tarafından geliştirilen LLC (Levin, Lin ve Chu) panel birim kök testi paneli oluşturan yatay kesitlerde *birim kök parametresinin* (ρ) *homojen* olduğu varsayımına dayanmaktadır. Zaman serisi analizindeki ADF birim kök testinin sistematiğine dayanan LLC testinde N ve T'nin her ikisinin de sonsuz olduğu, ancak T'nin daha hızlı arttığı, yani " $N / T \rightarrow 0$ " olduğu varsayılmaktadır (Barbieri, 2007).

Lin, Levin ve Chu (2002), dengedeki sabit yüksek sapmanın alternatif hipotezine karşı birim kök hipotezlerinin sınırlı bir yumuşaklığa sahip olduğunu savunmaktadır. Yazarlar bu etkinin özellikle küçük örneklerde daha belirgin olduğunu ve LLC testinin, her bir birim için uygulanan zaman serisi durağanlık testlerinden daha güçlü sonuçlar ürettiğini ifade etmektedirler (Baltagi, 2005). LLC testinin hipotezleri:

H_0 : Bütün yatay kesitler için seri durağan değildir

H_1 : Bütün yatay kesitler için seri durağandır

şeklindedir. LLC testinde bu hipotezleri sınavabilmek için gerekli olan test istatistiği:

$$\Delta X_{it} = \rho X_{it-1} + \sum_{j=1}^m \Delta X_{it-j} + \gamma Z_{it} + e_{it} \quad (2.27)$$

Denklemleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir:

$$\tau_a^* = \frac{\tau_a - (NT)S_N \hat{a}^2 se(\hat{a}) \mu_{mT}^*}{\sigma_{mT}^*} \rightarrow N(0,1) \quad (2.28)$$

Burada $\Delta \tilde{x}_{it} = a \tilde{x}_{it-1} + \eta_{it}$, τ_a standart t istatistiğini $\hat{a} = 0$, $\hat{\sigma}^2$ hata terimi, η_{it} ye ait tahmin edilmiş varyansı $se(\hat{a})$; $\hat{a}$ nın standart hatasını ifade etmektedir.

2.5.2. Im Pesaran Shin Panel Birim Kök Testi

Im, Pesaran ve Shin (2003) tarafından geliştirilen IPS panel birim kök testinde, *birim kök parametresinin* (ρ_i) paneli oluşturan yatay kesitler arasında *heterojen* olmasına izin verilmektedir. Testin hipotezleri:

H_0 : Bütün yatay kesitler için seri durağan değildir

H_1 : Bazı yatay kesitler için seri durağandır

şeklindedir. IPS testinde, her bir yatay kesit için ADF birim kök testi uygulanmakta, elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması alınarak, panele ait test istatistiğine ulaşılmaktadır.

$$\bar{\tau}_{NT} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \tau_{iT_i}(\rho_i) \quad (2.29)$$

Buradan standardize edilmiş IPS istatistiği şöyle elde edilmektedir:

$$W_{\bar{\tau}_{NT}} = \frac{\sqrt{N}(\bar{\tau}_{NT} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E(\bar{\tau}_{NT}(\rho_i)))}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Var(\bar{\tau}_{NT}(\rho_i))}} \rightarrow N(0,1) \quad (2.30)$$

Burada $E(\bar{\tau}_{NT}(\rho_i))$ ve $Var(\bar{\tau}_{NT}(\rho_i))$ sırasıyla ADF regresyonlarından elde edilen τ istatistiklerinin beklenen değerini ve varyansını göstermektedir.

2.5.3. Maddala ve Wu (1999) Fisher ADF Panel Birim Kök Testi

Maddala ve Wu (1999) tarafından geliştirilen bu yöntemde, zaman serilerindeki ADF yöntemiyle elde edilen bireysel birim kök testlerine ait olasılık değerleri, Fisher (1932) yaklaşımıyla toplulaştırılmaktadır. π_i yatay kesitlere ait bireysel birim kök testlerinin olasılık değerleri olmak üzere bu toplulaştırma işlemi;

$$-2 \sum_{i=1}^N \text{Log}(\pi_i) \rightarrow N(0,1) \quad (2.31)$$

olduğunu göstermiştir. Bu testin hipotezleri de

H_0 : Bütün yatay kesitler için seri durağan değildir

H_1 : Bazı yatay kesitler için seri durağandır

şeklindedir.

2.5.4. PANIC Panel Birim Kök Testi

Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve Bai ve Ng (2010) tarafından geliştirilen PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common Components) durağanlık testleri kullanılacaktır. PANIC testi

$$X = A_{it} + \delta_i' B_t + e_{it} \quad (2.32)$$

$$e_{it} = \alpha_i e_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

şeklinde ortak faktörler ile elde edilen hata terimlerini temel bileşenler yaklaşımı ile ayırarak birimler arası korelasyonu dikkate almaktadır. Ayrıca PANIC testi yapılırken;

$$P_{a1} = \frac{T\sqrt{N}(\theta^+ - 1)}{\sqrt{\frac{2\theta^4}{\mu^4}}} ,$$

$$P_{a2} = \frac{T\sqrt{N}(\theta^+ - 1)}{\sqrt{(36/5)\theta^4\theta^4/\mu^8}}$$

$$P_{b1} = T\sqrt{N}(\theta^+ - 1) \sqrt{\frac{1}{NT^2 \text{tr}(\hat{\varepsilon}'_{-1}\hat{\varepsilon})\mu^2}} \quad (2.33)$$

$$P_{b2} = T\sqrt{N}(\theta^+ - 1) \sqrt{1/NT^2 \text{tr}(\hat{\varepsilon}'_{-1}\hat{\varepsilon})5\mu^6/6\theta^4\theta^4}$$

$$PM_{SB1} = \frac{\sqrt{N}(\text{tr}(1/NT^2 \hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}) - \mu^2/2)}{\sqrt{\theta^4/3}}, \quad PM_{SB2} = \frac{\sqrt{N}(\text{tr}(1/NT^2 \hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}) - \mu^2/6)}{\sqrt{\theta^4/45}}$$

şeklinde P_a , P_b ve PM_{SB} havuzlanmış modifiye Sargan-Bhargava (Sargan ve Bhargava, 1983; Stock, 1999) test istatistiklerini vermektedir. Burada sabitli veya sabitsiz Model için P_{a1} , P_{b1} ve PM_{SB1} , sabitli ve trendli Modeller için ise P_{a2} , P_{b2} ve PM_{SB2} hesaplamaları

yapılmaktadır. ε_{it} hata terimi için kısa dönem, uzun dönem ve tek taraflı varyans tahminleri sırasıyla ∂^2 , μ^2 ve ϑ^2 şeklindedir (Sahabi, 2019:77). Pa, Pb ve PM_{SB} tüm istatistikleri için H_0 hipotezi serilerin durağan olmadığını belirtmektedir.

2.5.5. CIPS Panel Birim Kök Testi

Çalışmada kullanılacak olan bir diğer birim kök testi ise Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross Sectionally Augment Im, Pesaran ve Shin (2003)) testidir. CIPS testinde yatay kesit ortalamaları ile faktör ayrıştırması yapmakta ve genişletilmiş bireysel kesit (ADF) regresyonlarını yatay kesit ortamlarını kullanarak testi gerçekleştirmektedir. Bu testin hipotezleri

H_0 : Panel gruplarında birim kök var

H_1 : Panel grupları durağan

şeklindedir. Hipotez testi için kesit açısından genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF; Cross-Sectionally Augmented Dickey- Fuller)

$$CADF_{ist} = t_i(a_i) = (\Delta y_i' M w_i y_{i-1}) / \sqrt{\hat{\sigma}_{\varepsilon i}^2 (y_{i-1}' M w_i y_{i-1})} \quad (2.34)$$

şeklinde hesaplanan test istatistiği kullanılmaktadır. CADF istatistiklerinin bireysel ortalamaları alınarak hesaplanan kesitsel olarak genişletilmiş (CIPS) istatistiği ise

$$CIPS_{ist} = (1/N) \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (2.35)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

2.6. Temel Varsayımlardan Sapmaların Testi

Bu kısımda tesadüfi etkiler modelinde değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon testleri ele alınmıştır.

2.6.1. Sabit Varyans Testi

2.6.1.1. Levene, Brown ve Forsythe'nin Testleri

Tesadüfi etkiler modelleri için kullanılan Levene (1960) testi iki veya daha fazla gruba ait varyansların eşitliğini test etmek için kullanılmaktadır. Normal dağılım varsayımı altında hipotez testleri

H_0 : Tüm varyanslar eşittir (Homoskedastiktir)

H_1 : Tüm varyansları eşit değildir (heteroskedastiktir)

şeklindedir. Levene (1960) normal dağılım varsayımı gerçekleşmediği durumlar içinde dirençli bir test önermiştir. Daha sonra Brown ve Forsythe (1974) ise Levene'den farklı olarak ortalama yerine medyandan mutlak sapmalara dayalı sıradan tek taraflı varyans analizi ile elde edilen bir test istatistiği kullanmıştır. Yani Levene testinde ortalamayı kullanırken Brown ve Forsythe ise medyan değerini kullanmaktadır. Dolayısıyla bu test *normal dağılıma sahip olmayan* veri setleri için de *dirençlidir* ve

$$W_0 = \frac{\sum_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2 / (g_i - 1)}{(\bar{Z}_{ij} - \bar{Z})^2 / \sum_i (n_i - 1)} \quad (2.36)$$

şeklinde test istatistiğine sahiptir. Burada n_i gözlem sayısı, g_i birim sayısını, $Z_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}_i|$ grupta bulunan X 'in j . gözlemi ile ortalamalarının farkıdır. Brown ve Forsythe (1974) test istatistiği için $(W_{50})\bar{X}_i$ yerine X_{ij} 'in i . birim medyanı ve $(W_{10})\bar{X}_i$ yerine X_{ij} 'in i . birim %10 kırılmış ortalaması yer almaktadır. Levene, Brown ve Forsythe'nin testlerinde (W_0, W_{50}, W_{10}) kritik değerleri $g-1$ ve $\sum_i (n_i - 1)$ serbestlik derecesi ile Snedecor F tablosuyla karşılaştırılarak H_0 hipotezi birimlerin varyansı eşittir şeklinde test etmektedir. Brown ve Forsythe uyguladıkları Monte Carlo simülasyonlarıyla veri setinin uzun etekli dağılım gösterdiği durumlarda kırılmış ortalama yani veri setinde en düşük ve en yüksek değerlerin veri setinden çıkarıldıktan sonra hesaplanan ortalama, veri seti kıkare dağılımı gösterdiği durumlarda ise medyanın çok iyi sonuç verdiğini ifade etmişlerdir.

2.6.1.2. Modifiye Edilmiş Wald Testi

Ekonometrik analizlerde kullanılan standart LM, LR ve Wald testleri sadece kalıntılar normal dağılıma sahiptir varsayımı altında kullanılabilir iken, Değiştirilmiş Wald Testi (Greene, 2000:598) bu varsayımın ihlal edildiği durumlarda da kullanılabilir. Modifiye Wald testi sınaması için kullanılan temel hipotez aşağıdaki şekildedir.

H_0 : Varyanslar birimlere göre homoskedastiktir

H_1 : Varyanslar birimlere göre heteroskedastiktir

Test istatistiği ise;

$$W = \sum_{i=1}^N \frac{(\hat{\sigma}_i^2 - \sigma_i^2)^2}{V_i} \quad (2.39)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $\hat{\sigma}_i^2$, i . yatay kesit birimin kalıntı varyansının tahmincisidir ve aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{T_i} \sum_{t=1}^{T_i} v_{it}^2 \quad (2.40)$$

Değiştirilmiş Wald testi istatistiği, N serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımına uymaktadır.

2.6.2. Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson testi

Tesadüfi etkiler varsayımlarından birisi olan hata terimlerinde otokorelasyon olmaması varsayımı, özellikle iktisadi çalışmalarda çok kısıtlayıcıdır. Çünkü tesadüfi etkiler modelinin hata ögelerinde ($v_{it} = u_{it} + \mu_{it}$) zamana göre korelasyon oldukça sık görülmektedir. Örneğin tüketim ya da yatırım modellerinde şoklar en az birkaç dönemi etkilemekte ve bu da hata terimleri arasında korelasyona neden olmaktadır. Kalıntılar arasında ardışık bağımlılığın bulunması anakütleyle ait parametrelerin tahminleri ile standart hatalarının olumsuz etkilenmesine sebep olacaktır. Eğer ardışık bağımlılık varsa elde edilen kısmi regresyon katsayıları yansızlık, sapmasızlık ve tutarlılık özelliğini korurken etkinlik özeliğini koruyamayacaktır (Baltagi, 2005:92). Yapılan tahminlerin etkin olmaması en iyi doğrusal tahmin edici olma BLUE (Best Linear Unbiased Estimators) özelliğinin yok olmasına sebep olacaktır. Ayrıca birim kök içeren ve bu yüzden otokorelasyon problemi bulunan seriler EKK tekniği ile koşulması durumunda elde edilen regresyon katsayılarının büyüklükleri ve işaretleri beklenenden farklı çıkacağı için *sapmalı* olacaktır.

Rassal etkiler modelinde otokorelasyonun belirlenmesine ilişkin hipotez testleri;

H_0 : Otokorelasyon yoktur

H_1 : Otokorelasyon vardır

şeklinde dir. Bhargava, Franzini ve Narendranathan (1982), Durbin-Watson test istatistiğinin panel veri seti için aşağıdaki şekilde genelleştirmişlerdir;

$$d_{pd} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (e_{it} - e_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^2} \quad (2.41)$$

Formülde e_{it} her bir panel birim için, t zaman dilimi için i birime ait gözlem değerlerinin kullanılarak, EKK yöntemiyle tahmin edilmiş sabit etkiler regresyon modeli hata terimlerini göstermektedir.

Bu test uygulanırken modeller ilk olarak AR(1) hata terimleri kullanılarak model sabit etkilere sahipmiş gibi tahmin yapılmaktadır. Bu test istatistiği ile hem rassal hem de sabit etkiler modelinde birinci dereceden otokorelasyonun varlığı test edilebilmektedir.

2.6.3. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri

Model seçimi kısmında bu testen bahsedilmiştir. Panel veri literatüründe başvurulmuş dört farklı yatay kesit bağımlılığı testi vardır. Bunlar; LM Breusch ve Pagan (1980), CD (Pesaran, 2004), CD_{LM} (Pesaran, 2004) ve LM_{adj} (Pesaran, Ullah ve Yamagata, 2008) testleridir. Bu testlerin genel varsayımı kesitler arası bir bağımlılık varsa bu bağımlılığın kesit hatalarına yansıtacağı ve dolayısı ile kesit hataları arasındaki korelasyonun ortaya çıkacağıdır. Dolayısı ile bu testlerin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır

Breusch ve Pagan (1980) yukarıdaki H_0 hipotezinin testi için bir LM test istatistiği önermiştir. İstatistiğin hesaplanması aşağıdaki gibidir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (2.42)$$

Bu test kesit sayısının büyük, dönem sayısının küçük olduğu durumlarda, heterojen dinamik modeller ve eğim parametrelerindeki çoklu kırılmalar gibi birçok durumlarda doğru boyut ve yeterli güç özelliklerine sahiptir (Pesaran, 2004).

Pesaran (2004)'nın geliştirdiği diğer yatay kesit bağımlılığı testi ise CD_{LM} testidir. Bu teste ait istatistik ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij} - 1) \right) \quad (2.43)$$

Bu test istatistiği sırasıyla önce dönem, sonra kesit sayısının sonsuza gittiği durumlarda sıfır hipotezi altında 0 ortalama ve 1 varyansa sahip olarak asimptotik normal dağılım sergilemektedir (Baltagi, 2005). Fakat dönem sayısı sabit, kesit sayısı dönem sayısından çok büyük olduğu durumlarda $E(T\hat{\rho}_{ij}) \neq 0$ tüm T 'ler için olacağından CD_{LM} istatistiği standart normal dağılım sergilemeyecektir. Bunu dikkate alarak Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) CD_{LM} testini tekrar ölçeklendirip, test istatistiğine tahmin edilen parametrelerin varyansını ve ortalamasını da ekleyerek LM_{adj} testini geliştirmişlerdir. Yanlılığı düzeltilmiş LM (bias-adjusted LM) test istatistiğinin hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-K)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{ij}}{\sigma_{ij}} \right) \quad (2.44)$$

Burada $\mu_{ij} = E((T - K)\hat{\rho}_{ij}^2)$, $\sigma_{ij} = \text{Var}((T - K)\hat{\rho}_{ij}^2)$ ve k açıklayıcı değişken sayısını vermektedir. Bu test tüm $T > k + 8$ için $N(0,1)$ ile asimptotik normal dağılım sergilemektedir (Hsiao, 2014).

2.7. Panel Veri Regresyon Dirençli Tahmincileri

2.6.4. Driscoll-Kraay Tahmincisi

Heterojen varyansın, otokorelasyonun ve *yatay kesit bağımlılığının* varlığında; bu üç sapmanın olası sonuçlarını homojen eğim varsayımı altında ortadan kaldıran Driscoll-Kraay dirençli tahmincilerine başvurulmaktadır (Tunalı ve Ulubaş, 2017:10). Driscoll-Kraay (1998) parametrik özelliği olmayan zaman serisi kovaryans matrisi dönemsel (zamansal) ve uzamsal (kesitsel) korelasyonun tüm genel durumları için dirençli tahminciler geliştirmiştir. Bu tahminci Newey-West düzeltmesini yatay kesit ortalamaları serileri için yaparak dirençli standart hata tahminleri yatay kesit boyutu N 'den bağımsız olacak şekilde kovaryans matris tahmincilerinin tutarlı olmasını sağlayacaktır (Hoechle, 2007:284). Bu tahmincinin dengeli ve dengesiz panel veri setleri için genel denklemi

$$Y_{it} = X'_{it}\beta + u_{it} \quad (2.45)$$

şeklindedir. Burada i 'nin yatay kesit verileri t 'nin zaman boyutunu gösterdiği modeli gözlem değerleri

$$Y = Y_{1t_{11}...} Y_{1T_1} Y_{2T_2}... Y_{NT_N} \quad (2.46)$$

$$X = X_{1t_{11}...} X_{1T_1} X_{2T_2}... X_{NT_N} \quad (2.47)$$

şeklinde genelleştirilmiştir. Burada i birimler, T tüm gözlem değerleri için $1 \leq t_{i1} \leq T \leq T_i \leq T$ ile $t_{i1}, \dots, T_i$ alt veri seti olabilmektedir. X_{it} açıklayıcı değişkenlerinin tüm u_{it} hata terimleri matrisiyle ilişkisiz olduğu varsayılmaktadır. Fakat kalıntıların otokorelasyonlu, değişen varyans ve yatay kesit bağımlı olmasına izin verilmektedir. Bu sapmalar altında havuzlanmış en küçük kareler (POLS) tahmincisi ile tutarlı bir şekilde tahmin yapılmaktadır. Tahmin edilen parametrelerin Driscoll-Kraay dirençli standart hataları ise düzeltilmiş kovaryans matrisinin diyagonal elemanlarının körekökleri kullanılarak

$$V(\hat{\beta}) = (X'X)^{-1}\hat{S}_T(X'X)^{-1} \quad (2.48)$$

şeklinde elde edilmektedir. Burada $\hat{S}_T$ $(K+1) \times (K+1)$ boyutlu matris ve

$$\hat{S}_T = \hat{\Omega}_0 + \sum_{j=1}^{r(T)} w(j, m)(\hat{\Omega}_j + \hat{\Omega}_j') \quad (2.49)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $r(T)$ otokorelasyon gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. $\hat{S}_T$ 'nin negatif olmayan ve örnek yüksek dereceden yüksek olmayan ağırlıklar almasını sağlayan otokovaryans fonksiyonunda gecikmelerin Bartlett ağırlıkları

$$W(j, r(T)) = 1 - j(r(T) + 1) \quad (2.50)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. $\hat{Y}_j$ matrisi ise $(K+1) \times (K+1)$ boyutlu ve

$$\hat{Y}_j = \sum_{t=j+1}^T h_t(\hat{\beta}) h_{t-j}(\hat{\beta})' \quad (2.51)$$

şeklinde (Muratoğlu ve Şanlı, 2020:18). Burada bütün kesitlere ait t moment koşullarının kareleri $h_{it}(\hat{\beta})$, her farklı zamana karşılık gelen birimler için hesaplanmaktadır. POLS için ortogonalite koşulları $h_{it}(\hat{\beta})$ lineer regresyonun $(K+1) \times 1$ boyutlu moment koşullarıdır. Driscoll-Kraay dirençli standart hataları sabit etkiler modeliyle kullanırken iki aşamada grup içi sabit etkiler tahmincisi elde etmektedir. İlk olarak modelde bulunan tüm değişkenlere $x_{it} \in \{y_{it}, x_{it}\}$

$$\hat{z}_{it} = z_{it} - \bar{z}_i + \bar{\bar{z}} \quad (2.52)$$

şeklinde grup için dönüşüm uygulanır. Burada $\bar{z}_{it} = T_i^{-1} \sum_{t=t_{i1}}^{T_i} z_{it}$ ve $\bar{\bar{z}} = (\sum T_i)^{-1} \sum_i \sum_t z_{it}$ dir. Diğer adımda ise Driscoll-Kraay standart hataları ile POLS kullanılarak tahmin edilir (Tatoğlu, 2020:48).

2.6.5. Arellano, Froot ve Rogers Tahmincisi

Arellano (1987), Froot (1989) ve Rogers (1993) tarafından geliştirilen modelde, kalıntıların küme içerisinde ve dışarısında sırasıyla korelasyonlu ve korelasyonsuz durumlarda dirençli standart hatalar üretilmiştir. Wooldridge (2002) ise Huber, Eicker ve White tahmincilerini sadece değişen varyans ve otokorelasyonun bulunduğu durumlar için Tam Dirençli Asimptotik Varyans Tahmincisi'ni geliştirmiştir.

2.7. Panel Veri Uzun Dönem Katsayı Tahmin Yöntemleri

2.7.1. Durbin-Hausman Eşbütünleşme Testi

Zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu panellere makro paneller denilmektedir. Bu paneller uzun dönem ilişkisine sahip olabilmektedir. Dolayısıyla veri seti makro panellere uygun olan bu bölümde model içerisinde yatay kesit bağımlılığı bulunduğundan dolayı ikinci nesil panel eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman eş bütünleşme testi kullanılmıştır. Westerlund (2008)'in geliştirdiği bu test modelde

kalıntılar üzerinden faktör ayrıştırması yaparak yatay kesit bağımlılığının bulunduğu durumda eş bütünleşme ilişkisi araştırmaktadır. Ayrıca test, bağımlı değişkenin $I(1)$, açıklayıcı değişkenlerin ise eş bütünleşme derecesinin önemli olmadığı durumda eş bütünleşme ilişkisini araştırabilmektedir. Durbin-Hausman eş bütünleşme testinin genel denklemi

$$y_{it} = \beta_i x_{it} + \alpha'_i \delta_t + u_{it} , \quad x_{it} = \gamma_i x_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2.54)$$

şeklindedir (Sahabi, 2020:81). Denklemdaki δ_t deterministik terimleri ifade etmektedir. Eğer $\delta_t = (1)$ ise Model sabitli $\delta_t = (1, t)$ iken Model sabitli ve trendli halini almaktadır. Açıklayıcı değişken için ise Dickey-Fuller (DF) fonksiyonunda $\gamma_i = 1(x_{it} \sim I(1))$ şeklinde bir gereklilik şartı yoktur. Durbin-Hausman eşbütünleşme testi için hipotezler

H_0 : Eş Bütünleşme İlişkisi Yok

H_1 : Eş Bütünleşme İlişkisi Var

olarak kurulur. Bu hipotez testlerinin test edilmesi için Choi (1994) tarafından elde edilen test istatistikleri kullanılmaktadır. Durbin-Hausman test istatistiği ise

$$DHg = \sum_{i=1}^N \hat{S}_i (\hat{\rho}_{i,OLS} - \hat{\rho}_{i,IV})^2 \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (2.55)$$

$$DHp = \hat{S}_N (\hat{\rho}_{OLS} - \hat{\rho}_{IV})^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (2.56)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Altıntaş ve Mercan, 2015:368). DHp, modelin eğim parametrelerinin homojen olduğu için panel istatistiğini verirken DHg ise eğim parametrelerinin heterojen olduğu için grup istatistiğini vermektedir. $\hat{\rho}_{OLS}$, ρ_i 'nin sıradan OLS ile tahmini iken, $\hat{\rho}_{IV}$, ρ_i 'nin araç değişken kullanılarak yapılan tahminidir.

2.7.2. CCEMG-AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmincileri

Eş bütünleşme testinden sonra eğim parametrelerinde bulunan heterojenlik ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) ile (Eberhardt ve Bond, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincileri kullanılacaktır. Pesaran CCEMG'yi

$$y_{it} = a_i d_t + \beta_{ki} x_{kit} + u_{it} , \quad u_{it} = \gamma_{im} H_{tm} + \varepsilon_{it} \quad (2.57)$$

şeklindeki genel panel denklemini genişletip N tane grup regresyonu yaparak elde etmiştir. Her bir kesit için

$$y_{it} = a_i d_t + \beta_{ki} x_{kit} + \theta_{1i} \bar{y}_t + \theta_{2i} \bar{x}_{kt} + u_{it} \quad (2.58)$$

şekinde model tahmin edilir. Pesaran bu denklemde hatalar arasındaki ilişkiye sebep olan ve H_t ortak gözlemlenemeyen faktörler yerine bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin yatay kesitleri ile genişletmiş ve heterojenlik altında her bir eğim parametresi için

$$\beta_i = \beta + v_i \quad (2.59)$$

şeklinde rassal sürecin bulunduğunu varsaymaktadır. Ortalama etki ise bu katsayıları N 'e bölerek, yani aritmetik ortalaması alınarak

$$\hat{\beta}_{CCEMG} = N^{-1} \sum_i^N \hat{\beta}_i \quad (2.60)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Benzer şekilde Eberhardt ve Bond (2009) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincilerinde yatay kesit ortalamalarını dikkate almaktadır. Bunu ise gözlemlenemeyen ortak faktörleri dikkate alarak değişkenlerin yatay kesit ortalamaları yerine AMG ortak dinamik etkileri dâhil ederek yapmaktadır. AMG de öncelikle kukla değişkenleri modele dâhil ederek

$$\Delta y_{it} = \beta \Delta x_{it} + \sum_{t=2}^T c_i \Delta D_t + u_{it} \quad (2.61)$$

şeklinde farkı alınmış POLS tahmini yapılmaktadır. Sonra ortak dinamik süreç ($\hat{c}_t \equiv \hat{u}_t^*$) bağımlı değişkenden çıkarılarak veya eklenerek her kesit için

$$y_{it} - \hat{u}_t^* = a_i + \beta_i x_{it} + u_{it} d_i x_{it} \quad (2.62)$$

$$y_{it} = a_i + \beta_i x_{it} + d_i \hat{u}_t^* + u_{it}$$

şeklinde tahmin yapılır. Son olarak tahmin edilen modelde eğim parametreleri

$$\hat{\beta}_{AMG} = N^{-1} \sum_i^N \hat{\beta}_i \quad (2.63)$$

şeklinde N 'e bölünerek aritmetik ortalaması alınır.

BÖLÜM 3: MODEL TAHMİNİ: ARZ YANLI MODELLER

3.1. Giriş

Bu bölümde yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini arz yanlı etkileyen faktörlerin etki ve modellemesi yapılmıştır.

Yükselen ekonomiler için yoğun bir rekabetin bulunduğu küresel piyasalarda kendi geleceklerine yön verebilmek adına iki konu ön plana çıkmaktadır. Birincisi *teknoloji*, diğeri ise *enerji*dir. Bu ekonomiler teknolojik yönden ileride değillerdir. Bu yüzden bol ve ucuz enerji kaynaklarına sahip olmak ve sahip oldukları enerjiyi etkin kullanmak zorundadırlar. Ayrıca bu ülkelerin ekonomilerini petrol fiyatları başta olmak üzere enerji fiyatlarındaki değişimler çok fazla etkilemektedir. Bu ülkelerde kısa ve orta vadede enerjinin etkin kullanılması, ihtiyaç duyulacak enerjiye yapılan yatırımlardan daha fazla ekonomik olmaktadır. Dolayısıyla bu durum Sosyal Bilimcilerin dikkatini çekmiş ve enerjinin nasıl daha etkin kullanılması gerektiği problemine bir çözüm bulmak için daha karmaşık sosyal bağlamları ve uygulamaları gözlemleyen araştırmalara gerek duyulmuştur. Bu yüzden enerjinin etkin kullanılması konusunda kavramsal temelleri, pratik uygulamaları, sosyolojik yönleri ve eleştirel temelleri içeren etkinliği daha geniş bir şekilde araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu bölüm bu amaçla ele alınmış, enerji etkinliğini ve/veya verimliliğini olumlu veya olumsuz yönde etkileyen arz yanlı faktörler üzerinde durulmuştur.

Dünya Bankası ülke sınıflamasına göre kişi başına düşen GSYİH dikkate alındığında yükselen ekonomileri, herhangi bir krize karşı gelişmiş ülkelere göre dirençleri daha az olan ülkeler olarak sınıflar (Chen vd., 2019:24). Dolayısıyla bu ülkeler için enerji politikalarını oluştururken enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği, enerji kayıplarının azaltılması, Ar-Ge faaliyetleri, kaynak çeşitliliği ve enerjinin etkin kullanılması gibi konular enerji planlamasında çok önemlidir. Bu yüzden ekonomilerin enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini incelemek, gelecekte enerji politikalarının iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için somut bilgiler sağlayacaktır. Dolayısıyla bu bölümde elde edilecek sonuçlar gelecekteki enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceği belirsizliğini azaltılabileceği, etkinliği artırma yönündeki risklerin minimize edilebileceği ve uzun vadeli enerji planlama faaliyetlerine yardımcı olacağı yönünde katkı sağlayacaktır.

3. 2. Literatür

Yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini arz yanlı derinlemesine araştırabilmek için ilk olarak kullanılan enerji kaynaklarının enerji verimliliğine etkisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir Enerji: Enerji arzı yapılırken yenilenebilir enerji kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji, enerji etkinliğinin iyileştirilmesi için birçok fırsatlar sunmaktadır. Enerji bağımsızlığı ve enerjinin etkin kullanılmasını etkileyen yenilenebilir enerji, özellikle gelişmekte olan ülkeler için hayati önemlidir. Yenilenebilir enerji payını artırarak enerji etkinliğinin arttırılmasını sağlayan ülkeler ekonomik faaliyet seviyesini korurken ya da arttırırken, aynı zamanda genel sürdürülebilirliği arttırır, enerji faturasını düşürür, enerji bağımlılığını azaltır, sera gazı ve sera gazı emisyonunu azaltmak gibi birçok amacı gerçekleştirmeye yardımcı olmaktadır.

Hızlı maliyet düşüşleri yenilenebilir teknolojilerin yaygın kullanılmasına yol açmıştır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji içindeki payı arttırıldığında ek depolama gereklidir. Hidro ise ek depolama için rüzgâr ve güneş enerjisine göre önde gelen bir yöntemdir. Birçok küçük nehrin bulunduğu ülkelerde, enerji üretimi için çevre dostu küçük hidroelektrik santralleri uygulama için kullanılabilir. Küçük bir hidro sistemin (225 kW) geliştirilmesi, yakıt maliyetlerini 30 yılda 5,2 milyon dolar azaltabilecektir (Robertson vd., 2020:1). Ayrıca coğrafi özellikleri itibariyle yenilenebilir okyanus enerji kaynakları da incelendiğinde erişilebilirliği, hava koşullarından bağımsız olması, tahmin edilebilirliği ve çevreye herhangi bir zarar vermemesinden dolayı gelgit akıntılarının bu kaynaklar arasındaki önemi kolayca anlaşılabilmekte ve dünya üzerinde birçok noktada gelgit akıntılarından enerji üretebilmek için uygun bölgeler belirlenmektedir.

Chi vd. (2018) Seville’de bulunan Güney, Doğu, Batı ve Kuzey’e bakan ve tamamen camlı ofislerde kullanılan delikli güneş ekranlarının (DGE) ofislerde gün ışığından yararlanma ve düşük enerji kullanımı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Optimize edilmiş DGE, tamamen camlı cephelere göre, Güney’de %55, Doğu’da %40-48, Batı’da %46-53 ve Kuzey’de %29-33 toplam enerjiyi azalttığını elde etmiştir. Tamamen veya kısmen camlı cephelerle karşılaştırıldığında, DGE toplam yıllık enerji tüketimini etkili bir şekilde azaltmıştır. Bu nedenle, DGE ile gün ışığını optimize etmek düşük enerjili projelere yol açabilir.

Elektrik: Elektrik üretimi yapılırken yenilenebilir enerji kaynak kullanımının enerji etkinliğini artırması beklenmektedir. Çünkü elektrik üretiminde fosil yakıt payı yüksek oranda bulunduran ve bu kaynakları dışardan ithal eden ülkeler için daha fazla elektrik üretiminin, daha fazla fosil yakıt ve daha fazla ithalata neden olacaktır. Dolayısıyla elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının geliri artırmanın yanında dışa bağımlılığı azaltma ve enerji etkinliğini artırması beklenmektedir.

Miguez vd. (2006) Galiçya'da (İspanya) yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimine katkısını araştırmıştır. Çalışma bulgularına göre mevcut enerji kaynakları için büyük potansiyel göz önüne alındığında, Galiçya'daki yenilenebilir enerjilerin geleceği, bölgesel kalkınmaya önemli katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle elektrik tasarrufunun 2010 yılında, %51'inin rüzgâr enerjisinden geleceği ve %4 tasarruf sağlanabileceği ümit edilmektedir. Sağlam (2017) ABD'deki rüzgâr santrallerinin yaklaşık üçte ikisinin rüzgâr gücünü etkilili bir şekilde işlettiğini ve rüzgâr türbini markası seçiminin, rüzgâr çiftliklerinin üretken verimliliğine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Bakirtas vd. (2000) Türkiye'nin 1962-1996 dönemi elektrik talebinin gelir esnekliğinin çok yüksek olduğu belirterek, elektrik talebinin gelecekte ciddi artış göstereceği ve bu artışı kontrol etmek için enerji verimliliği ve koruma politikalarının çok önemli olduğunu göstermiştir.

Ciarreta ve Zarraga (2010) 12 Avrupa ülkesi için elektrik tüketiminin GSYİH üzerindeki etkisini araştırmıştır. 1970-2007 dönemini kapsayan yıllık verilerle GMM yöntemi kullanmıştır. Çalışmada elektrik tüketiminin GSYİH'a negatif etkisi olduğu bulunmuştur. Buna karşın Apergis ve Payne (2011) 88 Dünya Bankası üyesi ülkelerin elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkisini araştırmıştır. 1990-2006 dönemine ait yıllık verilerle panel eş bütünleşme ve panel nedensellik testlerini kullanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre elektrik tüketimi artışının ekonomik büyümeyi artırdığı elde edilmiştir. Benzer şekilde Paul ve Bhattacharya (2004) Hindistan için 1950-1996 dönemine ait yıllık verileri kullanarak elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Eangle-Granger eş bütünleşme testi kullanılan çalışmada elektrik tüketiminde yaşanan artışın ve dolayısıyla arz artışının ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği sonucu elde edilmiştir.

Enerji Kayıpları: Artan enerji kayıplarının herhangi bir üretime dönüşmediği ve enerji maliyetlerini daha fazla artırdığından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

Enerji etkinliğini etkileyen ön önemli nedenlerden biri de enerji üretiminde, iletilmesinde ve taşınmasında yaşanan kayıplardır. Enerji üretim, dağıtım ve tüketim gibi tüm süreçlerde enerji politikalarının belirlenmesi ve bu politikalar uyumlu teknolojilerin seçimi önemli bir problem oluşturmaktadır. 1994 itibariyle, OECD ülkelerinde enerji dağıtım sisteminde meydana gelen kayıplar %7.9 iken günümüzde gelişmiş ülkelerin sebekeden kaynaklanan kaybın brüt üretime oranı %8 düzeyindedir (Bahar, 2005:47). 2013 yılı verilerine göre ise şebekeden kaynaklanan enerji kaybının brüt üretime oranı %18 (2 milyar \$)'dir. Ayrıca dünyada kişi başına yıllık ortalama tüketim miktarı 2.326 Kwh/kişi iken Türkiye'de kaçak ve kayıplarla beraber ortalama 1.509 Kwh/kişi'dir (Bahar, 2005:40). Elektriğin üretimi, iletimi ve taşınması sırasında ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Yükselen ekonomilere bakıldığında elektrik kayıpları 1990 yılında Bangladeş'de %33, 1995 yılında Pakistan'da %22, 2000 yılında Hindistan'da %27, 2005 ve 2017 yılında sırasıyla %27 ve %31 oranında Venezuela'da gerçekleşmiştir (IEA, 2020). Enerji kullanımında yaşanan kayıplar GDP'de herhangi bir çıktı üretmeyen, büyüme için katlanılmak zorunda olunan ve ülkelerin enerji konusunda yaşadığı ciddi problemler arasında odaklanılması gereken çok önemli bir sorun olup, kayıpların azaltılması gerekir.

Kömür: Kömür enerji kaynağı çıkarılmasında ve işlenmesinde yüksek teknolojiye ihtiyaç duymadığından özellikle gelişmekte olan ülkeler için çok fazla tercih edilmektedir. Bu durumun çevre kalitesini ve enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

Çin'in 1996 ve 2000 yılları arasında, toplam birincil enerji tüketimi %8 oranında gerilerken, temelde kömür tüketiminde %17,4'lük bir düşüş yaşanmış ve bu düşüş Çin'de enerji etkinliğini artırmıştır. Bu düşüşün nedeni ise sanayi sektöründeki kömür tüketiminin azalmasıdır (Fisher-Vanden vd., 2004:78). Akal (2015) ise çalışmasında Çin'i yoğun kömür veya yenilenemez enerji kullanımından dolayı çalışmaya konu olan ülkeler (Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, Japonya) arasında en az etkin ülke olarak bulmuştur.

Petrol: Enerji kaynakları arasında petrol kullanımının yüksek olduğu ve bu kaynağı dışardan ithal eden ülkeler için daha yüksek petrol kullanımının daha fazla dışa bağımlılığı artırmanın yanında enerji etkinliğini ve çevresel kaliteyi de olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

Petrol Çin'in enerji tüketiminin %19'unu oluşturmaktadır. 1998 yılından 2010'a kadar artan petrol kullanımı Çin'de enerji kullanımını artırdığı için enerji etkinliğini azaltmıştır (Xie vd., 2015:70). Ham petrol operasyonlarında, bir boru hattı yoluyla depolama tanklarından şarj tanklarına petrol nakliyesi büyük miktarda enerji tüketmektedir. Eğer bu tüketilen enerji azaltılmazsa hem enerji üretimi içerisindeki petrolün oranı artacak hem de bunların nakliyesinde enerji tüketimi artacaktır. Bu ise enerjinin etkin kullanılmasının hayati önemini gösterecektir (Wu vd., 2017:49).

Doğalgaz: Doğalgaz enerji kaynağı kömür ve petrol enerji kaynaklarına göre çevreyi daha az kirlettiği için birçok ülke tarafından çok fazla tercih edilmektedir. Ancak doğalgaz rezervi kendi ülkesinde bulunmayan veya ihtiyacını karşılayamayan ülkeler dışa bağımlı hale gelmektedir. Bu durum artan doğalgaz kullanımına paralel olarak daha fazla enerji maliyetlerine, döviz ihtiyacına ve cari açığa neden olduğundan enerji etkinliğini de olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

Enerjinin etkin kullanılması, tüm Dünya'nın problem olduğu gibi Avrupa Birliği (AB) iklim politikasının da temel meselesidir. Enerji etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalarda AB için doğalgaz tüketiminde %1'lik bir artış GSYİH'yi %0,18 artırmıştır (Balitskiy vd., 2016:163). Dolayısıyla AB için doğalgaz tüketimi enerjinin etkin kullanımını artırmaktadır. Çin'in kuzeyi için bölgesel ısıtma sisteminde doğalgaza ve derin jeotermal enerjiye dayalı yeni konfigürasyonları geleneksel bölgesel ısıtma sistemleriyle karşılaştırıldığında doğalgaz tüketimini azaltmak enerji etkinliğini %12 oranında artırabilir (Sun vd., 2019:439). Benzer şekilde doğalgaz kullanımı BRICS-T ülkeleri için hızla artmış, doğalgazın bu ülkeler için gelecekte enerji kaynakları arasında çok önemli bir yere sahip olacağı görülmüş, sürdürülebilir enerji ve verimlilik açısından avantajlara sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Bildirici ve Bakirtas, 2014:143)

3. 3. Yöntem

Bu kısımda öncelikle modellerde kullanılan değişkenler tanıtılacak ve değişkenlere ait korelasyon katsayıları verilecektir. Sonra çoklu doğrusal bağlantı problemiyle

karşılaşmamak için VIF değerleri hesaplanıp dikkate alınarak ileri sürülen değişkenlerden herbiri en az bir modelde anlamlı olabilecek şekilde modeller oluşturulacaktır. Daha sonra hangi nesil birim kök testinin yapılacağına karar vermek için birimler arası korelasyon testi yapılacak ve serilerin durağanlığı araştırılacaktır.

Tahminler homojen eğim katsayılı modeller ve heterojen eğim katsayılı modeller ile tahminler yapılacaktır. Bunun nedeni literatür ışığında geleneksel panel yöntemiyle adımlar izlenip homojen eğim varsayımı altında tahminler yapılırsa elde edilen sonuçların, eğim parametrelerinin heterojenliğine izin veren ve kesit bağımlılığının tahmininde yeni geliştirilen teknikler kullanılarak tahmin edilen sonuçlarla sağlamlılık sınanmasının yapılması ve karşılaştırılmasıdır. Çünkü mevcut literatürde homojen eğim parametresini dayatan geleneksel sabit ve rassal etkili modellerin sonuçlarından endişe edilmektedir. Bunun nedeni panel veri modelleri enine kesit bağımlılığı bulunduruyorsa tahmin edilen homojen eğim katsayı tahminlerinin (POLS, sabit etkili, rassal etkili veya GMM model)tahminlerinde olduğu gibi) güvenilirliği konusunda önyargılı katsayı sonuçları elde edilebilir (Sadorsy, 2014:148). Ayrıca verilerin zaman serisi özellikleri panel veri tahmini için dikkat edilmesi gereken önemli bir özelliktir. Çünkü sabit olmayan hataların ve homojen parametrelerin dayatıldığı sabit etkiler regresyonuna ait katsayılar sapmalı olabilir (Afonso ve Jalles, 2017:4). Bu yüzden kesit bağımlılığını hesaba katarak homojen eğim varsayımı altında Driscoll-Kraay tahmincisi yapılacak ve çalışmanın sağlamlık kontrolü için CCEMG ve AMG tahmincileri kullanılacaktır (Kaulihowa ve Adjasi, 2018:8).

Homojen eğim katsayı tahmini için POLS, sabit etkiler ve rassal etkiler şeklinde standart panel regresyon teknikleriyle tahminler yapılacaktır (Sadorsky, 2014:149). Bunun için öncelikle sabit etkilerin ve rassal etkilerin sınanması sırasıyla F ve LM testleri kullanılacak sonra bu etkiler arasında Hausman testiyle tercih yapılacaktır. Daha sonra modeller tahmin edilecek ve modellerde değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmaları araştırılacaktır. Son olarak yatay kesit bağımlılığın da üstesinden gelmek için homojen eğim varsayımı altında Driscoll-Kraay (1998) sabit etkili regresyon tercih edilecektir (Yassin ve Aralas, 2019:61; Bakas vd., 2016:232).

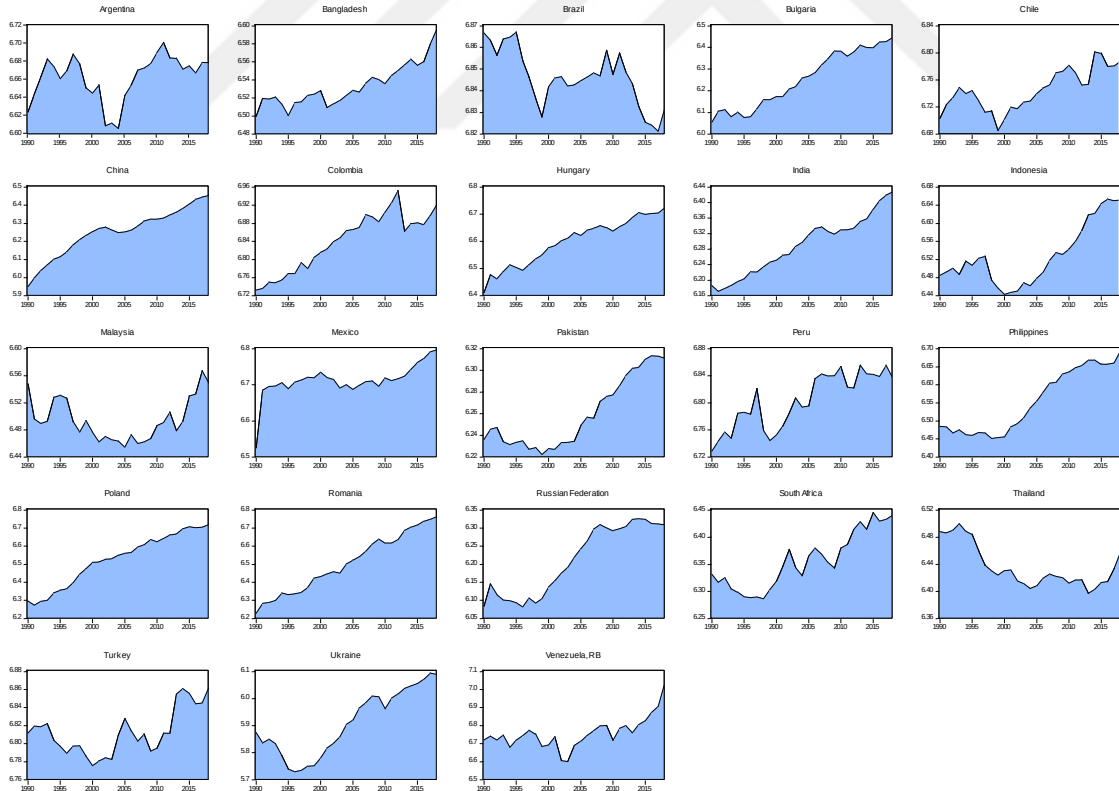
Diğer taraftan arz yanlı değişkenlerin enerji etkinliği üzerindeki etkisini modellemek için heterojen eğim katsayılarına ve kesit bağımlılığına izin veren ve yakın zamanda geliştirilmiş panel regresyon CCEMG tahmin yöntemi kullanılacaktır. Ayrıca CCEMG

için sağlamlık testi AMG tahmin modeliyle yapılacaktır. Öncelikle modeller için yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri yapılacak ve ardından uzun dönemli ilişkinin olup olmadığı Durbin-Hausman Eş Bütünleşme testi ile araştırılacaktır. Son olarak CCEMG ve AMG uzun dönem katsayı tahmini yapılacaktır.

3.3.1. Değişkenler

Çalışmadaki bağımlı değişken olan enerji etkinliği (LEE), birim enerji başına üretilen maksimum çıktının logaritmasıdır. Yani $LEE = \text{Log}(\text{GDP (2010 US\$ sabit fiyatlarıyla)} / \text{Toplam enerji kullanımı (ktoe)})$ olarak alınmıştır. Grafik 1, 1990-2018 arasında çalışmada kullanılan ülkelerin enerji etkinliği eğilimini göstermektedir. Arjantin, Brezilya, Şile, Kolombiya, Endonezya, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezuela ülkelerinin hassas ve büyük dalgalanmalara sahip olması enerji etkinliğinin enerji kaynaklarına, alternatif enerji kullanımına vd. faktörlere karşı ne kadar çok duyarlı olduğunu göstermektedir.

Grafik 1: Ülkelerin Enerji Etkinlik Grafikleri 1990-2018 (GSYİH/Ktoe)



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), www.iea.org.

Modelde kullanılacak olan değişkenlerin tanımı, tanımlayıcı istatistikleri, veri kaynakları ve değişkenlere ait özet bilgiler Tablo 5'te gösterilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde

oynaklığın en fazla olduğu seri yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr vd. (LWSE), en az olan ise enerji etkinliği (LEE)’dir.

Tablo 5: Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Tanımı	Kaynak	NT	Ort	Std. Ht.	Min.	Mak.	Bek. işareti
LEE	Log(GDP(2010 US\$ sabit fiyatlarıyla) / Toplam enerji kullanımı (ktoe))	GDP: World Data Bank, databank.worldbank.org TES: International Energy Agency, www.iea.org	667	6.517	0.253	5.730	7.036	
LCOA	Log(Kömürden enerji üretimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.927	1.083	-6.000	6.307	-
LOIL	Log(Petrol ürünlerinden enerji üretimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	4.382	0.499	3.228	5.785	-
LNTR	Log(Doğalgazdan enerji üretimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	4.056	1.030	-6.000	5.617	-
LHDR	Log(Hidrojan enerji üretimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.104	0.808	1.114	5.013	+
LWSE	Log(Güneş PV, güneş TH, gelgit, rüzgâr, ısı pompası, kazan, kimya ısı ve diğerlerinden enerji üretimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	-0.071	3.865	-6.000	4.909	+
LBW	Log(Biyoyakıtlar ve atıklardan enerji üretimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.816	0.707	2.149	5.312	+
LELEC	Log(Brüt elektrik üretimidir. Ayrıca hidro istasyonlardaki üretim, pompalı depolama tesislerinden üretimi içerir (ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.670	1.901	-6.000	5.790	+
LLOS	Log(Enerji dağıtımı, iletimi ve taşınması sırasında yaşanan enerji kayıpları(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.483	0.525	2.434	4.792	-

3.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları

Serilere ait değişkenler arasındaki basit ilişkinin derecesi ve yönü hakkında bilgi edinmek için basit korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Basit Pearson Korelasyon Katsayıları

	LEE	LCOA	LOIL	LNTR	LHDR	LWSE	LBW	LELEC
LCOA	-0.436 0.000	1 -						
LOIL	-0.111 0.004	0.524 0.000	1 -					
LNTR	-0.164 0.000	0.229 0.000	0.422 0.000	1 -				
LHDR	0.098 0.011	0.222 0.000	0.737 0.000	0.290 0.000	1 -			
LWSE	0.138 0.000	0.409 0.000	0.430 0.000	0.063 0.103	0.211 0.000	1 -		
LBW	-0.017 0.659)	0.466 0.000	0.606 0.000	0.071 0.065	0.434 0.000	0.393 0.000	1 -	
LELEC	-0.258 0.000	0.571 0.000	0.197 0.000	0.082 0.034	0.023 0.557	0.294 0.000	0.395 0.000	1 -
LLOS	-0.390 0.000	0.609 0.000	0.840 0.000	0.515 0.000	0.644 0.000	0.298 0.000	0.468 0.000	0.287 0.000

Not: Gözlem sayısı NT=667 olup ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Basit korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında olup iki değişken arasında doğrusal ilişkinin derecesini gösterir. Bu değer mutlak değer olarak 1'e yakın olması güçlü bir ilişkinin olduğu, 0'a yakın olması ise zayıf bir ilişkinin olduğu anlamına gelir (Beaumont 2012:8). Yenilenebilir enerji kaynakları hariç bütün değişkenler enerji etkinliği ile negatif bir ilişkiye sahiptir. Yalnız biyoyakıt ve atık kullanımı hariç diğer bütün değişkenler enerji etkinliği ile istatistiksel olarak anlamlıdır. Genel olarak değişkenler ile etkinlik arasında düşük bir ilişki vardır. Fakat doğrusal korelasyon katsayılarının panel verilerde düşük bulunması normal olmakla birlikte anlamlı bulunması kurulacak Modellerin açıklayıcı gücünü artırmada avantaj sağlamaktadır.

Bu hesaplanan basit ikili doğrusal korelasyon katsayıları moedellerde çoklu doğrusal bağlantı tespitinde yardımcı olmaktadır.

3.3.3. Varyans Büyütme Faktörü Katsayıları

Modelde kullanılacak bağımsız değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayısı 0,80'den yüksek olması durumunda çok ciddi doğrusallık problemi ortaya çıkacaktır (Gujarati, 2003:359). Diğer taraftan, çoklu dorusal bağlantının olmaması için bağımlı ile bir bağımsız değişken arasındaki korelasyon katsayısının iki bağımsız değişken arasındaki korelasyon katsayısından daha büyük olması beklenir. Ayrıca varyans büyütme Faktörü

(VIF) eğer 10 değerinin üzerinde ise çoklu doğrusallık sorunu vardır denilenebilir (Iddrisu and Alagidede 2020:7; Abbas, 2020:8). Genel olarak Tablo 6'ya dikkat edilirse bazı bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon katsayısı 0.80'nin üzerinde ve bunlar arasında bağımlı ile bağımsız arasındaki ilişkiden daha yüksek olanları vardır. Bu nedenlerden dolayı hipotezlerimizin veya ileri sürülen değişkenlerin enerji etkinliğini etkilemede eğilimsiz ve anlamlı olup olmadığını kesinleştirmek için alternatif modeller kurulmuştur.

Çalışmada öncelikle korelasyon katsayılarına ve VIF değerlerine bakılmaksızın tüm değişkenlerin yer aldığı Model1 oluşturulmuştur. Daha sonra çoklu doğrusal bağlantı probleminden sakınmak için değişkenler arasında; değişkenlerin yükselen ekonomilerdeki önemi, ikili korelasyon ve VIF katsayıları dikkate alınarak; kombinasyonlar yapılarak alternatif üç model oluşturulmuş ve tahmin edilmiştir. Bu modeller oluşturulurken hem daha fazla bilgi alınabilmesi için kullanılacak olan değişkenlerin anlamlı olacağı maksimum değişken sayısı gözetilmiş hem de VIF değerlerinin 10'u geçmemesine dikkat edilmiştir. Her bir modele ait VIF bilgileri EK 1'de sunulmuştur.

3.4. Arz Yanlı Modellerin Tahmini

3.4.1. Arz Yanlı Modeller

Enerji etkinliğini etkileyen arz yanlı faktörler için üç model oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modellerde korelasyon katsayıları dikkate alınmış ve VIF değerleri 10'u geçmeyecek şekilde oluşturulmuştur. Model1'de tüm değişkenler kullanılmış olup Model2 ve Model3'den maksat ise hidro ile petrol, enerji kayıpları ile petrol kullanımı gibi değişkenler arasında bulunan yüksek korelasyonun çoklu doğrusal bağlantılılık ile anlamsız parametre tahminine sebep olabileceği endişesi ile her bir değişken en az bir modelde anlamlı olacak şekilde modeller oluşturulmaya çalışılmıştır.

Modeller:

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCOA_{it} + \beta_2 LOIL_{it} + \beta_3 LNTR_{it} + \beta_4 LHDR_{it} + \beta_5 LWSE_{it} + \beta_6 LBW_{it} + \beta_7 LELEC_{it} + \beta_8 LLOS_{it} + u_{it} \quad (\text{Model1})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LOIL_{it} + \beta_2 LNTR_{it} + \beta_3 LHDR_{it} + \beta_4 LELEC_{it} + \beta_5 LLOS_{it} + u_{it} \quad (\text{Model2})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LOIL_{it} + \beta_2 LNTR_{it} + \beta_3 LHDR_{it} + \beta_4 LWSE_{it} + u_{it} \quad (\text{Model3})$$

İlk Modelde tüm enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılırken Model2 ve Model3 de ise ilk Modelde anlamsız çıkan değişkenler çıkarılarak bütün değişkenler anlamlı olacak şekilde Model2 ve Model3 oluşturulmuştur. Kabul edilen bu modellerde birim ve zaman etkili sabit terimler ($\beta_0 = \mu_i + \lambda_t$) bulunmaktadır. Heterojen sabit ve heterojen eğim modellerinde ise $\beta_0 = \mu_i + \lambda_t$ veya $\beta_0 = \mu_i$ veya $\beta_0 = \lambda_t$ olurken $\beta_k = \beta_{ik}$, $i=1,2,\dots,N'$ e kadar olmaktadır.

3.4.2. Arz Yanlı Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Analize geçmeden önce serilerin birim kök içerip içermediği araştırılacaktır. Bunun için öncelikle değişkenlerde birimler arası korelasyon sınanacaktır. Çünkü birimler arası korelasyonun olmaması durumunda 1. Nesil birim kök testleri, var olması durumunda ise 2. Nesil birim kök testleri tercih edilecektir.

Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığını sınamak için Breusch-Pagan (1980) CD_{LM1} testi ve Pesaran (2004) CD_{LM2} testleri zaman boyutu kesit boyutundan büyük ($T > N$) olduğu zamanlarda kullanılmaktadır (Hepaktan ve Çınar, 2011:142). Pesaran (2004) CD_{LM} testi N ve T 'nin yeterince büyük olduğu durumlarda yatay kesit bağımlılığı için kullanılabilir. Ancak bireysel ortalamalar sıfırdan farklı ve grup ortalaması sıfır olduğundan dolayı sapmalı sonuçlar verebilir. Dolayısıyla Pesaran (2008) CD_{LM-Adj} testi ile test istatistiğine varyansı ve ortalamayı ekleyerek düzeltmeyi başarmıştır. Bu yüzden bu test sapması düzeltilmiş LM testi olarak ifade edilmiştir (Göçer vd., 2012:456). Dolayısıyla değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı CD_{LM1} (Breusch-Pagan 1980), CD_{LM2} (Pesaran 2004) ve CD_{LM-Adj} (Pesaran-Ullah-Yamagato 2008) testleri kullanılarak test edilmiş ve sonuçlar Tablo 7'de gösterilmiştir. Değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 7: Yatay Kesit Bağımlılığı için Yapılan Testlerin Sonuçları

	CD_{LM1}		CD_{LM2}		CD_{LM-adj}	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
LEE	374.467***	374.23***	5.40***	5.39***	20.46***	20.34***
LCOAL	421.254***	410.087***	7.480***	6.983***	3.541***	1.763**
LOIL	412.022***	437.448***	7.069***	8.200***	14.120***	14.749***
LNTR	462.794***	524.394***	9.326***	12.065***	-2.844	-3.279
LHDR	387.807***	401.039***	5.993***	6.581***	16.315***	15.871***
LWSE	560.985***	579.054***	13.692***	14.495***	5.322***	6.006***
LBW	254.000	294.540**	0.044	1.847**	3.408***	4.309***
LELEC	704.890***	715.266***	20.089***	20.550***	-3.831	-3.412
LLOS	319.805***	360.652***	2.970***	4.786***	1.584*	1.363*

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 7’de tüm değişkenlere ait CD_{LM1} , CD_{LM2} ve CD_{LM-Adj} yatay kesit bağımlılığı testleri kullanılmıştır. CD_{LM1} ve CD_{LM2} test sonuçlarına göre tüm değişkenlerde, sabitli ile sabitli ve trendli modellerin hepsinde birimler arası korelasyon bulunmaktadır. Dolayısıyla tüm değişkenler için 2. Nesil durağanlık testleri kullanılacaktır.

3.4.3. Arz Yanlı Değişkenlerin Durağanlık Testi

Değişkenlerin durağanlığı yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerden CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components) kullanılmış ve sonuçlar Tablo 8’de gösterilmiştir. Değişkenlere ait CIPS ve PANIC birim kök test sonuçları Stata 16 paket programı kullanılarak sırasıyla `xtcips` değişken, `maxlags(4)` `bglags(1)` ve `xtpanica` değişken, `panic(2)` `adflag(AIC)` komutları yardımıyla elde edilmiştir.

Tablo 8: İkinci Nesil Birim Kök Testi Sonuçları

DÜZEY	P _a		P _b		P _{MSB}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEE	-0.404	0.980	-0.446	1.129	0.800	1.301	-1.865	-2.333
LCOA	1.197	-2.639***	2.247	-1.776**	3.488	-1.024	-1.574	-2.419
LOIL	0.007	1.402	0.009	1.787	1.819	2.277	-2.183**	-2.297
LNTR	1.065	0.671	2.593	0.868	6.472	1.112	-2.558***	-2.479
LHDR	0.009	-8.357***	2.736	-4.900***	2.567	-2.362***	-2.951***	-3.550***
LWSE	-1.790**	-0.891	-1.483*	-0.818	-0.803	-0.610	-1.740	-2.035
LBW	0.960	-1.182	1.100	-1.021	0.993	-0.805	-1.634	-1.857
LELEC	1.049	0.305	3.034	0.337	7.838	0.374	-1.927	-2.288
LLOS	0.739	0.918	0.916	1.084	1.636	1.314	-2.611***	-2.890***
FARK	P _a		P _b		P _{MSB}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔLEE	-4.887***	-8.263***	-2.697***	-4.565***	-1.493*	-1.902**	-3.165***	-3.177***
ΔLCOA	-36.573***	-20.355***	-8.467***	-8.307***	-1.766**	-1.796**	-2.954***	-2.929***
ΔLOIL	-10.882***	-8.183***	-4.378***	-4.695***	-1.738**	-1.993***	-2.547***	-2.770**
ΔLNTR	-6.835***	-14.113***	-2.858***	-5.730***	-1.202	-1.636*	-3.809***	-4.077***
ΔLHDR	-46.490***	-21.688***	-10.025***	-9.409***	-1.856**	-2.526***	-3.755***	-3.888***
ΔLWSE	-4.736***	-7.036***	-2.270**	-3.447***	-0.977	-1.223	-3.293***	-3.386***
ΔLBW	-3.099***	-1.914**	-1.916**	-1.460*	0.987	-0.879	-3.093***	-3.167***
ΔLELEC	-31.884***	-14.455***	-7.949***	-6.113***	-1.852**	-1.593*	-3.474***	-3.407***
ΔLLOS	-24.832***	-26.671***	-8.176***	-11.278***	-2.521***	-2.928***	-4.053***	-4.160***

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin durağan olduğu ifade edilmektedir.

Tablo 8'e göre kömür(LCOA) P_a ve P_b testleri için “sabit ve trendli”, petrol (LOIL) ve doğal gaz (LNAT) CIPS testi için “sabit”, hidro (LHDR) P_a, P_b ve P_{MSB} testleri için “sabit ve trendli” ve CIPS testi için “sabit” ve “sabit ve trendli” rüzgâr vd. (LWSE) P_a ve P_b testleri için “sabit”, enerji kayıpları (LLOS) CIPS testi için “sabit” ve “sabit ve trendli” model için düzeyde durağandır. Dolayısıyla hidro (LHDR) değişkeni düzeyde durağan, diğer değişkenler ise birinci farkta durağan olmaktadır.

3.4.4. Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Testi

Bu kısımda CCEMG ve AMG uzun dönem katsayı tahminleri yapılacaktır. Bunun için öncelikle modellerde yatay kesit bağımlılığı sınanacaktır. Eğer modellerde yatay kesit bağımlılığı yoksa 1. Nesil eş bütünleşme testleri var ise 2. Nesil eş bütünleşme testleri kullanılacaktır. Ayrıca kullanılacak tahmin yönteminin özelliğini belirleyecek olan eğim parametrelerinin homojenliği veya heterojenliği her bir model için test edilmiş ve Tablo 9'de gösterilmiştir. Modellere ait yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 9: Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları

Model	Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri				Homojenlik Testleri	
	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM}	CD _{LM-adj}	$\tilde{\Delta}$	$\tilde{\Delta}_{adj}$
Model1	314.477*** (0.005)	2.733*** (0.003)	3.928*** (0.005)	4.428*** (0.000)	4.870*** (0.000)	5.865*** (0.000)
Model2	423.667*** (0.000)	7.587*** (0.000)	5.174*** (0.000)	8.115*** (0.000)	4.804*** (0.000)	5.394*** (0.000)
Model3	379,439*** (0.000)	5.621*** (0.000)	4.011*** (0.000)	17.464*** (0.000)	3.592*** (0.000)	3.948*** (0.000)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 9'a dikkat edilirse tüm modellerde hem yatay kesit bağımlılığı hem de eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Bundan sonraki adımlarda bu durumlar dikkate alınarak tahminler yapılacaktır.

3.4.5. Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Testi

Modellerde uzun dönem ilişki olup olmadığını araştırmak için eş bütünleşme testi yapılacaktır. Modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunması ve eğim parametrelerinin heterojenliği ayrıca bağımlı değişkenin birinci farkta açıklayıcı değişkenlerin ise farklı düzeylerde durağan olması dikkate alındığında 2. Nesil eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman (Westerlund, 2008) testi kullanılacaktır. Durbin-Hausman eş bütünleşme test sonuçları Tablo 10'de gösterilmiştir. Modellere ait Durbin-Hausman eşbütünleşme test sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 10: Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları

Model	DH _G		DH _P	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
Model1	12.412*** (0.000)	4.130*** (0.000)	21.622*** (0.000)	-2.534 (0.994)
Model2	529.140*** (0.000)	7.019*** (0.000)	22.603*** (0.000)	-3.130 (0.999)
Model3	4.658*** (0.000)	-3.238 (0.999)	4.263*** (0.000)	-3.765 (0.999)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir.

Durbin - Hausman eş bütünleşme testi hem grup (DH_G) hem de panel (DH_P) istatistik sonuçlarını vermektedir. Eğer eğim parametreleri homojen ise DH_P panel istatistiği,

heterojen ise DH_G grup istatistiği kullanılacaktır (Polat ve Gemici, 2018:127). Tablo 9’a dikkat edilirse tüm modellerde eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tüm modeller için grup istatistiği olan DH_G değeri kullanılacaktır. Tablo 10’a bakılırsa tüm modeller için eş bütünleşme ilişkisinin bulunduğu görülmektedir.

3. 5. Arz Yanlı Sabit Etkili Regresyon ve Driscoll-Kraay Modelleri Tahmini

Burada model tahmini için EKK yöntemi tercih edilecektir. Bunun için öncelikle sabit etkilerin veya rassal etkilerin test edilmesi gerekir. Sabit etkilerin sınanması F testi ile rassal etkilerin sınanması ise LM testi ile yapılmıştır. Sonra bu etkiler arasında tercih için Hausman testi kullanılmıştır. Tüm modellere ait F, LM ve Hausman testlerinin sonuçları Tablo 11’de gösterilmiştir. Modellere ait F test sonuçları Eviews 10, LM ve Hausman test sonuçları ise Stata 16 paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Kullanılan LM ve Hausman Stata kodları EK 13’de gösterilmiştir.

Tablo 11: F, LM ve Hausman Test Sonuçları

	Model1		Model2		Model3	
Testler	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Fbirim	294.972***	0.000	324.487***	0.000	499.894***	0.000
Fzaman	8.634***	0.000	21.345***	0.000	10.231***	0.000
Fbirim-zaman	140.621***	0.000	165.213***	0.000	228.198***	0.000
LM birim	1289.548***	0.000	1165.653***	0.000	1556.714***	0.000
LM zaman	0.522	0.235	25.687***	0.000	0.010	0.999
LM birim-zaman	1400.154***	0.000	1489.778***	0.000	1699.711***	0.000
Hausman	36.22***	0.000	12.56**	0.013	22.21***	0.001

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 11’e dikkat edilirse F testi sonuçları her üç modelde %1 anlamlılık düzeyinde “sabit birim ve zaman etkilerin” olduğunu göstermektedir. LM test sonuçlarına göre ise Model1 ve Model3’ün “rassal birim”, Model2 için ise “rassal birim ve zaman etkileri” olduğunu %1 önem seviyesinde göstermektedir. Hausman test sonucuna göre ise %5 önem seviyesinde sabit etkili modelin tercih edilmesi gerektiği görülmektedir. Dolayısıyla her üç model için çift yönlü sabit etkili modeller tahmin olarak kullanılacaktır. Arz yanlı modellerin “birim ve zaman etkili”; çift yönlü sabit etkili tahminçileri EK 2’de gösterilmiştir.

Sabit birim etkili ve sabit birim ve zaman etkili regresyon sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan `xi: reg` komutu kullanılarak elde edilmiştir. Model1 için sabit birim etkili regresyon sonuçları `xi: reg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW`

LELEC LLOS i.id komutu ile elde edilirken sabit birim ve zaman etkili regresyon sonuçları ise *xi: reg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS i.id i.year* komutu ile elde edilmiştir. Diğer modeller için de aynı komutlar kullanılmıştır.

Tablo 12: Arz Yanlı Sabit Etkili Regresyon Tahmin Sonuçları

	Sabit Birim Etkili			Sabit Birim ve Zaman Etkili		
	Model1	Model2	Model3	Model1	Model2	Model3
LCOA	-0.0008 (0.005)			-0.010 (0.005)**		
LOIL	-0.031 (0.028)	0.016 (0.033)	-0.081 (0.025)***	-0.092 (0.025)***	-0.102 (0.025)***	-0.182 (0.022)***
LNTR	0.012 (0.004)***	0.011 (0.004)**	0.008 (0.004)**	-0.0000303 (0.003)	-0.003 (0.003)	-0.004 (0.003)
LHDR	0.176 (0.022)***	0.286 (0.025)***	0.166 (0.023)***	0.100 (0.020)***	0.098 (0.020)***	0.071 (0.021)***
LWSE	0.009 (0.001)***		0.014 (0.001)***	0.002 (0.001)		0.003 (0.001)***
LBW	0.156 (0.018)***			0.035 (0.017)**		
LELEC	0.002 (0.003)	0.004 (0.003)		0.004 (0.003)	0.006 (0.003)**	
LLOS	-0.016 (0.024)	-0.091 (0.027)***		-0.114 (0.022)***	-0.140 (0.020)***	
Sabit	5.682 (0.127)***	5.879 (0.110)***	6.426 (0.104)***	6.925 (0.141)***	7.146 (0.097)***	7.153 (0.099)***
F	361.350***	272.250***	365.410***	253.890**	263.670***	252.290***
F(v₁, v₂)	F(30,636)	F(27,639)	F(26,640)	F(58,608)	F(55,611)	F(54,612)
R²	0.9446	0.9200	0.9369	0.9603	0.9596	0.9570
Adj. R²	0.9420	0.9166	0.9343	0.9566	0.9559	0.9532
Ort. VIF	2.840	2.670	1.960	2.840	2.670	1.960

Not 1: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki değerler tahmincilerin standart hatalarıdır.

Not 2: Sabit etkili zaman sabiti = “Sabit birim ve zaman sabiti” – “sabit birim sabiti” formülü ile yaklaşık olarak elde edilebilir. Tahmin edilen sabitler ilgili model sabitlerini de içermektedir.

Tablo 12’de tüm modeller için regresyon tahmin sonuçları yer almaktadır. Modeller arasında karşılaştırma ve tercih kriteri olarak kullanılan RMSE değerinin 0 (sıfır)’a, R² değerinin ise 1 (bir)’e yakın olması aynı bağımlı değişkene ait karşılaştırılan modeller

arasındaki açıklama gücünün ve tercih edilmesinin daha uyumlu olacağını ifade etmektedir (Kaya vd., 2016:6; Aydın, 2019:217; Sun, 2020:7). Burada model karşılaştırmaları için R^2 uyumluluk ölçütü kullanılmaktadır. Dolayısıyla Tablo 12'ye göre tüm değişkenlerin yer aldığı Model1 tercih edilecek ve yorumlanacaktır.

Model1'e göre enerji etkinliğini en fazla artıran hidro kaynağı iken en fazla olumsuz etkileyen ise enerji kayıpları bulunmuştur. Katsayılar olarak bakıldığında enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro kullanımındaki %1'lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.10 artışa, en fazla olumsuz etkileyen ise enerji kayıplarında meydana gelen %1'lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.11 azalışı beraberinde getirmektedir. Ayrıca tüm modeller dikkate alındığında kullanılan ortak değişkenlerin büyüklüğü ve işaretleri genel olarak benzer çıkmıştır. Tüm modeller göz önüne alındığında fosil yakıt kullanımı ve enerji kayıplarında yaşanan artış Yükselen Ekonomiler için enerji etkinliğini olumsuz etkilediği, yenilenebilir enerji kullanımı ve elektrik kullanımını ise enerji etkinliğini olumlu etkilediği görülmektedir.

Tablo 13'de modellere ait değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı test sonuçları gösterilmiştir. Modellere ait Değişen varyans ve otokorelasyon test sonuçları Stata 16 paket programı yardımıyla, modellere ait yatay kesit bağımlılığı test sonuçları ise Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve değişen varyans ve otokorelasyon testi için kullanılan Stata kodları Ek18'de, modellere ait yatay kesit bağımlılığı için kullanılan Gauss kodları ise Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 13: Değişen Varyans, Otokorelasyon ve Yatay Kesit Bağımlılık Testlerinin Sonuçları

	Model1		Model2		Model3	
Testler	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Değiştirilmiş Wald testi	1218.920***	0.000	6951.600***	0.000	2327.050***	0.000
Bhargava vd.	0.260		0.230		0.214	
Baltagi-Wu	0.476		0.406		0.411	
CD _{LM1}	314.477***	0.005	423.667***	0.000	379.439***	0.000
CD _{LM2}	2.733***	0.003	7.587***	0.000	5.621***	0.000
CD _{LM-adj}	4.428***	0.000	8.115***	0.000	17.464***	0.000

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerinde serilerin durağan olduğunu ifade etmektedir

Wald testi sonucuna göre her üç modelde de %1 anlamlılık düzeyinde sabit varyansın bulunmadığı görülmektedir. Bhargava vd. (1982) ve Baltagi-Wu(1999) testleri sonucunda

ise bulunan değerler 2'ye çok uzak olması nedeniyle otokorelasyonun varlığı belirlenmiştir. Ayrıca her üç modelde yatay kesit bağımlılığı da bulunmaktadır. Dolayısıyla modeller tekrar dirençli tahminciler ile tahmin edilecektir. Bunun için sabit etkili modellerde değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmalarının dikkate alındığı Driscoll-Kraay dirençli tahmincisi ile modeller tekrar koşulsuz ve sonuçları Tablo 14'de gösterilmiştir. Driscoll-Kraay tekniği $N < T$ için uygundur (Hoechle, 2007:284).

Sabit etkili Driscoll-Kraay tahmin sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan `xtscc` komutu kullanılarak elde edilmiştir. Model1 için sabit etkili Driscoll-Kraay sonuçları `xtscc LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS, fe` komutu ile elde edilmiştir. Diğer modeller de aynı komutlarla tahmin edilmiştir.

Tablo 14: Arz Yanlı Sabit Etkili Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları

	Model1	Model2	Model3
LCOA	-0.0008 (0.005)		
LOIL	-0.031 (0.032)	0.016 (0.072)	-0.081 (0.037)**
LNTR	0.012 (0.005)**	0.011 (0.006)	0.008 (0.004)**
LHDR	0.176 (0.026)***	0.286 (0.036)***	0.166 (0.028)***
LWSE	0.009 (0.001)***		0.014 (0.001)***
LBW	0.156 (0.012)***		
LELEC	0.002 (0.003)	0.004 (0.003)	
LLOS	-0.016 (0.036)	-0.091 (0.062)	
Sabit	5.515 (0.125)***	5.819 (0.101)***	6.323 (0.118)***
F	385.74***	257.33***	73.83***
F(v₁, v₂)	F(8,28)	F(5,28)	F(4,28)
Within R²	0.4560	0.2149	0.3805
Ort. VIF	2.840	2.670	1.960

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin anlamlı olduğunu, parantez içindeki değerler tahmincilerin Driscoll-Kraay dirençli standart hataları göstermektedir.

Enerji kaynaklarının enerji etkinliğini etkileyen modeller için sapmaları düzeltilmiş regresyon tahmin sonuçları Tablo 14’de gösterilmiştir. Bu modeller için ülkelere ait birim etkiler EK 3’de gösterilmiştir. Model1’e göre doğalgaz kullanımı (LNTR), hidro (LHDR), rüzgâr vd. (LWSE), biyoyakıt ve atık (LBW) ve elektrik (LELEC) kullanımı enerji etkinliğini olumlu etkiler iken kömür (LCOA), petrol (LOIL) kullanımı artışları ve enerji kayıplarında (LLOS) yaşanan artış ise enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Model2’ye göre enerji kayıpları (LLOS) hariç diğer enerji kaynak kullanımında yaşanan artış enerji etkinliğini artırmakta, Model3’e göre ise petrol (LOIL) kullanımı hariç diğer enerji kaynak kullanımlarında yaşanan artış enerji etkinliğini artırmaktadır. Ancak Model1 için kömür (LCOA), petrol (LOIL), elektrik (LELEC) kullanımı ve enerji kayıpları (LLOS) ve Model2 petrol (LOIL), doğalgaz (LNTR), elektrik (LELEC) kullanımı ve enerji kayıpları (LLOS) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Ayrıca tüm modellerde hidro kullanımı enerji etkinliğini en fazla olumlu etkilediği görülmektedir. Model karşılaştırmaları için R^2 uyumluluk ölçütü kullanılmış olduğunda en yüksek R^2 değerine sahip Model1 (0.4560) yorumlama için tercih edilmiş olacaktır.

Model1 için en fazla enerji etkinliğini olumlu etkileyen hidro kaynağında meydana gelen %1 lik bir artış enerji etkinliğini %0.18 artırmakta, en az olumlu etkileyen rüzgâr vd. kullanımında meydana gelen %1 lik bir artış ise enerji etkinliğini yaklaşık %0.01 oranında artırmaktadır. Model1 için dirençli tahminler kullanılmadan önce kömür (LCOA), petrol (LOIL) ve enerji kayıpları (LLOS) anlamlı ve doğalgaz (LNTR) ve rüzgâr vd. (LWSE) anlamsız iken dirençli tahminler kullanıldıktan sonra kömür (LCOA), petrol (LOIL) ve enerji kayıpları (LLOS) anlamsız ve doğalgaz (LNTR) ve rüzgâr vd. (LWSE) kullanımı ise istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Ayrıca R^2 değeri ise 0.4560 olarak çıkmıştır. F istatistik değerine göre ise %1 önem seviyesinde modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Birim etkilere göre 12 ülke negatif etkilenirken 4 ülke ise pozitif etkilenmiştir. Pozitif etkilenen ülkelerden 0.148 oranı ile en fazla etkilenen Türkiye iken 0.094 oranla en az etkilenen ise Venezuela bulunmuştur. Diğer taraftan negatif etkilenenlerden -0.640 oranla en fazla olumsuz etkilenen Ukrayna iken -0.129 oran ile en az etkilenen ise Bangladeş bulunmuştur. Dolayısıyla bazı ülkeler enerjiyi etkin kullanmayı başarabilirken bazı ülkelerin ise etkin kullanamadığı görülmektedir.

3.4.6. Arz Yanlı CCEMG ve AMG Modelleri Tahmini

Dolayısıyla tüm modeller için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı görülmektedir. Eşbütünleşmenin varlığı uzun dönem katsayı tahminlerine götürecektir (Çınar, 2015:182). Bu yüzden bundan sonraki adımda tüm modeller için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişki araştırılacaktır.

Ayrıca Tablo 13’de Bhargava vd. ve Baltagi-Wu testine göre tüm modellerde yatay kesit bağımlılığı, otokorelasyon ve değişen varyans probleminin bulunduğu görülmektedir.

Bu bulgular doğrultusunda, enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönem katsayılarının tahmini CCEMG tahmin yöntemi ile araştırılmıştır. CCEMG tahmin sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için AMG ikinci bir tahmin yöntemi olarak yapılmıştır. CCEMG ve AMG tahmin yöntemleri hem modeller arasında yatay kesit bağımlılığının bulunduğu hem de eğim parametrelerinin heterojen olduğu durumda kullanılabilir. Tahmin edilen modellerin katsayıları için hesaplanan test istatistikleri aynı zamanda değişen varyans ve otokorelasyon problemlerinin çözümü için dirençli istatistiklerdir.

CCEMG ve AMG tahmin sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan *xtmg* komutu kullanılarak elde edilmiştir. Model1 için CCEMG ve AMG sonuçları sırasıyla *xtmg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS*, *cce* ve *xtmg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS*, *augment* komutları ile elde edilmiştir. Diğer modeller için de aynı komutlarla tahminler yapılmıştır.

Tablo 15: Arz Yanlı Modellerin CCEMG ve AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

LEE	CCEMG Model1	AMG Model1	CCEMG Model2	AMG Model2	CCEMG Model3	AMG Model3
LCOA	-0.176 (0.059)***	-0.168 (0.058)***				
LOIL	-0.141 (0.051)***	-0.084 (0.045)*	-0.078 (0.054)	-0.072 (0.072)	-0.091 (0.051)*	-0.066 (0.057)
LNTR	-0.143 (0.042)***	-0.158 (0.058)***	-0.168 (0.070)**	-0.108 (0.078)	-0.103 (0.045)**	-0.076 (0.041)*
LHDR	0.033 (0.017)*	0.060 (0.019)***	0.044 (0.024)*	0.086 (0.023)***	0.031 (0.023)	0.074 (0.022)***
LWSE	-0.030 (0.015)**	-0.010 (0.013)			-0.010 (0.016)	-0.001 (0.016)
LBW	-0.050 (0.058)	-0.058 (0.037)				
LELEC	0.320 (0.144)**	0.255 (0.114)**	0.098 (0.148)	0.064 (0.185)		
LLOS	-0.029 (0.029)	-0.023 (0.019)	-0.035 (0.044)	-0.053 (0.039)		
Sabit	0.635 (0.947)	7.339 (0.397)***	-0.988 (1.119)	6.734 (0.552)***	0.157 (0.938)	6.772 (0.260)***
Wald	258.93***	195.12***	24.65***	29.50***	12.85**	13.18**
S.d; v	8	8	5	5	4	4
RMSE	0.0064	0.0108	0.0112	0.0149	0.0123	0.016
Ort. VIF	2.840	2.840	2.670	2.670	1.960	1.960

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarını göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını,

3.7. Arz Yanlı Model Bulguları

Tüm modeller için Tablo 15’de CCEMG ve AMG tahmin sonuçlarına göre uzun dönem sonuçları yer almaktadır. Çalışmada model karşılaştırmaları için RMSE ve/veya R^2 uyumluluk ölçütü kullanılmaktadır. Tablo 15’de CCEMG ve AMG tahmin sonuçlarının genel olarak birbirine benzer sonuçlar verdiği gibi modeller arasında RMSE yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Dolayısıyla hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına toplamda 9 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde oluşturulan 3 Model den 0 (sıfır)’a en yakın RMSE değerine sahip ve tüm değişkenlerin yer aldığı Model1 tercih edilecek ve yorumlanacaktır.

Model1’e göre, genel olarak CCEMG ve AMG tahmincileri bütün değişkenlerin işaretleri aynı, büyüklükleri ise birbirine yaklaşık sonuçlar vermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında uzun dönemde hidro (LHDR) ve elektrik (LELEC)

kullanımı enerji etkinliğini olumlu, kömür (LCOA), petrol (LOIL), doğal gaz (LNAT), rüzgâr vd. (LWSE), biyoyakıt ve atık (LBW) ve enerji kayıpları (LLOS) ise enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca biyoyakıt ve atık (LBW) ile enerji kayıpları (LLOS) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Katsayılar olarak incelendiğinde Model1 için uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen elektrik (LELEC) kullanımındaki %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.32 artışa, en fazla olumsuz etkileyen kömür (LCOA) kullanımında ise meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.18 azalışı beraberinde getirmektedir.

Model2 incelendiğinde petrol (LOIL), doğal gaz (LNAT) kullanımı ve enerji kayıpları (LLOS) etkinliğini olumsuz etkilerken hidro (LHDR) ve elektrik (LELEC) kullanımı enerji etkinliğini olumlu etkilemiştir. Ancak petrol (LOIL), elektrik (LELEC) kullanımı ve enerji kayıpları (LLOS) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Katsayılar olarak incelendiğinde Model2 için uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro (LHDR) kullanımındaki %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.04 artışa, en fazla olumsuz etkileyen doğal gaz (LNAT) kullanımında ise meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.17 azalışı beraberinde getirmektedir.

Model3 incelendiğinde ise petrol (LOIL), doğal gaz (LNAT) ve biyoyakıt ve atık (LBW) kullanımı etkinliğini olumsuz etkilerken hidro (LHDR) kullanımı enerji etkinliğini olumlu etkilemiştir. Ancak petrol (LOIL) ve biyoyakıt ve atık (LBW) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Katsayılar olarak incelendiğinde Model3 için uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro (LHDR) kullanımındaki %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.07 artışa, en fazla olumsuz etkileyen doğal gaz (LNAT) kullanımında ise meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.08 azalışı beraberinde getirmektedir.

Diğer taraftan tüm modeller dikkate alındığında fosil yakıt ve enerji kayıpları değişkenlerinin anlamlı olarak tahmin edilen katsayıların aldığı işaretleri bu ülkeler için umulan teorik beklentiye uygun olarak tahmin edilmiş olup; bu ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlı olması ve enerji fiyatlarında yaşanan artış enerji tüketimini azaltarak enerjinin etkin kullanımına yol açarken bu ülkelerde üretim azalışı etkisi ağır bastığından enerji verimi düşmektedir. Genelde başlangıç maliyeti dışında bir maliyeti olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının artması ve iç tasarruf diyebileceğimiz enerji kayıplarının azaltılması ve çıktı oluşabilmesi için elektrik kullanım artışı yükselen

ekonomilerde enerjinin etkin kullanımını beraberinde getirmektedir. Elde edinilen bulgular, genel olarak teorik beklentileri karşılamış, ileri sürülen faktörlerin ve/veya hipotezlerin enerji üzerindeki etkisini kanıtlamıştır.

3.8. Bölüm Değerlendirmesi

Günümüzde enerjinin etkin kullanılma ihtiyacı hem güncelliğini korumakta hem de şiddetli bir ihtiyaç olmaya devam etmektedir. Eski zamanlarda enerjiye ihtiyaç çok fazla değilken gün geçtikçe küreselleşmeyle beraber ülkelerin enerji kaynaklarına sahiplik rekabeti artmıştır. Bu rekabet hem ülkelerin kendi geleceklerine yön verebilmek hem de dünya üzerinde söz sahibi olabilmek için çok önemli olmuştur. Dolayısıyla ülkeler enerji konusunda sürdürülebilir bir enerji politikasına ihtiyaç duymaktadır. Bunun için ülkeler, alternatif enerji kaynakları aranması ve elde edilen enerji kaynağının nasıl en etkin bir şekilde kullanılması gerektiğinin araştırılması vs. konusunda olmak üzere Ar-Ge faaliyetlerine ciddi oranda kaynak ayırmalıdır. Bu farkındalığın her geçen gün artmasından dolayı ülke ve işletme yöneticileri her geçen gün enerji konusunda daha ciddi politikalar izlemektedirler.

Literatürde enerji yoğunluğunu (tersine enerji verimliliğini) etkileyen faktörlerin az olmakla birlikte çalışmalarda ayrı ayrı enerji kaynak kullanımıyla araştırıldığı görülmektedir. Ancak bu çalışma enerji etkinliğini/verimliliğini arz yanlı etkileyebilecek enerji kaynaklarının neredeyse tümünün yer aldığı bir çalışmadır. Bunu yaparken enerji etkinliğini etkileyen arz yanlı faktörler arasında fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğalgaz), yenilenebilir enerji (hidro, rüzgâr, güneş vd.), biyoyakıt ve atık, elektrik kullanımı ve enerji kayıpları gibi birçok değişken kullanılmıştır. Yine çalışmada arz yanlı faktörlerle enerjinin etkin kullanımını belirleyen etmenler güncel dönem verileri ile araştırılmıştır.

Bu bölümde 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde kullanılan kömür, petrol, doğalgaz, hidro, rüzgar güneş vd., elektrik, biyoyakıt ve atık enerji kaynakları ile enerji kayıplarının enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilmeden önce birimler arası korelasyon sınaması yapılmış ve bunun neticesinde ikinci nesil birim kök testleri ile serilerin durağanlığı test edilmiştir. Sonra kullanılan değişkenlerden daha fazla bilgi almak için alternatif iki model daha oluşturulmuş ve toplamda üç model için testler yapılmıştır. Ve modellerde sabit ve rassal etkilerin varlığı sınanmıştır. Sabit etkiler F testi ile rassal etkiler ise LM testi ile

sınamıştır. Ayrıca bu etkilerden hangisinin anlamlı olduğuna karar vermek için Hausman testi kullanılmıştır. Ancak elde edilen sonuçların yanıltıcı olamaması için modellerde değişen varyans ve otokorelasyon sorununun varlığını sınamak için Wald Testi ve Bhargava et al. Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır. Tahmin edilen her üç modelde yatay kesit bağımlılığı da söz konusu olduğundan modellerin yeniden dirençli tahminciler ile tahmin edilmesi gerekmiştir. Bu amaçla modeller değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmalarını dikkate alan Driscoll ve Kraay dirençli tahmincisi ile tekrar tahmin edilmiştir. Dirençli tahminciler ile yapılan tahmin sonuçlarına göre her üç model için enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro kaynağı iken en fazla olumsuz etkileyen Model1 ve Model2 için enerji kayıpları, Model3 için ise petrol kullanımı bulunmuştur.

Genel olarak tüm modellerde anlamlı çıkan değişkenler göz önüne alındığında yükselen ekonomiler için fosil yakıt kullanımı ve enerjinin dağıtımı, iletimi ve taşınması sırasında yaşanan enerji kayıpları artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği, yenilenebilir enerji ve elektrik kullanımının ise enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçları elde edilmiştir.

Enerji etkinliğini arz yanlı açıklayan model tahminlerinden elde edilen bulgular; Çin için Fisher-Vanden vd. (2004) ve Akal (2015) tarafından yapılan çalışmalarda kömür kullanım artışının, Çin için Xie vd. (2015) ve Wu vd. (2017) tarafından yapılan çalışmalarda petrol kullanım artışının, Çin için Sun vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada doğalgaz kullanım artışının ve IEA (2021) verilerine göre yükselen ekonomilerde enerji kayıpları artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla, ve Hindistan için Paul ve Bhattacharya (2004) tarafından yapılan çalışmada elektrik kullanım artışının, Galiçya (İspanya) için Miguez vd. (2006) ve ABD için Sağlam (2017) tarafından yapılan çalışmalarda rüzgâr kullanımının, İspanya (Sevilla)'da Chi vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada güneş enerjisi kullanımının, Kanada için Robertson vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada hidro kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Tahmin edilen arz yanlı modeller doğrultusunda enerji alanında politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. İlk olarak yükselen ekonomilerde fosil yakıt (kömür, petrol ve doğalgaz) kullanımının enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi, bu ekonomilerin hala enerji kaynakları arasında fosil yakıt payının yüksek olması ve bu enerji kaynaklarının çoğunu dışardan ithal etmesinden dolayı bu ülkelerde fosil yakıt tüketimin azaltılması yönünde

aba gösterilmelidir. İkinci olarak, yenilenebilir enerji (hidro, rüzgâr, güneş vd.) kaynak kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilemesinden ve genelde enerji ithalatçısı olan bu ekonomilerde enerji alanında dışa bağımlılığın azaltması, sürdürülebilir, güvenilir ve çevre dostu enerji kaynaklarının artırılarak sağlanması gerekmektedir. Bu yüzden enerji etkinliğini olumlu etkileyebilecek yenilenebilir enerji kaynaklarına önem vermek yükselen ekonomiler için çok önemli olacaktır. Üçüncü olarak, herhangi bir üretime dönüşmeyen enerjinin üretilmesi, iletilmesi ve taşınması sırasında ortaya çıkan enerji kayıplarının azaltılmasıyla yükselen ekonomilerde enerji etkinliğinin artırılması sağlanabilecektir.



BÖLÜM 4: MODEL TAHMİNİ: TALEP YANLI MODELLER

4.1.Giriş

Küresel ekonomik büyümenin lokomotifi olan yükselen ekonomilerde on yıllardır süregelen yüksek büyümenin önemli bir girdisi enerji olduğu önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Değişen pazara ve talebe hızlı bir şekilde cevap verebilmenin yanında; çevreye verilen zararın azaltılması için geçmiş politikaları, dünyadaki enerji değişim ve gelişimleri ve bunları etkileyen faktörleri analiz etmek gerekir. Diğer taraftan yükselen ekonomiler için enerji fiyatlarında yaşanan artış, enerji konusunda dışa bağımlılık, enerji maliyetlerinin ekonomileri içindeki yüksek payları ve neden olduğu cari açıklar, aşırı ve bilinçsiz enerji tüketimi gibi nedenlerle birlikte enerji verimliliği veya etkinliği artırımı önemini korumaktadır. Bu durum enerji verimliliğini açıklamada talep yanlı faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini işaret etmektedir. Bu doğrultuda literatürde yapılan çalışmalar ile birlikte talep yanlı değişkenlerin dikkate alındığı talep yanlı tahmin modelleri ile enerji etkinliği açıklanmalıdır. Bu bölümde yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini talep yanlı etkileyen faktörlerin analizi yapılacaktır. Enerji etkinliğini etkileyen talep yanlı faktörler arasında enerji fiyatları, gelir, demografik ve diğer iktisadi değişkenler kullanılmıştır.

Bölümün ilerleyen kısımlarında, talep yanlı enerji etkinliği modellemesine alt yapı oluşturabilecek literatür taramasına yer verilmiş, bu literatür taraması doğrultusunda modellerde kullanılacak değişkenler belirlenmiş, akabinde yöntem açıklamalarıyla beraber analiz ve bulgulara yer verilip yorumlar ve öneriler getirilmiştir.

4.2. Literatür

İktisat teorisinde talebi etkileyen faktörlere bakıldığında en önemlileri gelir ve fiyat olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonra ise makroekonomik değişkenler, demografik yapı, iktisadi, kurumsal ve yapısal faktörleri sayabiliriz. Bu faktörler yükselen ekonomiler için çok önemlidir. Bu faktörlerin doğru analizleri ve doğru politikaları bu ekonomilerin enerji talebini azaltıcı yönde etki yapacaktır. Bu ise enerji etkinliğini artıracaktır. Çünkü yükselen ekonomiler için en önemli enerji kaynağı ya yenilenebilir enerjidir ya da enerjinin tasarruflu, verimli ve etkin kullanılmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları bu ülkelerin enerji kaynakları içerisindeki paylarında artış göstermektedir ancak hala en

yüksek payları ithal ettikleri fosil yakıtlarla karşılamaktadırlar. Bu yüzden bu ülkeler için en önemli enerji kaynakları enerjinin tasarruflu, verimli ve etkin kullanılması olacaktır. Ayrıca bu nedenle, yükselen ekonomilerde GSYİH'yı oluşturan sektörel üretimin enerji etkinliği üzerindeki etkilerini ayrıntılı görebilmek için sektör gelirlerinin modellere dâhil edilmesi önemlidir.

Literatürde genel olarak enerji yoğunluğu (veya tersine enerji kullanım verimliliği) araştırılmıştır. Geller vd. (2006) OECD ülkeleri için enerji yoğunluğu eğilimlerini gözden geçirerek Japonya, ABD ve Batı Avrupa için enerji verimlilik politikalarını gözden geçirmiş, Waitt vd. (2016) Avustralya'nın Illawarra kentinde düşük gelirli insanların enerji verimliliği üzerindeki etkisini nitel olarak araştırmış, Umit vd. (2019) 22 Avrupa ülkesi için gelirin enerji verimliliği üzerindeki etkisini Avrupa Sosyal Araştırması'nın (ESS) son dalgası olan 8. Turdaki anket verilerinden yararlanarak amprik olarak araştırmış, Akal (2016a) Türkiye için dünya enerji fiyatları ile kişi başına GSYİH değişkenlerinin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini ARX (Otoregresif Neden Etki Modeli) modeli kullanarak, Bessec ve Méritet (2007) OECD ülkeleri için enerji fiyatları, teknoloji ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkiyi Arttırılmış Dickey Fuller (ADF) yöntemi kullanarak, Berndt (1990) OECD ülkeleri için enerji kullanımı, teknik ilerleme ve verimlilik artışı arasındaki ilişkiyi Schurr hipotezi ekonometrik yöntemler yardımıyla, Antonietti ve Fontini (2019) 120 ülke için enerji fiyatlarının verimlilik üzerindeki etkisini panel eşbütünleşme testleri ve dinamik panel verilerini kullanarak, Gamtessa ve Olani (2018) Kanada için enerji fiyatı, enerji etkinliği ve sermaye verimliliği arasındaki ilişkiyi Panel basit VAR kullanarak genel mal üreten sektörler ile enerji yoğun ve enerji yoğun olmayan sektörler için ayrı ayrı araştırmışlardır.

Gelir (Üretim): Enerji etkinliğini etkileyen talep yanlı faktörlerden biri gelirdir. Gelirin artması daha fazla harcama yapılması, teknolojik gelişmeleri hızlandırması, enerji kaynak çeşitliliğini artırması gibi nedenlerden dolayı önemlidir. Elde edilen gelir (yurtiçi üretim) ise enerjinin kullanılmasıyla ortaya çıktığı için enerjinin etkin kullanılması gelir üzerinde önemli bir belirleyici olacaktır.

Ekonomilerde enerji kullanımının ve bu kullanımından dolayı çıktının büyük kısmı sanayi, hizmetler ve tarım sektörleri tarafından oluşturulmaktadır. Ekonomilerin gelirinin ve/veya üretiminin artması beraberinde teknolojik gelişmeleri getirmektedir. Bu tanıma göre üretim veya gelir enerji etkinliğinin birincil belirleyicisidir. Dolayısıyla artan

gelirin enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir. Talep yanlı modellerin kurulmasında toplam gelir yerine toplam gelirin yapısı ve sektörel olarak enerji etkinliği üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı görebilmek için toplam gelir içerisindeki paylarına göre sektörel gelirler kullanılması da tercih edilmiştir.

Akal (2016b) kişi başı üretim artışının enerji etkinliğini artırdığını bulmuştur. Hatzigeorgiou vd. (2011) gelirden enerjinin etkin kullanımına doğru tek yanlı nedensellik olduğunu bulmuştur. Zhang vd. (2011) Tobit regresyonunu kullanarak toplam faktör enerji verimliliği ile kişi başına gelir arasında U şekline sahip bir ilişki olduğunu elde etmiştir. Chen vd. (2019) ise çalışmada gelirin 1 birim marjinal artışının, enerjinin etkin kullanımında %0,735 -%0,852'lik bir iyileşmeye katkıda bulunacağını elde etmiştir.

Enerji Fiyatları: Enerji etkinliğini etkileyen fiyat değişkeni incelendiğinde; enerji fiyatlarında özellikle de fosil yakıtlarda yaşanan artış kaynağı fosil yakıt olan enerji üretim maliyetlerini artırdığı için ikame derecesine göre çevre dostu enerji kaynak kullanımına doğru kaydırmaktadır. Bu ikamenin her ülke için kolay olmaması, ülkelerin coğrafi konumu, geliri, yetersiz teknolojik alt yapısı gibi sebeplerden dolayı hala birçok ülke için fosil yakıt kullanımının uzun yıllar süreceği öngörülmektedir. Ancak fosil yakıt kaynakları yükselen ekonomilerde yetersizdir. Bu yüzden fosil yakıt kullanımının artışı gelişmekte olan ekonomiler için dış ticaret açığının ana nedeni olmaya devam etmesi kaçınılmazdır (Zeren ve Akkuş, 2020). Ayrıca fosil yakıt kullanımının artması çevresel bozulmaya ve sera gazlarının ana kaynağı olan CO₂ emisyonunun artmasına da sebep olmaktadır. Çünkü CO₂ emisyonunun büyük çoğunluğu fosil yakıt (kömür, petrol ve doğalgaz) kaynaklarının tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu ülkelerde enerji tasarrufu ve enerji tüketimini azaltma politikalarının yokluğu veya yetersizliği çevre kirliliği üzerinde baskı kuran emisyonun artışına neden olacaktır (Hossain, 2011).

Hang ve Tu (2007) Çin için enerji fiyatlarının enerji yoğunluğu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bulgular enerjinin etkin kullanımını artırmak için enerji fiyatlarının artırılmasının etkili bir politika olduğu yönündedir.

Ayrıca yenilenebilir enerji bir ekonominin enerji etkinliğini artırması için önemli bir faktördür. Çünkü yenilenebilir enerjiler başlangıç maliyetleri dışında bir maliyeti bulunmayan ve çevre dostu enerjilerdir. Ayrıca enerji konusunda dışa bağımlı ülkeler için bu bağımlılığı azaltacak önemli bir araçtır. Bu yüzden yenilenebilir enerji kullanımının benimsenmesi fosil enerji kaynaklarının ikamesi için önemli bir alternatiftir (Chang vd.,

2009). Enerji fiyatlarındaki artış, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltma isteği ve daha temiz bir çevre için dünya artık daha temiz enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bird vd. (2005)'ne göre doğalgaz fiyatlarında yaşanan artışlar kaynağı doğalgaz olan jeneratörlerin elektrik üretim maliyetlerini artırdığı için rüzgâr enerjisi kullanımını artırmıştır. Marques vd. (2010) petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji kaynakları fiyatlarının yüksek olması ikame derecesine göre yenilenebilir enerji kullanımını artırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Menz ve Vachon (2006)'e göre fosil yakıtlarda meydana gelen fiyat artışları tüketiciler açısından çevre dostu alternatif enerjiler için daha cazip hale gelecektir. Sadorsky (2009a)'e göre petrol fiyatlarında yaşanan artışlar yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde az da olsa olumsuz bir etkiye sahiptir. Benzer şekilde yüksek doğalgaz ve petrol fiyatları artışının kömür kullanımının önemli bir itici gücü olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca yüksek petrol ve doğalgaz fiyatları beraberinde i) bu enerji kullanımlarındaki azalmanın yanında küçük büyüme rakamları getireceği, ii) enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceği ve iii) alternatif enerji kaynakları arayışı ve ikame edilmesiyle sonuçlanacaktır (Van Ruijven ve Van Vuuren, 2009). Antonietti ve Fontini (2019) ise çalışmalarında 120 ülke için enerji fiyatlarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma bulguları petrol fiyatını artırmayı amaçlayan küresel bir politikanın enerji etkinliğinde sınırlı bir artışa neden olacağını, ancak bu artışın dünyadaki bölgeler arasında önemli ölçüde farklılık göstereceği yönündedir.

Bu nedenlerle, enerji fiyat artışları çoğunlukla fosil yakıtı kullanan bu ülkelerde hem enerji etkinliğini artıracak hem de CO₂ emilimini azaltacaktır.

Doğrudan Yabancı Yatırımlar: Enerji etkinliğini etkileyen talep yanlı faktörler arasında yükselen ekonomiler için DYY da önemli bir yere sahiptir. Çünkü bu ülkeler elde edeceği büyüme rakamları için yeterli düzeyde sermaye birikimine sahip olmayabilirler. DYY ev sahibi ülkeye hem sermaye getirecek hem de teknoloji transferi sağlayacaktır. Bu durum ülkenin makroekonomik göstergelerine olumlu yansıtacaktır (Syzykova, 2019). DYY, yabancı yatırımcıların kar amaçlı olarak yanlarında getirdikleri kaynaklarla bir ülkede yeni bir şirket veya var olan bir şirkete ortak olmak şeklinde yapılan yatırımlardır (Uygur, 2012:87). Bu yatırımlar kar amaçlı olduğu için yatırımın yapıldığı ülkeye sermaye ve teknoloji transferi sağlayacaktır. Ayrıca DYY'ın bir ekonominin rekabet gücüne önemli etkisi bulunmaktadır (Akal ve Gökmenoğlu, 2012:126). Artan DYY ev sahibi ülkenin rekabetini artırmanın yanında gelen sermaye ve teknoloji yayılım

etkisiyle diğer sektörlerde dağılım gösterecek ve üretim yapılırken ihtiyaç duyulan enerji talebini azaltıcı yönde bir etki yapacaktır. Dolayısıyla doğrudan yabancı yatırım artışlarının enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.

1990'dan itibaren küresel pazarın sınırları genişledikçe ülkeler arasında sermaye dolaşımı ilerlemiştir. Küresel ticaret ve DYY eşi benzeri görülmemiş yüksekliklerde gelişmiştir. Fan (2002)'a göre DYY aracılığıyla ev sahibi ülkelere gelen teknolojinin işletmeler üzerinde yayılım etkisi yaparak hem ev sahibi ülkenin sermaye ihtiyaçlarını karşılayabilecek hem de teknolojinin yayılım etkisiyle enerji etkinliğine yol açabilecektir. Pan vd. (2019) DYY miktarının Çin'deki enerjinin etkin kullanılması üzerindeki etkisini amprik olarak incelemiştir. Bulgular yüksek miktarda DYY, enerji dağıtım teknolojisi sayesinde Çin işletmelerinin enerji tasarrufu teknolojisi düzeyini ve enerji tasarrufu yönetimi yeteneğini etkin bir şekilde artırabildiği yönündedir. Wang (2017)'nin Çin için 2001-2013 yılları arasında DYY ile enerjinin etkin kullanılması arasındaki ilişkiyi dinamik panel modeliyle araştırmış ve DYY'ın enerjinin etkin kullanılmasını önemli ölçüde arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Çünkü DYY sermaye, teknoloji ve bunların yönetimden meydana gelmiş paket bir kaynaktır ve enerji etkinliğini artırıcı yönde yayılım etkisine sahiptir. Mingyong vd. (2006) Çin için teknoloji yayılımları, emme kapasitesi ve ekonomik büyüme üzerine araştırma yapmışlardır. Bulgular Çin için DYY'ların teknolojinin yayılmasına ithalattan daha fazla yayılma kanalı olduğunu göstermiştir. Adom (2015b) Güney Afrika'da enerji yoğunluğunun belirleyicilerini araştırırken DYY'ın sanayi de teknolojik aktarımı artırdığı, bunun da enerji etkinliğine neden olduğunu bulmuştur. Çünkü teknoloji ve teknik ilerleme teknik verimliliği, teknik verimlilik ise enerji etkinliğinin gelişmesinde büyük etkiye sahiptir.

Yatırım: Bu ülkeler için en önemli enerji kaynağı enerjinin tasarruflu, verimli ve etkin kullanılmasıdır. Bu kaynağı sağlayacak en önemli itici güç ise *yatırımlardır*. Yatırımlar teknolojik ilerlemenin bir sürücüsüdür. Teknolojik ilerleme teknik verimliliği artırarak aynı veya daha fazla çıktıyı daha az enerjiyle elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Chang vd., 2018). Brüt sermaye oluşumu teknolojik ilerlemenin belirli bir sürücüsü ve ekonomilere daha verimli teknolojiler sunarak enerji etkinliğine olumlu yansıması beklenmektedir.

Enerji kullanmak dünya ekonomileri için çok önemlidir. Teknoloji içeren sermaye yatırımları enerji tasarruf edici yatırımlar şeklinde geliştiğinden enerji

verimini/etkinliğini artırmada önemli role sahiptir. Yatırımlar arttıkça enerjinin önemi artmakta ve enerjiye yapılması gereken yatırımı da beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan enerjinin kullanılabilmesi için bazı dönüşümlere ihtiyaç vardır ve bu durum yüksek teknolojiye yatırımlarla mümkündür. Ülkeler bu şekildeki yatırımları hem enerjinin üretimi hem de enerjinin etkin kullanımını sağlamak için yapmalıdırlar (Mucuk ve Uysal, 2009).

Benzer şekilde Kejun (2009)'a göre enerjinin etkin kullanımı ve tasarruf iyileştirmeleri için teknolojik ilerleme önemlidir. Enerjinin yoğun olarak kullanıldığı sektörlerde yaşanan yüksek enerji verimli teknolojiler eski teknolojilerden hem daha ucuz hem de güçlü pazar rekabeti nedeniyle hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Ulusoy (2006) Türkiye için enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgulara göre ülkeler büyüme için enerji kullanmak zorundadırlar. Ve bu büyümeyi gerçekleştirirken enerji konusunda yatırım yapmak zorundadırlar.

Chang vd. (2018) çalışmasında OECD ülkeleri için yüksek devlet verimliliğinin enerjinin etkin kullanılması üzerindeki etkisini araştırmıştır. Brüt sermaye oluşumunu, yatırımla gösterilen GSYİH'nın yüzdesi olarak, teknolojik ilerlemenin belirli bir sürücüsü olarak kullanmıştır. Pratik olarak ekonomik teoriye göre yatırım eski tesislerin yeni tesislerle değiştirilmesine olanak sağlayacak ve daha verimli teknolojiler sunacaktır. Teknolojik ilerleme, enerjinin korunmasını ve enerjinin etkin kullanımının iyileştirilmesini kuvvetle desteklemektedir. Dolayısıyla brüt sermaye oluşumu enerji etkinliğinin artmasına neden olacaktır. Diğer yandan enerji kullanımına bağlı teknoloji açığının enerjinin etkin kullanılması üzerine bariz bir olumsuz etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Dış Ticaret: İhracat ve ithalatın enerji etkinliği üzerine etkisi olduğu kaçınılmazdır. Dış ticareti artan bir ekonomide gelir, rekabet, ihraç edilen malların ithalatı ve dolayısıyla ihracatı artmasıyla ekonomiye olumlu yansıması ve bu durumun enerji alanına da yansarak enerji etkinliğine olumlu yansıması beklenmektedir.

Dış alım ve satım yükselen ekonomilerin büyümesinde ekonomik büyümeyi güdüleyen dinamik faktörlerdir. Zhao ve Lin (2019) çalışmalarında Çin tekstil endüstrisinde dış ticaretin enerjinin etkin kullanımı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçları dış ticaret ile tekstil endüstrisindeki enerji etkinliği arasında olumlu bir geri dönüş olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ithalat, enerji etkinliğini ihracattan daha fazla etkilemektedir. Tekstil endüstrisindeki dış ticaret, enerji etkinliği üzerinde farklı etkileri

olan ithalat ve ihracat ticaretine ayrıldığı sonucuna ulaşmışlardır. Boqiang ve Hongxun (2015) ise dış ticaretin hem teknolojik ilerlemenin önemli bir kaynağı hem de enerji etkinliğinde önemli bir belirleyici faktör olduğunu ortaya koymuştur. Enerji etkinliğini artırmak enerjiyi korurken ve emisyonu azaltırken ekonomik büyümeyi sağlamak için önemlidir. Dawei vd. (2010) Ar-Ge teknolojisi yayılmalarının Çin’de toplam faktör verimliliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgulara göre dış ticaret teknolojik ilerlemeyi, teknolojik ilerleme de tekstil endüstrisinin enerji etkinliğini artırmak için önemlidir.

İhracat: *Dış ticarete özel olarak* ihracatın da yükselen ekonomilerde enerji etkinliği için önemi büyüktür. Çünkü yükselen ekonomiler yüksek oranda artan ihracatlarını genellikle ithal ettikleri malları işleyerek sağlamaktadırlar. İhracat artışı ülke ekonomilerinin makroekonomik göstergelerine olumlu yansımaktadır. İhracat artışları ekonomilerin gelir düzeyini arttırabilecek, daha sonra ihracatta yoğunlaşmaya ve bu yoğunlaşma aşamasında enerji etkinliğini arttırabilecek ürünler üretmeye odaklanabilecek ve bu şekilde enerji talebini azaltacaktır (Shahbaz vd., 2019).

Dış Ticaret Açıklık Oranı: Dış Ticaret Açıklık Oranın teknolojik verimliliğinden doğan kazançlar ile aşırı üretimin getirdiği enerji israfının olumsuz etkisinden herhangi birinin üstünlüğüne göre şekillenmesi beklenmektedir.

Hull vd. (2009) Avrupa genelinde İrlanda özelinde enerji etkinliği düzenleyici yükümlülüklerine yanıt olarak geliştirdiği modelde teknolojik gelişmenin enerji etkinliğine yol açabileceğini, etkinliğe yapılan yatırımların endüstriyel rekabet gücünü arttırabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle ticaret açıklığı ülkelerin teknolojik yeniliklerle verimli üretim tekniklerini geliştirerek enerji etkinliği konusunda daha fazla fırsatlar sunabilir.

Diğer taraftan, Grossman ve Krueger (1991) Kuzey Amerika’da serbest ticaret anlaşmasının çevresel etkilerini araştırırken ülkeler arasında yüksek uluslararası ticaretin enerji talebini genişleterek toplam üretimde bir artış meydana getireceğini göstermiştir. Çünkü daha büyük uluslararası ticaret daha yüksek üretim ve bunu daha yüksek enerji tüketimi ile gerçekleştirecektir. Dolayısıyla daha fazla uluslararası ticaret beraberinde daha fazla üretim ve dolayısıyla daha fazla enerji tüketimini getirecek ve bu ise daha düşük enerji etkinliği ile sonuçlanacaktır (Chang vd., 2015:1184). Yani aşırı üretim enerji israfına neden olabilir. Akal (2015) Çin, ABD, AB ve Japonya arasında, Çin’in aşırı

üretim artışının hem kendi hem de AB'nin enerji kullanımında etkinsizliğe yol açan bir yapı bulmuştur.

Dış ticaret açıklık oranının enerji etkinliği üzerine etkisi, Dış ticaret açıklık oranının teknolojik verimliliğinden doğan kazançlar ile aşırı üretimin getirdiği enerji israfının olumsuz etkisinden herhangi birinin üstünlüğüne göre şekillenecektir.

Nüfus: Yükselen ekonomiler için nüfus artışının da enerji etkinliği üzerinde etkisi büyüktür. Nüfus enerji talebini yönlendirmekte ve enerji güvenliği konusunda ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler için nüfusta yaşanan %1'lik bir artış uzun vadede enerji talebini %4.16 oranında artıracaktır (Wolfram vd., 2012; Nepal ve Paija, 2019). Nüfus artışına bağlı oluşan bu enerji talep artışının enerji verimini azaltması beklenir. Bu durum dünya nüfusunun %82'sine sahip gelişmekte olan ülkeler için enerji etkinliği konusunda nüfusun ne kadar çok önemli olduğunu göstermektedir (Güney, 2017: 1259).

CO₂ Emisyonu: Son zamanlarda iklim değişikliği, çevresel bozulmalar ve küresel ısınma tüm dünyanın karşı karşıya kaldığı önemli bir sorun olmuştur. Bu sorunlara neden olan gazların başında sera gazları gelmekte ve tüm dünya bunların azaltılması için çeşitli politikalar geliştirmekte ve uygulamaktadır. Sera gazları metan, su buharı, karbondioksit ve nitroksit gazlarından oluşmaktadır. Bu gazlar arasında sera gazını artıranların başında CO₂ gelmektedir. CO₂ salınımının nedeni ise kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımınıdır (Aslan, 2009:1429). Dolayısıyla az CO₂ salınımının daha az fosil yakıt kullanımına ve enerji etkinliğinin olumlu etkilenmesine neden olacağı beklenmektedir.

Tian vd. (2016) çalışmalarında Çin'de karayolu taşımacılığında ticari kamyonlarda enerji etkinliği ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çin hızlı ekonomik büyüme ve karayolu taşımacılığının gelişmesiyle en fazla petrol kullanan ülkelerden biri haline gelmiştir. Ticari kamyonların enerji kullanımı, CO₂ emisyon yoğunluğunun mevcut durumu ve gelişme eğilimi üzerine odaklanmıştır. Bulgular enerji etkinliği yüksek olan ticari kamyonların düşük emisyonu sahip olduğunu göstermiştir. Vieira vd. (2018) Brezilya için enerjinin etkin kullanılması programları tarafından CO₂ emisyonunun değerlendirilmesini yapmışlardır. Bulguları sera gazı emisyonunun azaltılmasında en etkili araçlardan biri enerjinin etkin kullanılması olmuştur. Bu etkinlik ise teknolojik verimliliği yüksek olan aydınlatma ve soğutmanın bulunduğu konut

sektöründe yaşanmıştır. Chong vd. (2019) Malezya için CO₂ emisyonunu belirleyen başlıca faktörleri belirlerken elektrik tüketimindeki artışların CO₂ emisyonunu önemli ölçüde artırdığını elde etmiştir. Gu vd. (2019) Çin için enerji teknolojik ilerleme, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Enerji tüketimi ve enerji teknik ilerlemenin CO₂ emisyonunu artırdığı ancak zamanla azaldığını ve bu emisyondaki azalışın veya artışın enerji konusunda teknolojik ilerlemeye bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Neves vd. (2017) 15 OECD ülkesi için ulaştırma sektöründeki enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu nasıl etkilediğini araştırırken elektrik kullanımının fosil yakıt kullanımını azalttığı ve CO₂ emisyonunu artırdığı sonucunu elde etmiştir.

4.3. Yöntem

Bu bölüm enerji etkinliğini talep yanlı etkileyebilecek birçok değişkenin yer aldığı bir çalışma sunmaktadır. Bunu yaparken farklı panel veri teknikleri kullanılmaktadır. Farklı panel veri modellerinin mümkün olan en iyi biçimde nasıl modelleneceği konusunda yeni gelişmeler vardır. Örneğin birinci nesil panel veri analizlerinde zaman serisi özellikleri daha az vurgulanmış hatta kesitsel bağımsızlık varsayımını güçlü bir şekilde dayatılmıştır (Hoachle, 2007). Ancak kesitsel bağımlılığın bulunduğu ve dikkate alınmadığında durumlar yanıltıcı sonuçlara yol açabilir (Baltagi ve Pesaran, 2007).

Ayrıca mevcut literatürün büyük bir kısmında homojen eğim parametresi varsayımı altında kullanılan tahmincilerin kullanılması konusunda endişeler çoktur. Bunun nedeni bu tekniklerin bireysel eğim parametrelerinin sabit olmasına yani değişmesine izin verilmemesidir. Bu yüzden eğim parametrelerinin homojenlik varsayımı her zaman doğru olmayabilir ve tutarsız tahminlere yol açabilir (Blackburne ve Frank, 2007:197; Im, Pesaran ve Shin, 2003:53; Pesaran ve Smith, 1995:80).

Bu bölümde ilk olarak literatür ışığında geleneksel panel yöntemleri tercih edilerek otokorelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığının dikkate alındığı homojen eğim varsayımı altında sabit etkili Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmıştır. Hem sağlamlık hem de karşılaştırma için ise heterojen eğimli panel zaman serisi modellerini barındıran otokorelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığının dikkate alındığı CCEMG kullanılmıştır. CCEMG sonuçlarının ise sağlamlık testi AMG tahmincisi ile desteklenmiştir.

Modellerde değişken sayısının fazla olmasından dolayı çoklu doğrusal bağlantı problemini bertaraf etmek için korelasyon ve VIF değerleri hesaplanmış ve her bir değişkenin etkisini tahmin etmek için de toplamda 9 Model oluşturulmuştur. Öncelikle korelasyon katsayıları ve VIF değerleri dikkate alınmadan tüm değişkenlerin yer aldığı Model1 ve sadece enerji fiyatları ve sektörel gelir (retim) lerinin yer aldığı Model2 oluşturulmuştur. Diğer 7 Model ise VIF değerleri 10’u geçmeyecek şekilde alternatif modeller olarak oluşturulmuştur.

4.3.1. Değişkenler

Çalışmadaki bağımlı değişken olan enerji etkinliği (LEE), birim enerji başına üretilen maksimum çıktının logaritmasıdır. Modelde kullanılacak olan değişkenlerin tanımı, tanımlayıcı istatistikleri, veri kaynakları ve değişkenlere ait zet bilgiler Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16: Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişken	Tanım	Kaynak	NT	Ort.	Std. Ht	Min.	Max.	Bek. İşaret
LEE	Log(GDP(2010 US\$ sabit fiyatlarıyla) / Toplam enerji kullanımı (ktoe))	GDP: World Data Bank, databank.worldbank.org TES: International Energy Agency, www.iea.org	667	6.517	0.2526	5.73	7.036	
LCOA	Log(Kömür Fiyatları(Ton Başına US\$))	BP Statistical Review of World Energy, www.bp.com	29	1.748	0.1892	1.459	2.169	+
LOIL	Log(Ham Petrol Fiyatları (Varil Başına US\$))	BP Statistical Review of World Energy, www.bp.com	29	1.587	0.2994	1.104	2.048	+
LNAT	Log(Doğal Gaz Fiyatları (Milyon BTU başına US\$))	BP Statistical Review of World Energy, www.bp.com	29	0.52	0.2143	0.172	0.947	+
LIND	Log(Sanayi (Madencilik, imalat, kamu hizmetleri ve inşaat), katma değeri (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	10.98	0.521	9.825	12.69	+
LSRV	Log(Hizmetler (Toptan, perakende ticaret, restoranlar, oteller, Ulaşım, depolama, iletişim ve Diğer faaliyetler), katma değeri (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	11.18	0.4798	10.17	12.71	+
LAGR	Log((Tarım, avcılık, ormancılık, balıkçılık, katma değeri (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	10.36	0.5341	9.279	11.89	+
LEXP	Log(Mal ve hizmetler ihracatı (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, (WD) and KNOEMA	667	10.89	0.5118	9.111	12.4	+
LIMP	Log(Mal ve hizmetler ithalatı (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org and KNOEMA, www.knoema.com	667	10.84	0.4876	9.383	12.37	+
LINV	Log(Brüt sabit sermaye oluşumu (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	10.8	0.5507	9.028	12.65	+
LFDI	Log(Doğrudan yabancı yatırımlar, net girişler (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	1.648	0.0737	-0.028	1.985	+
LOPN	Log(Açıklık(Ticaret (2010 temel yılı US\$)) (Ticaret, olarak mal ve hizmetler ithalat ve ihracat toplamının gayri safi yurtiçi hasıla payı içindeki oranı)))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	1.734	0.2387	1.138	2.343	-
LCO ₂	Log(CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	2.242	0.5548	1.033	3.979	-
LPOP	Log(Toplam Nüfus)	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	7.809	0.5492	6.847	9.144	-

4.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları

Serilere ait değişkenler arasındaki ikili doğrusal ilişkinin derecesi ve yönü hakkında bilgi edinmek için basit korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17: Basit Pearson Korelasyon Katsayıları

	LEE	LCOA	LOIL	LNAT	LIND	LSRV	LAGR	LEXP	LIMP	LINV	LFDI	LOPN	LCO ₂
LCOA	0.179 0.000	1 -											
LOIL	0.194 0.000	0.915 0.000	1 -										
LNAT	0.093 0.016	0.554 0.000	0.614 0.000	1 -									
LIND	0.150 0.000	0.198 0.000	0.218 0.000	0.125 0.001	1 -								
LSRV	0.129 0.001	0.254 0.000	0.281 0.000	0.147 0.000	0.945 0.000	1 -							
LAGR	-0.063 0.103	0.114 0.003	0.125 0.001	0.067 0.084	0.810 0.000	0.793 0.000	1 -						
LEXP	0.051 0.191	0.336 0.000	0.375 0.000	0.256 0.000	0.882 0.000	0.832 0.000	0.602 0.000	1 -					
LIMP	0.016 0.673	0.424 0.000	0.465 0.000	0.291 0.000	0.836 0.000	0.852 0.000	0.662 0.000	0.935 0.000	1 -				
LINV	0.091 0.018	0.268 0.000	0.285 0.000	0.145 0.000	0.958 0.000	0.955 0.000	0.846 0.000	0.848 0.000	0.882 0.000	1 -			
LFDI	0.010 0.794	0.024 0.544	0.031 0.427	0.111 0.004	-0.024 0.539	-0.040 0.300	-0.066 0.090	-0.003 0.933	-0.006 0.874	-0.027 0.492	1 -		
LOPN	-0.196 0.000	0.193 0.000	0.220 0.000	0.215 0.000	-0.204 0.000	-0.284 0.000	-0.359 0.000	0.207 0.000	0.185 0.000	-0.199 0.000	0.063 0.102	1 -	
LCO₂	-0.383 0.000	0.125 0.001	0.138 0.000	0.082 0.033	0.830 0.000	0.842 0.000	0.759 0.000	0.789 0.000	0.791 0.000	0.843 0.000	-0.026 0.508	-0.110 0.004	1 -
LPOP	-0.237 0.000	0.045 0.241	0.052 0.180	0.033 0.392	0.667 0.000	0.691 0.000	0.914 0.000	0.420 0.000	0.519 0.000	0.731 0.000	-0.080 0.039	-0.458 0.000	0.718 0.000

Not: Gözlem sayısı NT=667 olup ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, korelasyon katsayılarının altındaki değerler olasılık değerleridir.

Tablo 17’ye göre tarım sektörü geliri (LAGR), ticaret açığı (LOPN), CO₂ emisyonu (LCO₂) ve nüfus (LPOP) hariç bütün değişkenler enerji etkinliği ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Tarım sektörü geliri (LAGR), ihracat (LEXP), ithalat (LIMP) ve doğrudan yabancı yatırımlar (LFDI) hariç diğer bütün değişkenler enerji etkinliği ile istatistiksel olarak anlamlıdır. Genel olarak değişkenler ile etkinlik arasında doğrusal korelasyon katsayılarının seviyesi düşük ancak olasılıkları yüksektir.

4.3.3. Varyans Büyütme Faktörü Katsayıları

Genel olarak Tablo 17’ye dikkat edilirse bazı bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon katsayısı 0.80’nin üzerinde ve bunlar arasında bağımlı ile bağımsız arasındaki

ilişkiden daha yüksek olanları vardır. Bu nedenlerden dolayı hipotezlerimizin veya ileri sürülen değişkenlerin enerji etkinliğini etkilemede anlamlı olup olmadığını kesinleştirmek bu ikili korelasyon katsayıları ve VIF değerleri dikkate alınarak alternatif modeller kurulmuştur.

Bu bağlamda, korelasyon katsayılarına ve VIF değerlerine bakılmaksızın tüm değişkenlerin yer aldığı Model1 ve iktisat teorisine göre talebin en önemli belirleyicileri olan sadece fiyat ve gelirin yer aldığı Model2 oluşturulmuştur. Daha sonra çoklu doğrusal bağlantı probleminden sakınmak için değişkenler arasında; değişkenlerin yükselen ekonomilerdeki önemi, ikili korelasyon ve VIF katsayıları dikkate alınarak; kombinasyonlar yapılarak alternatif yedi model oluşturulmuş ve tahmin edilmiştir. Bu modeller oluşturulurken hem daha fazla bilgi alınabilmesi için kullanılacak olan değişkenlerin anlamlı olacağı maksimum değişken sayısı gözetilmiş hem de VIF değerlerinin 10'u geçmemesine dikkat edilmiştir. Talep yanlı modellere ait VIF bilgileri EK 4 kısmında sunulmuştur.

4.4. Talep Yanlı Modellerin Tahmini

4.4.1. Talep Yanlı Modeller

Enerji etkinliğini etkileyen talep yanlı faktörler için 9 Model oluşturulmuştur. İlk olarak korelasyon ve VIF değerlerinin dikkate alınmadığı Model1 için tüm değişkenler ve Model2 için ise sadece fiyat ve gelir değişkenleri kullanılmıştır. Diğer 7 modelde ise VIF değerleri 10'u geçmeyecek şekilde oluşturulmuş ve VIF bilgileri ekte gösterilmiştir. Oluşturulan bu 7 modelden maksat kömür ile petrol, ithalat ile ihracat, yatırım ile sanayi sektör geliri, sanayi sektör geliri ile hizmetler sektör geliri gibi değişkenler arasında bulunan yüksek korelasyonun çoklu doğrusal bağlantılılık ile anlamsız parametre tahminine sebep olabileceği endişesinden dolayı her bir değişkenin en az bir modelde anlamlı olacağı şekilde modeller oluşturulmuştur. Modeller:

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCOA_{it} + \beta_2 LOIL_{it} + \beta_3 LNAT_{it} + \beta_4 LAGR_{it} + \beta_5 LSRV_{it} + \beta_6 LIND_{it} + \beta_7 LPOP_{it} + \beta_8 LOPN_{it} + \beta_9 LFDI_{it} + \beta_{10} LINV_{it} + \beta_{11} LEXP_{it} + \beta_{12} LIMP_{it} + \beta_{13} LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model1})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCOA_{it} + \beta_2 LOIL_{it} + \beta_3 LNAT_{it} + \beta_4 LAGR_{it} + \beta_5 LSRV_{it} + \beta_6 LIND_{it} + u_{it} \quad (\text{Model2})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCOA_{it} + \beta_2 LPOP_{it} + \beta_3 LINV_{it} + \beta_4 LEXP_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model3})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LOIL_{it} + \beta_2 LPOP_{it} + \beta_3 LOPN_{it} + \beta_4 LINV_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model4})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNAT_{it} + \beta_2 LAGR_{it} + \beta_3 LOPN_{it} + \beta_4 LEXP_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model5})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LSRV_{it} + \beta_2 LPOP_{it} + \beta_3 LFDI_{it} + \beta_4 LIMP_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model6})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LIND_{it} + \beta_2 LPOP_{it} + \beta_3 LOPN_{it} + \beta_4 LIMP_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model7})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LAGR_{it} + \beta_2 LPOP_{it} + \beta_3 LFDI_{it} + \beta_4 LIMP_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model8})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNAT_{it} + \beta_2 LPOP_{it} + \beta_3 LOPN_{it} + \beta_4 LEXP_{it} + \beta_5 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model9})$$

şeklindedir.

4.4.2. Talep Yanlı Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Analize geçmeden önce serilerin birim kök içerip içermediği araştırılacaktır. Bunun için önce değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı sınanmış ve test sonuçları Tablo 18’de gösterilmiştir. Değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 18: Değişkenlerin Yatay Kesit Bağımlılığı İçin Yapılan Testlerin Sonuçları

Değişken	CD _{LM1}		CD _{LM2}		CD _{LM-Adj}	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEE	374.467***	374.23***	5.40***	5.39***	20.46***	20.34***
LIND	387.29***	414.43***	5.97***	7.17***	6.84***	6.33***
LSRV	380.58***	385.83***	5.67***	5.91***	7.20***	7.82***
LAGR	359.32***	369.07***	4.73***	5.16***	8.24***	8.54***
LEXP	323.60***	345.12***	3.14***	4.10***	3.35***	2.86***
LIMP	403.22***	414.20***	6.68***	7.17***	0.69	1.32*
LINV	432.05***	468.00***	7.96***	9.56***	5.43***	5.83***
LFDI	340.86***	354.82***	3.91***	4.53***	-0.76	-1.08
LOPN	404.67***	476.16***	6.74***	9.92***	-0.35	-0.38
LCO ₂	363.98***	388.69***	4.93***	6.03***	2.88***	3.36***
LPOP	955.43***	903.68***	31.23***	28.93***	13.94***	13.10***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Gerçekte her ülke için 29 yıl boyunca aynı olan; dünya kömür fiyatları (LCOA), ham petrol fiyatları (LOIL) ve doğalgaz fiyatları (LNAT) değişkenleri için 1. Nesil birim kök testlerinden LLC (Levin, Lin ve Chu, 2002), IPS (Im, Pesaran ve Shin, 2003), Fisher-ADF ve Fisher-PP testleri kullanılacaktır (Da Silva vd., 2018:50). Tablo 18’de diğer değişkenler için yatay kesit bağımlılığı testlerinden CD_{LM1}, CD_{LM2} ve CD_{LM-Adj} testlerine ait bulgular gösterilmiştir. CD_{LM1} ve CD_{LM2} testlerine göre tüm değişkenlerde, “sabitli” ile “sabitli ve trendli” modellerin hepsinde yatay kesit bağımlılığı vardır. Dolayısıyla enerji fiyatları hariç diğer tüm değişkenler için 2. Nesil birim kök testleri kullanılacaktır.

4.4.3. Talep Yanlı Değişkenlerin Durağanlık Testi

Tablo 19'a göre enerji fiyatlarının tümü birinci farkta durağandır.

Tablo 20'ye göre hizmetler sektör geliri (LSRV) P_a , P_b ve CIPS testleri için sabitli model, yatırım (LINV) P_a ve P_b için “sabit” ve “sabit ve trendli”, CIPS testine göre ise “sabit” ve “sabit ve trendli” Model, doğrudan yabancı yatırımlar (LFDI) P_a için “sabit ve trendli”, CIPS testine göre ise sabitli model, dışa açıklık ise P_a , P_b ve PM_{SB} için “sabitli ve trendli”, CIPS testine göre ise sadece “sabitli” model için düzeyde durağandır. Dolayısıyla LSRV, LINV ve LOPN değişkenleri düzeyde durağan, diğer değişkenler ise birinci farkta durağan olmaktadır. Değişkenlere ait CIPS ve PANIC birim kök test sonuçları Stata 16 paket programında sırasıyla xtcips değişken, maxlags(4) bglags(1) ve xtpanica değişken, panic(2) adflag(AIC) komutları kullanılarak LLC, IPS, Fisher ADF ve Fisher PP testleri ise Eviews 10 paket programı yardımıyla elde edilmiştir.

Tablo 19: Birinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

DÜZEY	LLC		IPS		Fisher ADF		Fisher-PP	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
LCOA	0.603	0.924	0.279	-2.566***	28.952	59.223*	20.197	57.914
LOIL	0.658	1.725	3.354	1.302	11.819	23.061	12.230	29.745
LNAT	-3.845***	-1.053	-2.540***	2.306	57.479	16.868	50.766	12.369
FARK								
$\Delta LCOA$	-20.292***	-15.939***	-21.484***	-18.472***	429.997***	335.394***	723.467***	680.890***
$\Delta LOIL$	-16.800***	-13.773***	15.235***	-12.061***	285.753***	205.601***	277.513***	196.060***
$\Delta LNAT$	-27.529***	-15.463***	-26.327***	-20.189***	522.600***	368.621***	525.520***	2304.36***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 20: İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

DÜZEY	Pa		Pb		PMSB		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEE	-0.404	0.980	-0.446	1.129	0.800	1.301	-1.865	-2.333
LIND	-0.446	0.681	-0.445	0.775	0.090	0.841	-2.487***	-2.552
LSRV	-1.792**	1.075	-1.594*	1.314	-0.486	1.565	-2.699***	-2.257
LAGR	2.268	-0.686	4.046	-0.643	6.990	-0.454	-2.467***	-2.222
LEXP	0.020	1.318	0.022	1.629	0.709	1.983	-2.185**	-2.519
LIMP	-0.002	0.600	-0.002	0.659	0.839	0.715	-2.352***	-2.391
LINV	-0.038	-2.063**	-0.035	-1.628*	-0.184	-1.134	-2.496***	-2.622*
LFDI	-0.450	-1.381*	-0.379	-1.017	-0.275	-0.666	-2.057*	-2.304
LOPN	-1.192	-3.007***	-0.995	-2.354***	-0.799	-1.589*	-2.132*	-2.506
LCO ₂	1.705	0.856	2.432	0.959	3.832	1.113	-2.151**	-2.077
LPOP	2.260	-0.690	4.038	-0.647	6.982	-0.458	-1.456***	-1.942
FARK	Pa		Pb		PMSB		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔLEE	-4.887***	-8.263***	-2.697***	-4.565***	-1.493*	-1.902**	-3.165***	-3.177***
$\Delta LIND$	-8.626***	-8.687***	-4.407***	-4.922***	-2.071**	-2.130**	-2.954***	-2.929***
$\Delta LSRV$	-33.400***	-33.017***	-8.808***	-13.584***	-2.238**	-3.369***	-2.547***	-2.770**
$\Delta LAGR$	-33.977***	-26.375***	-8.216***	-11.800***	-1.745**	-2.800***	-3.809***	-4.077***
$\Delta LEXP$	-3.543***	-3.730***	-2.430***	-2.663***	-1.309*	-1.526*	-3.755***	-3.888***
$\Delta LIMP$	-2.292**	-0.722	-1.711**	-0.656	-0.956	-0.441	-3.293***	-3.386***
$\Delta LINV$	-34.704***	-22.731***	-8.696***	-8.085***	-2.027**	-1.785**	-3.093***	-3.167***
$\Delta LFDI$	-24.817***	-1.437*	-6.146***	-1.074	-1.294*	-0.633	-3.474***	-3.407***
$\Delta LOPN$	-46.324***	-29.492***	-12.037***	-12.419***	-2.625***	-3.038***	-4.053***	-4.160***
ΔLCO_2	-30.073***	-27.731***	-8.615***	-11.207***	-2.318**	-2.821***	-2.969***	-3.148***
$\Delta LPOP$	-33.969***	-26.380***	-8.208***	-11.804***	-1.737**	-2.804***	-2.259**	-3.323***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Bağımlı değişkenin ve açıklayıcı değişkenlerin durağanlık düzeylerine göre eş bütünleşme testleri yapılacaktır. Bunun için öncelikle modellerde yatay kesit bağımlılığı (birimler arası tahminci hata terimleri arasında) sınanacaktır.

4.4.4. Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Testi

Tablo 19 ve Tablo 20’de değişkenlere ait birim kök test sonuçları gösterilmiştir. Bağımlı değişkenin ve açıklayıcı değişkenlerin durağanlık düzeylerine göre eş bütünleşme testleri yapılacaktır. Bunun için öncelikle modellerde yatay kesit bağımlılığı sınanacaktır. Eğer modellerde yatay kesit bağımlılığı, yoksa 1. Nesil eş bütünleşme testleri, var ise 2. Nesil eş bütünleşme testleri kullanılacaktır. Ayrıca kullanılacak tahmin yönteminin özelliğini belirleyecek olan eğim parametrelerinin homojenliği veya heterojenliği her bir model için test edilmiş ve *Tablo 25’de* gösterilmiştir. Modellere ait yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 21: Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları

Model	Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri				Homojenlik Testleri	
	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM}	CD _{LMadj}	$\tilde{A}$	$\tilde{A}_{adj}$
Model1	347.959 (0.000)	4.221 (0.000)	2.583 (0.005)	-0.681 (0.752)	10.023 (0.000)	14.175 (0.000)
Model2	515.801 (0.000)	11.683 (0.000)	1.317 (0.094)	17.030 (0.000)	20.845 (0.000)	24.342 (0.000)
Model3	354.921 (0.000)	4.531 (0.000)	1.274 (0.101)	8.593 (0.000)	23.835 (0.000)	27.211 (0.000)
Model4	336.289 (0.000)	3.703 (0.000)	1.803 (0.036)	4.441 (0.000)	24.651 (0.000)	28.153 (0.000)
Model5	455.288 (0.000)	8.993 (0.000)	2.617 (0.004)	14.198 (0.003)	23.140 (0.000)	26.428 (0.000)
Model6	367.734 (0.000)	5.101 (0.000)	-1.314 (0.094)	5.497 (0.000)	23.596 (0.000)	26.949 (0.000)
Model7	361.313 (0.000)	4.815 (0.000)	1.890 (0.029)	6.613 (0.000)	23.631 (0.000)	26.988 (0.000)
Model8	417.847 (0.000)	7.328 (0.000)	5.377 (0.000)	7.399 (0.000)	24.481 (0.000)	27.959 (0.000)
Model9	515.434 (0.000)	11.667 (0.000)	4.875 (0.000)	8.972 (0.000)	24.498 (0.000)	27.979 (0.000)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 21'e dikkat edilirse tüm modellerde hem yatay kesit bağımlılığı hem de eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Bundan sonraki adımlarda bu durumlar dikkate alınarak tahminler yapılacaktır.

4.4.5. Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Testi

Modellerde uzun dönem ilişki olup olmadığını araştırmak için eş bütünleşme testi yapılacaktır. Modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunması ve eğim parametrelerinin heterojenliği ayrıca bağımlı değişkenin birinci farkta açıklayıcı değişkenlerin ise farklı düzeylerde durağan olması dikkate alındığında 2. Nesil eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman (Westerlund, 2008) testi kullanılacaktır. Durbin-Hausman eş bütünleşme test sonuçları Tablo 22'de gösterilmiştir. Modellere ait Durbin-Hausman eşbütünleşme sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 22: Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları

Model	DH _G		DH _P	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
Model1	3,268***	1,763**	-1,402	3,597***
Model2	0,160	4,143***	-1,464	8,472***
Model3	-1,224	10,935***	-1,815	7,161***
Model4	-0,667	4,128***	-1,397	5,537***
Model5	-0,248	8,380***	-1,307	7,753***
Model6	14,211***	11,118***	-1,167	-3,810
Model7	1,385*	3,732***	2,109**	-2,049**
Model8	5,759***	-0,713	-1,489	-3,855
Model9	-0,269	8,706***	-1,357	7,577***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir.

Durbin - Hausman eş bütünleşme testi hem grup (DH_G) hem de panel (DH_P) istatistik sonuçlarını vermektedir. Eğer eğim parametreleri homojen ise DH_P panel istatistiği, heterojen ise DH_G grup istatistiği kullanılacaktır. Tablo 21'e dikkat edilirse tüm modellerde eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tüm modeller için grup istatistiği olan DH_G değeri kullanılacaktır. Ayrıca Tablo 22'ye bakılırsa tüm modeller için eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tüm modeller için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu sonucu elde edilmektedir. Bu yüzden bundan sonraki adımda tüm modeller için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişki araştırılacaktır.

Ayrıca Tablo 23'e göre tüm modellerde otokorelasyon ve değişen varyans sapmalarının bulunduğu görülmektedir. Bu bulgular doğrultusunda, enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönem katsayılarının tahmini CCEMG (Common Correlated Effects Mean Group estimator, heterojen eğim tahmini ve T>N için uygun) tahmin yöntemi ile araştırılmıştır. CCEMG tahmin sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için AMG (Augmented Mean Group estimator, heterojen eğim tahmini ve kesit bağımlılık durumunda uygun) ikinci tahmin yöntemi olarak yapılmıştır.

4.5. Talep Yanlı Sabit Etkili Driscoll-Kraay ve ve Rassal Etkili Arellano, Froot ve Rogers Modelleri Tahmini

Burada model tahmini için EKK yöntemi tercih edilecek ve modelde sabit etkilerin ve rassal etkilerin varlığı test edilmesi gerekecektir. Çalışmada sabit etkiler F testi ile rassal etkiler ise LM testi ile sınanmıştır. Ayrıca bu etkilerden hangisinin anlamlı olduğu Hausman testi ile test edilmiştir. Her dokuz model için de yapılan F, LM ve Hausman testlerinin sonuçları Tablo 23'de gösterilmiştir. Modellere ait Değişen varyans ve otokorelasyon test sonuçları Stata 16 paket programı yardımıyla, modellere ait yatay kesit bağımlılığı test sonuçları ise Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve değişen varyans ve otokorelasyon testi için kullanılan Stata kodları Ek18'de, modellere ait yatay kesit bağımlılığı için kullanılan Gauss kodları <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 23: F, LM ve Hausman Test Sonuçları

Testler	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9
F _{birim}	79.74*** 0.000	512.13*** 0.000	198.26*** 0.000	114.05*** 0.000	98.06*** 0.000	192.08*** 0.000	85.38*** 0.000	415.99*** 0.000	93.07*** 0.000
F _{zaman}	303.81*** 0.000	3.70*** 0.000	77.09*** 0.000	116.29*** 0.000	97.44*** 0.000	129.72*** 0.000	254.33*** 0.000	22.85*** 0.000	94.60*** 0.000
F _{birim-zaman}	199.62*** 0.000	293.03*** 0.000	547.33*** 0.000	535.42*** 0.000	396.57*** 0.000	662.45*** 0.000	739.65*** 0.000	444.93*** 0.000	424.52*** 0.000
LM _{birim}	741.059*** 0.000	1783.742*** 0.000	1197.581*** 0.000	897.069*** 0.000	829.224*** 0.000	1194.636*** 0.000	736.284*** 0.000	1654.790*** 0.000	796.083*** 0.000
LM _{zaman}	0.001 1	0.001 1	0.001 1	3.191** 0.037	0.001 1	0.001 1	0.001 1	0.001 1	0.001 1
LM _{birim-zaman}	741.059*** 0.000	1817.311*** 0.000	1274.091*** 0.000	1052.565*** 0.000	928.335*** 0.000	1194.636*** 0.000	773.756*** 0.000	1683.498*** 0.000	952.148*** 0.000
Hausman	29.47*** 0.0057	1.81 0.9361	121.80*** 0.0000	16.29*** 0.0061	35.88*** 0.0000	39.89*** 0.0000	162.28*** 0.0000	3.75 0.5856	5.41 0.3684

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyeleridir, ikinci satırdakiler olasılık değerleridir.

Tablo 23'de F testi sonuçlarına göre her dokuz modelde %1 önem seviyesinde “sabit birim ve zaman etkileri” bulunduğu görülmektedir. LM testine göre ise yalnız Model4 “rassal birim ve zaman etkilere” sahip iken diğer tüm modeller için %1 önem seviyesinde “rassal birim etkiler” anlamlı olarak bulunmuştur. Hausman test sonuçlarına göre ise

Model2, Model8 ve Model9 rassal etkili iken diğer modellerin ise %1 önem seviyesinde sabit etkili modelin tercih edileceği görülecektir. Dolayısıyla Model2, Model8 ve Model9 için tek yönlü rassal etkili modeller, diğer modeller için ise çift yönlü sabit etkili modeller tahmin olarak kullanılacaktır. Talep yanlı tüm modeller için yapılan tahmin sonuçları Tablo 24’de görünmektedir. Ayrıca sabit etkili tüm modellere ait “birim ve zaman” etkileri ile rassal etkili tüm modeller için ülkelere ait model “birim” etkileri EK 5’te gösterilmiştir.

Sabit birim etkili ve sabit birim-zaman etkili regresyon sonuçları için *xi: reg* komutu rassal birim etkili regresyon sonuçları için ise *xtreg* komutu Stata 16 paket programından elde edilmiştir. Model1 için sabit birim etkili regresyon sonuçları *xi: reg LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND LPOP LOPN LFDI LINV LEXP LIMP LCO₂ i.id* komutu ile elde edilirken sabit birim-zaman etkili regresyon sonuçları ise *xi: reg LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND LPOP LOPN LFDI LINV LEXP LIMP LCO₂ i.id i.year* komutu ile elde edilmiştir. Diğer yandan Model2 için rassal birim etkili regresyon sonuçları *xtreg LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND, re* komutu ile elde edilmiştir. Ayrıca diğer modeller için benzer komutlar yardımıyla regresyon sonuçları elde edilebilir.

Tablo 24: Talep Yanlı Modellerin Sabit ve Rassal Etkili Regresyon Tahmin Sonuçları

	Sabit Birim Etkili (Tek Yönlü Birim Sabit)						Rassal Birim Etkili		
LEE	Model1	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model2	Model8	Model9
LCOA	0.003 (0.016)	0.044 (0.012)***					0.021 (0.028)		
LOIL	0.021 (0.012)*		0.077 (0.010)***				0.089 (0.021)***		
LNAT	-0.007 (0.008)			-0.009 (0.011)			-0.035 (0.013)***		0.0004 (0.012)
LAGR	0.013 (0.025)			0.277 (0.035)***			-0.387 (0.037)***	0.149 (0.035)***	
LSRV	0.307 (0.027)***				0.507 (0.023)***		0.293 (0.041)***		
LIND	0.306 (0.031)***					0.468 (0.024)***	0.084 (0.037)**		
LPOP	-0.007 (0.059)	0.365 (0.067)***	0.252 (0.076)***		-0.245 (0.055)***	0.325 (0.055)***		-0.010 (0.075)	0.066 (0.039)*
LOPN	-0.022 (0.018)		0.042 (0.020)**	-0.167 (0.028)***		-0.099 (0.017)***			-0.238 (0.029)***
LFDI	0.021 (0.017)				0.033 (0.018)*			0.013 (0.024)	
LINV	0.033	0.259	0.322						

	(0.015)**	(0.014)***	(0.014)***						
LEXP	-0.049 (0.018)***	0.155 (0.012)***		0.348 (0.015)***					0.412 (0.016)***
LIMP	0.082 (0.017)***				0.106 (0.012)***	0.170 (0.012)***		0.301 (0.009)***	
LCO₂	-0.615 (0.022)***	-0.537 (0.026)***	-0.443 (0.028)***	-0.472 (0.025)***	-0.497 (0.020)***	-0.651 (0.024)***		-0.401 (0.026)***	-0.431 (0.026)***
Sabit	0.354 (0.440)	0.525 (0.490)	2.080 (0.571)***	1.305 (0.308)***	2.697 (0.366)***	-1.201 (0.434)***	6.159 (0.292)***	2.834 (0.485)***	2.887 (0.304)***
R²	0.9862	0.9735	0.9683	0.9609	0.9825	0.9819			
Adj. R²	0.9855	0.9724	0.9670	0.9593	0.9818	0.9812			
F	1291.94***	870.92***	723.13***	582.19***	1329.68***	1286.02***			
F(v₁, v₂)	F(35,631)	F(27,639)	F(27,639)	F(27,639)	F(27,639)	F(27,639)			
Within R²							0.5491	0.7060	0.5907
Between R²							0.9999	0.9999	0.9999
Overall R²							0.9541	0.9701	0.9583
Wald							13250***	20698***	14686***
S.d; v							28	27	27
Ort. VIF	17.000	5.420	2.962	2.814	3.594	4.724	6.445	4.884	2.988
Sabit Birim ve Zaman Etkili (Çift Yönlü Sabit)									
LEE	Model1	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7			
LCOA	0.003 (0.016)	0.044 (0.012)***							
LOIL	0.022 (0.020)***		0.260 (0.021)***						
LNAT	-0.007 (0.008)			0.162 (0.021)***					
LAGR	-0.018 (0.025)			-0.010 (0.036)					
LSRV	0.239 (0.028)***				0.446 (0.026)***				
LIND	0.314 (0.031)***					0.424 (0.023)***			
LPOP	-0.223 (0.065)***	-0.221 (0.078)***	-0.454 (0.075)***		-0.398*** (0.069)	-0.112 (0.068)			
LOPN	-0.038 (0.018)**		-0.062 (0.019)***	-0.165 (0.025)***		-0.103 (0.017)***			
LFDI	0.026 (0.016)				0.043 (0.019)**				
LINV	0.048 (0.015)***	0.207 (0.013)***	0.222 (0.013)***						
LEXP	-0.057 (0.017)***	0.068 (0.014)***		0.221 (0.016)***					
LIMP	0.041 (0.018)**				0.081 (0.015)***	0.077 (0.015)***			

LCO ₂	-0.530 (0.024)***	-0.371 (0.027)***	-0.299 (0.025)***	-0.386 (0.023)***	-0.434 (0.024)***	-0.523 (0.025)***			
Sabit	3.016 (0.554)***	6.117 (0.648)***	7.988 (0.585)***	5.336 (0.381)***	4.650 (0.582)***	3.248 (0.598)***			
R ²	0.9875	0.9797	0.9793	0.9722	0.9835	0.9852			
Adj. R ²	0.9863	0.9779	0.9774	0.9698	0.9820	0.9839			
F	799.62***	547.33***	535.42***	396.57***	662.45***	739.65***			
F(v ₁ , v ₂)	F(60,606)	F(54,612)	F(54,612)	F(54,612)	F(55,611)	F(55,611)			
Ort. VIF	17.000	5.420	2.962	2.814	3.594	4.724			

Not 1: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki değerler tahmincilerin standart hatalarıdır.

Not 2: Sabit etkili zaman sabiti = “Sabit etkili birim ve zaman sabiti” – “sabit etkili birim sabiti” formülü ile yaklaşık olarak elde edilebilir. Tahmin edilen sabitler ilgili model sabitlerini de içermektedir.

Tablo 24 incelendiğinde Model1 için enerji etkinliğini en fazla artıran sanayi geliri (üretimi) iken en fazla olumsuz etkileyen ise korbondiyoksit emisyonu, Model2 için enerji etkinliğini en fazla artıran hizmetler sektörü geliri iken en fazla olumsuz etkileyen ise tarım sektörü geliri bulunmuştur. Ancak bu modeller korelasyon katsayıları dikkate alınmadığı ve VIF değerleri 10’un üzerinde çıktığı için diğer modeller dikkate alınacaktır. Diğer modellerde ise enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen değişken Model4 hariç korbondiyoksit emisyonu, Model4 için ise nüfus bulunmuştur. Enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen ise Model3 için yatırım, Model4 için petrol, Model5 ve Model9 için ihracat, Model6 için hizmetler sektörü geliri, Model7 için sanayi geliri (üretimi) ve Model8 için ise ithalat bulunmuştur.

Tablo 25’de modellere ait değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılık test sonuçları gösterilmiştir

Tablo 25: Değişen Varyans, Otokorelasyon ve Yatay Kesit Bağımlılık Testlerinin Sonuçları

	Yatay Kesit Bağımlılık Testleri				Sabit Varyans Testleri		Otokorelasyon Testleri		
					Sabitli Modeller	Rassal Modeller	Sabitli Modeller	Rassal Modeller	
Model	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM}	CD _{LMadj}	Wald	Levene-Brown-Forsthe	Wald Bhargava vd.	Baltagi-Wu	LM Test
Model1	347.959***	4.221***	2.583***	-0.681	1697.14***		0.543	0.775	
Model2	515.801***	11.683***	1.317*	17.030***		12.602***			8218.03***
Model3	354.921***	4.531***	1.274	8.593***	748.05***		0.519	0.688	
Model4	336.289***	3.703***	1.803**	4.441***	726.62***		0.541	0.720	
Model5	455.288***	8.993***	2.617***	14.198***	1378.64***		0.257	0.414	
Model6	367.734***	5.101***	-1.314*	5.497***	1226.58***		0.404	0.633	
Model7	361.313***	4.815***	1.890**	6.613***	1170.09***		0.489	0.680	
Model8	417.847***	7.328***	5.377***	7.399***		7.192***			7905.55***
Model9	515.434***	11.667***	4.875***	8.972***		17.687***			2857.68***

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerinde serilerin durağan olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 25 incelendiğinde Wald testi sonucuna göre altı (Model1, Model3, Model4, Model5, Model6, Model7) modelde, Levene-Brown-Forsthe testine göre ise üç (Model2, Model8,

Model9) modelde %1 önem seviyesinde sabit varyansın bulunmadığı elde edilmiştir. Bhargava vd. (1982) ve Baltagi-Wu (1999) testleri sonucunda ise bulunan değerler 2'ye çok uzak olması nedeniyle altı (Model1, Model3, Model4, Model5, Model6, Model7) modelde, LM testine göre ise üç (Model2, Model8, Model9) modelde %1 önem seviyesinde otokorelasyonun varlığı belirlenmiştir. Ayrıca tüm modeller için modelde yatay kesit bağımlılığı da söz konusudur. Dolayısıyla modeller tekrar dirençli tahminciler ile tahmin edilecektir. Bunun için sabit etkili modellerde değişen varyans ve otokorelasyon sapmalarının dikkate alındığı Driscoll-Kraay dirençli tahmincisi, rassal etkili modeller için ise Arellano (1987), Froot (1989) ve Rogers (1993) robust standart hatalarına sahip dirençli tahmincisi ile tekrar tahmin edilerek Tablo 26'da gösterilmiştir.

Sabit etkili Driscoll-Kraay ve rassal etkili Arellano, froot ve Rogers tahmin sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan *xtsc* ve *xtreg* komutu kullanılarak elde edilmiştir. Model1 için sabit etkili Driscoll-Kraay (D.K) sonuçları *xtsc* *LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND LPOP LOPN LFDI LINV LEXP LIMP LCO₂, fe* ve Model2 için rassal etkili Arellano, Froot ve Rogers (A.F.R) sonuçları *xtreg* *LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND, re cluster(Country)* komutu ile elde edilmiştir. Diğer modeller için de benzer komutlar yardımıyla tahmin sonuçları elde edilebilir.

Tablo 26: Talep Yanlı Modellerin Sabit Etkili (D.K) ve Rassal Etkili (A.F.R) Tahmin Sonuçları

LEE	Sabit Etkili (D.K)						Rassal Etkili (A.F.R)		
	Model1	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model2	Model8	Model9
LCOA	0.003 (0.014)	0.044 (0.022)*					0.021 [0.020]		
LOIL	0.022 (0.016)		0.077 (0.021)***				0.089 [0.039]**		
LNAT	-0.007 (0.008)			-0.009 (0.022)			-0.035 [0.019]*		0.0001 [0.015]
LAGR	-0.018 (0.023)			0.277 (0.074)***			-0.387 [0.142]***	0.160 [0.128]	
LSRV	0.239 (0.081)***				0.507 (0.058)***		0.293 [0.159]*		
LIND	0.314 (0.049)***					0.468 (0.021)***	0.084 [0.135]		
LPOP	-0.223 (0.110)*	0.365 (0.116)***	0.252 (0.137)*		-0.245 (0.066)***	0.325 (0.120)**		-0.049 [0.187]	-0.066 [0.102]
LOPN	-0.038 (0.056)**		0.042 (0.034)	-0.167 (0.019)***		-0.099 (0.023)***			-0.238 [0.067]***
LFDI	0.026 (0.009)**				0.033 (0.015)**			0.014 [0.010]	
LINV	0.048 (0.036)	0.259 (0.049)***	0.322 (0.061)***						
LEXP	-0.057 (0.023)**	0.155 (0.021)***		0.348 (0.009)***					0.412 [0.052]***
LIMP	0.041 (0.029)				0.106 (0.021)***	0.170 (0.013)***		0.301 [0.035]***	
LCO ₂	-0.530 (0.044)***	-0.537 (0.045)***	-0.443 (0.064)***	-0.472 (0.029)***	-0.497 (0.029)***	-0.651 (0.052)***		-0.399 [0.063]***	-0.431 [0.075]***
Sabit	0.273 (0.945)	0.302 (1.061)	1.878 (1.452)	1.210 (0.712)***	2.663 (0.570)***	-1.376 (1.021)	6.159 [0.600]***	2.853 [1.100]**	2.887 [0.634]***
F	3819.87***	310.37***	65.16***	504.09***	548.24***	730.05***			
F(v ₁ , v ₂)	F(13,28)	F(5,28)	F(5,28)	F(5,28)	F(5,28)	F(5,28)			
Within R ²	0.8649	0.7403	0.6889	0.6165	0.8283	0.8226	0.5491	0.7060	0.5907
Between R ²							0.9999	0.9999	0.9999
Overall R ²							0.9541	0.9701	0.9583
Wald							111.07***	125.12***	104.01***
S.d; v							6	5	5
Ort. VIF	17.000	5.420	2.962	2.814	3.594	4.724	6.445	4.884	2.988

Not: ***, ** ve * sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerindedir. “()” içindeki değerler Driscoll-Kraay standart hatalarını, “[]” içindeki değerler ise Arellano, Froot ve Rogers robust standart hatalarını göstermektedir.

Tüm modeller için Tablo 26’da Driscoll-Kraay ve Arellano, Froot ve Rogers tahmin sonuçları yer almaktadır. Modeller arasında karşılaştırma ve tercih kriteri olarak

kullanılan RMSE değerinin 0 (sıfır)'a, R^2 değerinin ise 1 (bir)'e yakın olması aynı bağımlı değişkene ait karşılaştırılan modeller arasındaki açıklama gücünün ve tercih edilmesinin daha uyumlu olacağını ifade etmektedir (Kaya vd., 2016:6; Aydın, 2019:217; Sun, 2020:7). Bu bölümde model karşılaştırmaları için R^2 uyumluluk ölçütü kullanıldığında 1 (bir)'e en yakın R^2 değerine sahip Model6 tercih edilmektedir.

Enerji kaynaklarının enerji etkinliğini etkileyen Model6 için sapmaları düzeltilmiş regresyon tahmin sonuçlarına göre servis geliri (LSRV), doğrudan yabancı yatırımlar (LFDI) ve ithalat (LIMP) enerji etkinliğini olumlu iken nüfus (LPOP) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂) ise olumsuz etkilemektedir. Katsayılar olarak incelendiğinde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen servis geliri (LSRV)'ndeki %1'lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.51 artışı, en fazla olumsuz etkileyen ise karbondioksit emisyonun da meydana gelen %1'lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.50 azalışı beraberinde getirmektedir.

Model6 için dirençli tahminciler kullanılmadan önce ve sonra değişkenlerin anlamlılığında değişiklik olmamıştır. Ayrıca R^2 değeri 0.8283 olarak çıkmıştır. F istatistik değerine göre ise %1 önem seviyesinde modelin anlamlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca talep yanlı tüm modeller için dirençli tahminciler ile tahmin edilen ülkelere ait birim etkiler ise EK 6'da gösterilmektedir.

Birim etkilere göre 14 ülke negatif etkilenirken 5 ülke ise pozitif etkilenmiştir. Pozitif etkilenen ülkelerden 0.165 oranı ile en fazla etkilenen Türkiye iken 0.029 oranla en az etkilenen ise Kolombiya bulunmuştur. Diğer taraftan negatif etkilenenlerden -0.331 oranla en fazla olumsuz etkilenen Ukrayna iken -0.021 oran ile en az etkilenen ise Peru bulunmuştur. Dolayısıyla bazı ülkeler enerjiyi etkin kullanmayı başarabilirken bazı ülkelerin ise etkin kullanmadığı görülmektedir. Dolayısıyla bazı ülkeler enerjiyi etkin kullanmayı başarabilirken bazı ülkelerin ise etkin kullanmadığı görülmektedir.

4.6. Talep Yanlı CCEMG ve AMG Modellerin Tahmini

Hem CCEMG hem de AMG tahmin yöntemleri hem modeller arasında yatay kesit bağımlılığının bulunduğu hem de eğim parametrelerinin heterojen olduğu durumda kullanılabilir. Tahmin edilen modellerin katsayıları için hesaplanan test istatistikleri aynı zamanda değişen varyans ve otokorelasyon problemlerinin çözümü için dirençli istatistiklerdir.

CCEMG ve AMG tahmin sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan *xtmg* komutu kullanılarak elde edilmiştir. Model1 için CCEMG ve AMG sonuçları sırasıyla *xtmg LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND LPOP LOPN LFDI LINV LEXP LIMP LCO₂, cce* ve *xtmg LEE LCOA LOIL LNAT LAGR LSRV LIND LPOP LOPN LFDI LINV LEXP LIMP LCO₂, augment* komutları ile elde edilmiştir. Diğer modeller için de aynı komutlara başvurulmuştur.

Tablo 27: Talep Yanlı Modellerin CCEMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

LEE	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9
LCOA	-0,005 (0,025)	-0,003 (0,015)	-0,013 (0,011)						
LOIL	0,013 (0,024)	0,002 (0,012)		-0,006 (0,011)					
LNAT	-0,024 (0,010)**	0,001 (0,012)			0,002 (0,008)				-0,003 (0,003)
LAGR	-0,120 (0,118)	0,014 (0,109)			0,140 (0,071)**			0,091 (0,100)	
LSRV	0,216 (0,169)	0,090 (0,117)				0,303 (0,092)***			
LIND	0,316 (0,200)	0,186 (0,119)					0,327 (0,133)**		
LPOP	-1,120 (1,759)		-1,905 (1,317)	-0,633 (0,982)		-2,235 (1,331)*	-0,369 (1,089)	-1,450 (0,906)	-2,071 (1,324)
LOPN	0,040 (0,092)			-0,015 (0,025)	-0,083 (0,028)***		-0,070 (0,024)***		-0,114 (0,034)***
LFDI	0,126 (0,109)					0,010 (0,058)		0,049 (0,069)	
LINV	0,014 (0,076)		0,123 (0,036)***	0,116 (0,033)***					
LEXP	0,085 (0,128)		0,044 (0,031)		0,152 (0,060)**				0,119 (0,040)***
LIMP	-0,031 (0,055)					0,055 (0,023)**	0,074 (0,035)**	0,091 (0,025)***	
LCO ₂	-0,391 (0,076)***		-0,294 (0,063)***	-0,275 (0,058)***	-0,239 (0,073)***	-0,325 (0,054)***	-0,329 (0,050)***	-0,251 (0,064)***	-0,176 (0,060)***
Sabit	-5,388 (15,875)	-0,077 (1,777)	3,736 (7,482)	2,140 (6,101)	-0,438 (1,230)	6,263 (6,885)	8,761 (6,253)	8,935 (7,519)	10,771 (8,616)
NT	667	667	667	667	667	667	667	667	667
Wald	67,05***	7,420	32,43***	27,06***	14,23***	60,70***	91,72***	40,59***	24,53***
S.d; v	12	5	3	5	4	5	5	5	4
RMSE	0,003	0,013	0,0104	0,011	0,0130	0,0105	0,010	0,011	0,012
Ort. VIF	17,000	6,445	5,420	2,962	2,814	3,594	4,724	4,884	2,988

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarını göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını göstermektedir.

Tablo 28: Talep Yanlı Modellerin AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

LEE	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9
LCOA	0,002 (0,009)	-0,008 (0,016)	-0,020 (0,011)*						
LOIL	-0,004 (0,010)	0,011 (0,016)		-0,016 (0,010)*					
LNAT	-0,009 (0,008)	-0,001 (0,013)			-0,001 (0,009)				-0,015 (0,008)***
LAGR	0,001 (0,073)	-0,117 (0,081)			0,125 (0,064)*			0,182 (0,119)	
LSRV	0,272 (0,098)***	0,136 (0,123)				0,546 (0,067)***			
LIND	0,301** (0,147)	0,170 (0,105)					0,358 (0,110)***		
LPOP	-1,460 (0,550)***		-0,724 (0,611)	-0,574 (0,617)		-1,089 (0,459)**	-0,891 (0,530)*	-1,221 (0,522)**	-1,369 (0,559)**
LOPN	-0,044 (0,045)			0,006 (0,028)	-0,104 (0,034)***		-0,041 (0,019)**		-0,099 (0,045)**
LFDI	0,067 (0,076)					0,086 (0,097)		0,204 (0,101)**	
LINV	-0,023 (0,053)		0,162 (0,028)***	0,159 (0,032)***					
LEXP	-0,045 (0,055)		0,058 (0,029)**		0,170 (0,056)***				0,166 (0,060)***
LIMP	0,074 (0,053)					0,038 (0,018)**	0,070 (0,043)	0,099 (0,028)***	
LCO ₂	-0,325 (0,053)***		-0,269 (0,063)***	-0,263 (0,060)***	-0,246 (0,070)***	-0,361 (0,052)***	-0,365 (0,061)***	-0,209 (0,066)***	-0,142 (0,066)***
Sabit	11,854 (4,025)***	4,287 (0,936)***	9,980 (4,801)**	9,213 (4,836)*	3,957 (0,787)***	8,864 (3,498)**	9,425 (4,407)**	12,548 (4,235)***	15,110 (4,454)***
NT	667	667	667	667	667	667	667	667	667
Wald	327,34***	18,16*	65,22***	46,06***	23,19***	123,59***	128,71***	42,47***	48,29***
S.d; v	13	6	4	6	5	6	6	6	5
RMSE	0,009	0,0160	0,0137	0,014	0,016	0,014	0,013	0,014	0,0150
Ort. VIF	17.000	6.445	5.420	2.962	2.814	3.594	4.724	4.884	2.988

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarının göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını göstermektedir. CCEMG modelinde anlamsız olan sabit terim AMG modelinin her birinde anlamlı çıkmıştır.

4.7. Talep Yanlı Model Bulguları

Tüm modeller için Tablo 27’de CCEMG, Tablo 28’de ise AMG tahmin sonuçları yer almaktadır. Modeller arasında karşılaştırma ve tercih kriteri olarak kullanılan RMSE değerinin 0 (sıfır)’a, R^2 değerinin ise 1 (bir)’e yakın olması aynı bağımlı değişkene ait karşılaştırılan modeller arasındaki açıklama gücünün ve tercih edilmesinin daha uyumlu olacağını ifade etmektedir (Kaya vd., 2016:6; Aydın, 2019:217; Sun, 2020:7). Bu bölümde model karşılaştırmaları için RMSE uyumluluk ölçütü kullanılmaktadır. Tablo

27’de CCEMG ve Tablo 28’de AMG tahmin sonuçlarının genel olarak birbirine benzer sonuçlar verdiği gibi modeller arasında RMSE değerleri de benzer sonuçlar göstermektedir. Dolayısıyla hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre 0 (sıfır)’a en yakın RMSE değerine sahip Model7 tercih edilecek ve yorumlanacaktır.

Model7’ye göre, genel olarak bütün değişkenlerin hem işareti hem de büyüklüğü birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında sanayi geliri (üretimi) (LIND) ve ithalat (LIMP) enerji etkinliğini olumlu, nüfus (LPOP), açıklık (LOPN) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂) ise olumsuz etkilemektedir. Katsayılar olarak incelendiğinde uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen sanayi gelir(üretim)indeki %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.36 artışa, en fazla olumsuz etkileyen ise nüfusta meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık %0.89 azalışı beraberinde getirmektedir.

Model3’e göre, hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında kömür fiyatları (LCOA), nüfus (LPOP) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂) enerji etkinliğini olumsuz etkilerken yatırım (LINV) ve ihracat (LEXP) olumlu etkilemiştir. Diğer yandan Model4’e göre petrol fiyatları (LOIL), nüfus (LPOP), açıklık (LOPN) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂), Model5’e göre açıklık (LOPN) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂), Model6’ya göre nüfus (LPOP) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂), Model8’e göre açıklık (LOPN) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂), Model9’a göre nüfus (LPOP), açıklık (LOPN) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂) enerji etkinliğini olumsuz etkilerken Model4’e göre yatırım (LINV), Model5’e göre doğal gaz fiyatları (LNTR), tarım geliri (LAGR) ve ihracat (LEXP), Model6’ya göre hizmetler geliri (LSRV), doğrudan yabancı yatırımlar (LFDI) ve ithalat (LIMP), Model8’e göre tarım geliri (LAGR), doğrudan yabancı yatırımlar (LFDI) ve ithalat (LIMP), Model9’a göre ise sadece ihracat (LEXP) enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Ancak Model4 için petrol fiyatları (LOIL), nüfus (LPOP) ve açıklık (LOPN), Model5 için doğal gaz fiyatları (LNTR) ve tarım geliri (LAGR), Model6 için nüfus (LPOP), Model8 için tarım geliri (LAGR) ve Model9 için doğal gaz fiyatları (LNTR) ve nüfus (LPOP) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

Diğer taraftan, birçok değişkenin kullanıldığı ve çoklu doğrusal bağlantı sorununun görüldüğü Model11 (Bkz: EK 4,Talep Yanlı Modellerin VIF Bilgileri, Model1) gözardı edilirse; Model2-Model9 arası modeller ve teknikler (CCEMG ve AMG) arası geçişlerde; sürekli olarak LPOP’un ve LCO₂ ‘nin, fiyat olarak LCOA’nın işareti negatif bulunmuş

olup; bu faktörlerdeki artışlar (azalışlar) enerji etkinliğini veya verimliliğini azaltıcı (artırıcı) bulunmuştur. Yine Model2-Model9 arası modeller arası geçişlerde; sürekli olarak LFDI'nin, LIMP'un, LEXP'nun, LINV'nin, LSRV'nın, LIND'nin işareti pozitif olarak tahmin edilmiş olup; bu faktörlerdeki artışlar enerji etkinliğini veya verimliliğini artırıcı bulunmuştur. LOPN'nun anlamsız bulunduğu Model/AMG tahmincisi hariç, dışa açıklık oranı arttıkça yükselen ekonomiler enerji kullanım etkinliğini artırmaktadır. LAGR'nin, LOIL ve LNAT'un katsayılarının işaretleri model ve teknik geçişleri arasından tutarlılık göstermemiştir. Ancak fiyat değişkenlerinin anlamlı olarak tahmin edilen katsayıların aldığı işaretleri bu ülkeler için umulan teorik beklentiye uygun olarak tahmin edilmiş olup; bunlarda fiyat artışları enerji tüketimini azaltarak enerjinin etkin kullanımına yol açarken bu ülkelerde üretim azalışı etkisi ağır bastığından enerji verimi düşmektedir. Genelde üretim artışları ve dış ticaret (ihracat ve ithalat) artışları yükselen ekonomilerde rekabeti tetiklediğinden ve bu rekabetin sürdürülebilir olabilmesinden dolayı enerjinin etkin kullanımını beraberinde getirmektedir. Yükselen ekonomilerde yatırımlar; yeni olduğundan dolayı teknoloji içeren sermaye yatırımları şeklinde olması da enerji verimliliğini artırıcı bulunmuştur. Elde edinilen bulgular, genel olarak teorik beklentileri karşılamış, ileri sürülen faktörlerin ve/veya hipotezlerin enerji üzerindeki etkisini kanıtlamıştır.

4.8. Bölüm Değerlendirmesi

Küreselleşme öncesi her ekonomi kendi içerisinde bulunan düzene göre şekillenirdi ve dış dünyayla ekonomik ilişkiler çok fazla yoktu. Küreselleşmeyle birlikte dünyada sermaye hareketliliğin ve dış ticaretin serbest kalması ve ülkeler arasında oluşan ve giderek artan rekabet ve bunun sonucunda artan üretim ve buna bağlı olarak enerji kullanımı artmıştır. Üretimini artıran bir ekonomi iç pazara olan bağımlılığını azaltmış, dış pazarlara girerek satışını, karını ve iç pazardaki rekabetini artırmış, fazla üretim kapasitesini satmıştır. Bunun sonucunda ise ihracat gelirleri artmış bu ise büyüme rakamlarına yansımıştır. En yüksek büyüme rakamlarına ise yükselen ekonomiler'de rastlanmıştır. Bu ekonomilerde ihracat ise genellikle ithal ettiği mallarla yapılmıştır. Ayrıca bazı ekonomilerde yaşanan ihracat hırsı enerji girdileri içerisinde yüksek paylara sahip olan fosil yakıt kullanımını artırmış ve bunun sonucunda çevrede bozulmalara neden olmuştur. Çevresel bozulmaların ise en büyük sebeplerinden biri insan kaynaklı

faaliyetler sonucu çevreye salınan sera gazı emisyonundan CO₂ emisyonudur. Yani üretim artışı beraberinde ihracatı artırmış ve ülke ekonomisinde gelir artışına sebep olmuştur; ancak bu gelir artışının bir maliyeti olarak CO₂ emisyonu artarak çevreye verilen zarar artmıştır. Bu yüzden enerji girdileri arasında fosil yakıt payının yüksek olduğu hem yükselen ekonomiler hem de dünya için enerjinin etkin kullanılmasının önemi artmıştır.

Bu bölümde 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 dönemi boyunca talep yanlı enerji etkinliğini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Çalışmada değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilmeden önce birimler arası korelasyon sınaması yapılmış ve bunun neticesinde birinci nesil ve ikinci nesil birim kök testleri ile serilerin durağanlığı test edilmiştir. Bazı değişkenler arasında ortaya çıkan yüksek korelasyon katsayıları ve VIF değerlerinin yüksek çıkmasından dolayı çoklu doğrusallık problemini önlemek için modeller oluşturulmuştur. Sonra tüm oluşturulan modellerin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Eşbütünleşme testi kullanılarak modellerde bağımlı değişken ile açıklayıcı değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Tahminler tüm modellerde eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir. Bu yüzden uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için modellerde eğim parametrelerinin homojenliği ve yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Daha sonra tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu ve heterojen eğime sahip olduğundan CCEMG ve AMG uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır. CCEMG ve AMG sonuçları genel olarak birbirine benzer sonuçlar vermiş ve RMSE model tercih ve uyumluluk ölçütlerinden 0 (sıfır)'a en yakın değerlere sahip olan Model7 tercih edilmiştir. Ayrıca tüm modellerdeki anlamlı çıkan tüm değişkenlere dikkat edildiğinde Model7'deki gibi enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen sanayi geliri ve hizmetler geliri iken en fazla olumsuz etkileyen ise nüfus olduğu görülmektedir.

İleri sürülen faktörlerin çoğu; tahmin edilen parametrelerin işaretleri modeller-teknikler arası tutarlılık gösterdiği ve teorik beklentileri karşıladığı bulunmuştur. Endüstriyel ve hizmetler üretimi, ithalat, doğrudan yabancı sermaye yatırımı, sabit sermaye yatırımı, dış açıklık oranı, ihracat ve ithalat artışları enerji etkinliğini olumlu, nüfus ve karbondioksit emisyon salınımları, petrol ve kömür fiyat artışları enerji talebini azaltırken üretimi daha da kısımakta; fiyat artışı sonucu etkinlik artışı sağlanırken üretimin daha fazla kısılması sonucu üretimde kısma etkisi fiyat etkisinden büyük olduğundan bu ülkelerde enerji

(petrol ve kömür) fiyat artışları enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Her bir değişkenin anlamlı bulunduğu bir model tahmin edilebilmiştir. Yükselen ekonomilerde rekabetçi üretim ve dış ticaret artışlarının enerji etkinliğini artırdığı bulunmuştur.

Endüstriyel ve hizmetler üretimi, ithalat, doğrudan yabancı sermaye yatırımı, sabit sermaye yatırımı, dış açıklık oranı, ihracat ve ithalat artışları, nüfus, karbondioksit emisyonu, petrol ve kömür fiyatlarında yaşanan değişimlerin yükselen ekonomilerde enerji etkinliği üzerinde etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, dünya için Akal (2016) tarafından yapılan çalışmadaki GSYİH artışının, OECD ülkeleri için Chang vd. (2018) tarafından yapılan çalışmadaki sabit sermaye yatırımındaki artışın, Çin için Zhao ve Lin (2019) tarafından yapılan çalışmadaki dış ticaret artışının, Çin için Pan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmadaki DYY artışının enerji etkinliğini olumlu etkilediği diğer taraftan Kuzey Amerika için Grossman ve Krueger (1991) tarafından yapılan çalışmadaki dış ticaret açıklık artışının, Gelişmekte olan ülkeler için Nepal ve Paija (2019) tarafından yapılan çalışmadaki nüfus artışının, G7 ülkeleri için Sadorsky (2009) tarafından yapılan çalışmadaki enerji fiyat artışlarının ve Çin için Tian vd. (2016) tarafından yapılan çalışmadaki CO₂ emisyon artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Bu bölümde elde edilen sonuçlar ışığında analize dâhil edilen yükselen ekonomilerde politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. İlk olarak yükselen ekonomilerde karbondioksit emisyonunun enerji etkinliğini önemli derecede olumsuz etkilemesi bu ekonomilerde fosil yakıt kullanımının yoğun olduğu ve çevre odaklı politikaların esnek bir şekilde uygulanmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu yüzden çevre kalitesinin artışı olumlu etkileyebilecek alternatif enerjilerden yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teşvik ve yatırımlara önem verilmelidir. Ayrıca analize dâhil edilen birçok ülkenin yenilenemez enerji kaynakları açısından ithalatçı olduğu düşünüldüğünde, alternatif enerji kaynaklarının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan, ekonomik ve sosyal potansiyelleri bakımından gelişmekte olan ülkelere yükselen ekonomiler, bir üst seviyeye çıkmak için hem ekonomik bir yük getiren yenilenemez enerji kullanımını azaltmalı hem de daha temiz enerji olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelidir. Böylece hem ekonomik olarak özellikle cari açık açısından iyileşmeler oluşacak hem de kalkınma hedefleri doğrultusunda daha temiz ve yaşanabilir bir dünyanın meydana gelmesine yardımcı olunmuş olunacaktır. Bununla beraber çevre politikaları göz ardı

edilmeden yabancı sermaye yatırımlarının ülkeye sürekli çekebilecek politikaların uygulanması da önem arz edecektir.

Enerji etkinliğini olumlu yönde etkileyen sektörün sanayi olduğunu gösteren güçlü bulguların elde edilmesi, yükselen ekonomiler'in sanayi sektöründe önemli dönüşümler gerçekleştirdiğini ortaya koymaktadır. Diğer yandan, enerji etkinliğinin sağlanmasında olumsuzluklara yol açan nüfus artışı, yükselen ekonomiler'de özellikle kentleşmenin yoğunlaşmasıyla konutlarda enerjinin etkinsiz kullanıldığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla başta hanehalkları için çevre bilincinin artırılmasının yanında genel olarak eğitimde ve kitlesel iletişim alanlarında enerjinin nasıl etkin/verimli ve tasarruflu kullanılabileceği ile ilgili bilinçlendirme adımları atılarak, konutlar özelinde önemli yapısal dönüşümün sağlanması önemli görülmektedir. Böylece hanehalkları bilinçlenerek, enerjinin etkin/verimli kullanımının artırılması sağlanabilecektir.

BÖLÜM 5: MODEL TAHMİNİ: KARMA MODELLER

5.1.Giriş

Daha önceki bölümlerde yükselen ekonomiler için enerji verimliliğinin nasıl artırılacağı arz ve talep yanlı ekonomik değişkenlerle araştırılmıştır. Bu bölümde yükselen ekonomiler için enerji etkinliğini açıklamaya yönelik ekonomik değişkenlerin yanında sosyal, siyasal (politik) ve kurumsal değişkelere başvurulmuştur. Bu doğrultuda, enerji etkinliğini etkileyen küreselleşme, doğal kaynak kiralari, enerji fiyatları, gelir, teknoloji ihracati, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kullanımı gibi değişkenlerin yanında yolsuzlukla mücadele, hükümetin etkinliğı, hukukun üstünlüğü, politik küreselleşme ve sosyal küreselleşme, kentleşme gibi siyasi, sosyal ve demografik değişkenlerde kullanılmıştır.

Bölümün ilerleyen kısımlarında, karma değişkenlerle enerji etkinliğı modellemesine alt yapı oluşturabilecek literatür taramasına yer verilmiş, bu literatür taraması doğrultusunda modellerde kullanılacak değişkenler belirlenmiş, sonrasında yöntem açıklamalarıyla berabe analiz ve bulgulara yer verilip yorumlar ve öneriler getirilmiştir.

5.2. Literatür

Literatürde konu ile ilgili yapılan birçok çalışmada genellikle ekonomik değişkenler ile enerjinin nasıl daha etkin/verimli kullanılabileceğı üzerine yeni yeni çalışmalar vardır. Ancak enerjinin etkin kullanımının ekonomik verilerle olduğı kadar sosyal, siyasal ve kurumsal değişkenlerle ilişkisinin bulunduğı düşünölmelidir. Bu bölümde yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini açıklamaya yönelik değişkenlerin diğeri benzeri çalışmalardan yararlanılarak belirlenmiştir. Bu açılım enerji etkinliğı/verimliliğini açıklamaya yeni bir boyut getirerek enerji ekonomisi literatürüne katkı sağlayacaktır.

Fiyat: İktisat teorisine göre bir malın fiyatı o malın talebini belirleyen önemli bir faktördür. Enerjisinin çoğunu dışardan ithal eden ölkeler için enerji fiyatlarında yaşanan artış karşısında kullanılan enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasının yollarını aramaya itileceğı düşünölmektedir.

Enerji fiyatlarının enerji etkinliğine olan etkisinin nasıl ve hangi kanallarla olduğı üzerine yapılan çalışmalara (Gamtessa ve Olani, 2018; Hang ve Tu, 2007; Lescaroux, 2008; Chang vd., 2009; Bird vd., 2005; Marques vd., 2010; Menz ve Vachon, 2006; Antonietti

ve Fontini, 2019; Sadorsky, 2009; Ruijven ve Van Vuuren, 2009) talep yanlı modeller bölümünde detaylı değinilmiştir. Genel olarak bulgular enerjinin etkin kullanımını artırmak için enerji fiyatlarının artırılmasının etkili bir politika olduğu yönündedir.

Gelir: Ülkelerin gelirlerinde yaşanan artışın teknolojik gelişmeleri ve enerji tasarruf edici makine ve cihazların talep ve kullanımını artıracığı düşünüldüğünden enerji etkinliğine olumlu yansımaları beklenmektedir. Ekonomilerde enerji kullanımının ve bu kullanımdan dolayı çıktının büyük kısmı sanayi, hizmetler ve tarım sektörleri tarafından oluşturulmaktadır. Ekonomilerin gelirinin ve/veya üretiminin artması tüm sektörlerle yayılarak beraberinde teknolojik gelişmeleri getirmektedir. Dolayısıyla gelir enerji etkinliğinin birincil belirleyicisidir. Akal (2016b); Hatzigeorgiou vd. (2011), Zhang vd. (2011) ve Chen vd. (2019)'nin gelir ve enerji etkinliği ilişkisi çalışmaları dördüncü bölümde değinilmiştir.

Toplam Doğal Kaynak Kiraları: Doğal kaynak kiralalarında yaşanan artışın ev sahibi ülkede faaliyet gösteren yerli ve yabancı yatırımcılar için maliyet artışına neden olacaktır. Bu yüzden yatırımcıların üretimde enerji maliyetlerini azaltmak için kolay ulaşılabilir ve yüksek teknoloji gerektirmemesinden dolayı kömür gibi fosil yakıt kullanımını artırarak enerji etkinliğine olumsuz yansımaları beklenmektedir.

Toplam doğal kaynak kiralaları, petrol, doğal gaz, kömür (sert ve yumuşak), maden ve orman kiralalarının toplamından oluşmaktadır (World Bank, 2021). BM tarafından yapılan Ticaret ve Kalkınma Konferansı'nın 2015 Dünya Yatırım Raporu'na göre, gelişmekte olan ülkeler, dünya yabancı sermayesinin %55'ini almayı başarmıştır (Nur ve Dilber, 2017:16). Literatürde yabancı sermayenin yatırım yapacağı ülke seçiminde ev sahibi ülkenin sahip olduğu bazı belirleyici faktörler vardır.

DYY'nın belirleyicileri arasında öne çıkan faktörlerden biri ev sahibi ülkenin doğal kaynak bakımından zenginliğidir. Doğal kaynak açısından zengin ülkelerin kiralama maliyetleri genel olarak düşük olacağından aynı düzeyde yer alan ancak doğal kaynak açısından kıt kaynaklara sahip ülkelere daha fazla DYY çektiği görülmektedir. Çünkü yabancı sermaye bir ülkeye giriş yaptığı zaman faaliyette bulunabilmesi için gittiği ülkedeki doğal kaynakları kullanmak zorundadır. Bu yüzden doğal kaynak zenginliğine sahip olan ülkelerde mevcut bolluktan dolayı kullanım bedelleri ucuzlayacağından bu durum yabancı sermaye girişi konusunda daha cazip hale gelmektedir (Nur ve Dilber, 2017:32). Ancak yabancı ve yerli yatırımcıların kira ucuzluğundan dolayı aşırı israf söz

konusu olduğunda çevre bozulmalarına da neden olacağı düşünülmektedir. Bekun vd. (2019) 16 Avrupa Birliği (AB) ülkesi için doğal kaynak kirasının karbondioksit emisyonu (CO₂) üzerindeki etkisini araştırırken doğal kaynak kira ucuzluğunun enerji tüketimini dolayısıyla çevresel bozulmayı artırdığı için enerji konusunda çalışmalara ve etkili politikalara ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Ross, (1999), Sachs ve Warner (2001), Papyrakis ve Gerlagh (2004) ve Robinson vd. (2006) ise petrol zengini ülkeleri için doğal kaynak kiralalarının ucuzluğu ve aşırı israfları sonucu ekonomik büyümeyi genel olarak olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

Küreselleşme: Ekonomilerde artan küreselleşmenin ev sahibi ülkeye daha fazla yabancı sermayenin ve daha fazla teknolojinin girmesinin yanında ülke içerisinde turizm, seyahat, sermaye hareketliliği, geniş internet ağı, bilgisayarların daha fazla kullanılması ve teknolojinin gelişmesiyle enerji etkinliğine olumlu yansıması beklenmektedir.

Küreselleşme ile ilgili net bir tanım olmayıp farklı kişi ve kurumlar tarafından farklı tanımlanmıştır. Brittan (1998:1)'a göre modern dünyanın şekillenmesinde önemli bir rol oynayan ve yönetimlerin çaresiz kaldığı ekonomik, sosyal, çevresel ve kültürel problemlere yol açabilecek yıkıcı bir değişimdir. Osterhammel ve Petersson (2009:2)'a göre uluslararası ticaretle beraber sermayenin, insanların, fikirlerin yer değiştirmesiyle teknoloji ve kültürün hareketiyle ulus devletlerin sınırlarının aşılması diğer ülke ve toplumlarla artan entegrasyonudur. BM (2004:5)'e göre bir ekonominin uluslararası liberalizasyon, yabancı sermaye, teknoloji, bilgi ve tecrübenin transferiyle bir ülkenin sahip olduğu yerel ekonomik sistemin dünya ekonomi piyasaları ve kurumlarıyla bütünleşmesidir. Yay vd. (2016:582)'ne göre ise ülkelerin ticaret, sermaye, sosyal etkileşim, politik etkileşim, göç, teknolojinin yayılmasıyla bilgi ve tecrübelerle birbirlerine bağlı olduğu süreç olarak tanımlanmaktadır. Ancak küreselleşme ile ilgili tanımlamalar farklı olsa da genel olarak küreselleşme uluslararası ticaret ve sermaye akışlarının yanında insan, fikir, teknoloji ve kültür transferi gibi uluslararası çok geniş göstergeleri içerisinde barındırmaktadır (Altiner vd., 2018:121). Bu tanım küreselleşmenin çok boyutlu yönünü yansıtmaktadır. Bu yüzden İsviçre Ekonomi Enstitüsü (KOF) tarafından yayınlanan ve Dreher (2006) tarafından çok kullanılan KOF endeksi literatürde küreselleşme endeksi haline gelmiştir. İsviçre Ekonomi Enstitüsü (KOF) küreselleşmenin genel göstergesinin yanında ekonomik, sosyal ve politik olarak alt endekslere ayırmıştır.

Yüksek küreselleşmeye sahip ülkelerde ekonomik aktivite artacağı için enerji tüketimi de artacaktır (Cole, 2006:112). Enerji tüketimi doğrudan ekonomik faaliyetlerle ilgili olduğundan artan ekonomik faaliyet daha fazla enerji kullanımını gerektirir. Diğer taraftan küreselleşme ticaret ve yabancı sermaye özelinde düşünülürse ülkelerin ekonomik faaliyetlerine herhangi bir engel oluşturmada teknoloji transferi kanalıyla enerji tüketimini azaltmaya olanak da sağlayabilir (Antweiler, Copeland ve Taylor, 2001:882). Pan vd. (2020) Çin’de 30 il için 2003-2016 dönemini kapsayacak şekilde yaptığı çalışmada küreselleşmenin enerji verimliliğini artırdığını elde etmiştir. Benzer şekilde Wang (2017), Mingyong vd. (2006), Adom (2015a), Zhao ve Lin (2019) ve Boqiang ve Hongxun (2015) küreselleşmenin teknoloji aktarımı ve gelişimi konusunda ekonomiye olumlu yansiyarak hem enerjinin korunması hem de daha etkin/verimli kullanılmasını etkilediğini belirtmişlerdir. Bu yüzden küreselleşme bir ülkenin enerjisi etkin/verimli kullanılmasını önemli hale getirmektedir. Enerji verimliliğindeki bir artış, enerji gereksinimlerindeki artışların tamamını olmasa da bir kısmını telafi edebilir. Çoğu ülke için güvenli, emniyetli, ucuz ve bol enerji arzı gelecekteki ekonomik kalkınmanın önemli bir bileşenidir.

Toplam Faktör Verimliliği: Teknolojik yenilik ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ölçmek için teknolojiyi temsil eden literatürde birçok değişken kullanılmıştır. Griliches (1998) çalışmasında teknolojik değişimin bir göstergesi olarak Patentleri, Irandoust (2016) bir ülkenin teknolojik yenilik düzeyinde doğrudan yabancı yatırımın (DYY) hayati bir rol oynadığını ileri sürerek teknolojik değişimin bir göstergesi olarak DYY’ı, Huang vd. (2017) Ar-Ge’ye yapılan daha büyük bir yatırımın, teknolojik yeniliğin daha büyük bir teşvikini yansıttığı iddia ederek teknolojik değişimin bir göstergesi olarak Ar-Ge’yi, Zhang (2014) ise teknolojik yeniliğin bir ölçüsü olarak toplam faktör üretkenliğini (TFP) kullanmıştır. *TFP* kaynak olarak emek ve sermaye dâhil kurumsal yenilik, teknolojik yenilik, endüstriyel yapı düzenlemesi ve kaynak tahsisi optimizasyonunun birleşik etkisini ifade etmektedir. Dolayısıyla TFP, DYY veya Ar-Ge'den daha kapsamlı bir teknolojik yenilik ölçüsüdür. Dolayısıyla teknolojik yeniliğin yani TFP artışının enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.

Huang vd. (2017) Çin için enerji yoğunluğunun itici güçlerini araştırırken teknolojik ilerlemenin Çin’de genel enerji yoğunluğunu önemli derecede azalttığını elde etmiştir. Benzer şekilde Tan ve Lin (2018) Çin’de enerji yoğun endüstrilerinde enerji

yoğunluğunun azalmasına neden olan faktörleri araştırırken teknolojik gelişmenin enerji yoğunluğunun azaltılmasında en önemli faktör olduğunu elde etmiştir. Benzer şekilde Lin ve Wang (2016), Golder (2011), Medlock (2009) ve Boyd ve Pang (2000) enerji verimliliğin iyileşmesinde teknolojik gelişmenin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Sanayi İhracatında Orta ve İleri Teknoloji İçeren Mal İhracat Oranı: Bir ekonominin yaptığı ihracat ve ihracatının kalitesi o ekonominin uluslararası rekabet gücünü belirlemektedir (Trabold, 1995:170). Bu yüzden ihraç edilen ürünün kalitesi arttığında rekabet gücü daha fazla artacaktır. Literatürde ülkelerin teknoloji ihracatı uluslararası arenada ülkelerin rekabet gücünü belirleyeceği şeklinde ifade edilmektedir. Bunun nedeni teknoloji ürün ihracatı ihraç edilen ürünün kalitesini artırmanın yanında o ülkenin mevcut beşeri sermayesinin kalitesi ile ilgili de bilgi vermektedir. Dolayısıyla teknoloji ihracatında meydana gelen bir artış ülkenin o alanda yaşanan bilgi, tecrübe, kalifiyeli istihdam sayısında yaşanan artışı anlamına gelmektedir (Nur ve Dilber, 2017:37). Bu durum ülkenin büyümesine, politikalarına ve teknolojik gelişmelerine ve dolayısıyla enerji etkinliğine olumlu yansıtacağı beklenmektedir.

Telatar vd. (2016) Türkiye için teknoloji yoğunluklu ürün ihracatının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırırken orta ve ileri düzey teknoloji içeren mal ihracatının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu elde etmiştir. Ayrıca Türkiye AB karşısında yüksek teknoloji içerikli sektörlerde rekabet gücü düşük tespit edilirken, orta ve ileri teknolojilerde rekabet gücünün marjinal sınırdan bulunduğu saptanmıştır (Eşiyok, 2014:121). Dolayısıyla Türkiye gibi yüksek büyüme rakamlarına sahip ülkeler uluslararası arenada rekabet avantajına sahip olabilmek için orta ve ileri teknoloji içeren mal ihracat payını daha etkili bir şekilde artırmalıdır. Ancak bu ülkelerin ihracat artışına paralel olarak enerji kullanımının artması enerji bağımlılığı, fosil yakıt kullanımını ve CO2 emisyonunu artırmaktadır. Bunun nedeni gelişmiş ülkelerin bazılarında teknolojik gelişme beraberinde enerji kayıplarının azalması ve enerji verimliliğinin artmasıyla daha fazla üretim ve ihracata yansımaları sağlamaktayken gelişmekte olan ülkelerde ise teknoloji ihracatı için kullanılan enerji girdisinin çok önemli olduğundan enerji verimliliğini olumsuz etkileyen kömür gibi çıkarma ve işleme işlemlerinde yüksek teknoloji gerektirmeyen ve kolay ulaşılabilir olmasından dolayı sürekli kömürün tercih edilmesine, yüksek teknoloji gerektiren yenilenebilir enerji ve nükleer enerjiden ise uzak durulmasına neden olmaktadır (Demir, 2013:5).

Orta ve İleri teknoloji içeren mal ihracatının toplam endüstri ihracat içindeki % oranı bağımsız değişken olarak kullanılmıştır.

Ekonomik Karmaşıklık Endeksi: Artan ekonomik küreselleşme bir ekonominin ticaretini ve yabancı sermaye girişini artıracığından enerji etkinliğine olumlu yansıtacağı beklenilmektedir.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) tarafından geliştirilen ekonomik karmaşıklık endeksi ekonomilerin ihraç ettiği ürünlerin kalitesini ölçmek için bir kriter olarak gösterilmektedir. Daha yüksek ekonomik karmaşıklık daha fazla üretkenlik demektir. Ayrıca yüksek ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI) hem yüksek karmaşıklıkta ürünlerin hem de geniş birçok ürünün bir ülkede beraber üretilmesini göstermektedir. Bu ise daha fazla bilgi, beceri ve tecrübe anlamına gelmektedir. Dolayısıyla daha yüksek ekonomik karmaşıklığa sahip ülkeler daha fazla verimliliğe sahip ürünleri üretebilir. Ancak ekonomik karmaşıklığın arttığı bir ülke enerji girdilerinde fosil yakıt bağımlılığı fazla ve yenilenebilir enerji altyapısı veya enerji verimli teknoloji kullanımı az veya yoksa ekonomik karmaşıklık bu tip ülkelerde çevresel bozulmaları artırmanın yanında enerjinin etkinsiz/verimsiz kullanılacağı beklenmektedir. Aksi halde enerji daha etkin/verimli ve çevresel kalite artacaktır.

Gözgör ve Can (2017) Fransa için ekonomik karmaşıklığın karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırırken ekonomik karmaşıklıkta yaşanan artışın ülkelere bilgi ve becerinin yoğun olduğu, yeni teknolojilerin zamanla eski teknolojilerin yerini alarak üretimde kullanılan girdilerin azalmasına ve veriminin artmasına neden olduğunu bulmuştur. Dolayısıyla Fransa için ekonomik karmaşıklıkta yaşanan artış üretimde önemli bir girdi olan enerji verimliliğini artırarak CO₂ emisyonunu azalttığı ve daha yüksek bir çevresel kaliteye neden olduğuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Jin ve Kim (2019) ve (Lapatinas vd., 2019) çalışmalarında yüksek bir ekonomik karmaşıklığın enerji verimliliğine olumlu yansıtarak enerji kayıp ve talebini azaltarak çevresel kalite üzerinde olumlu bir etkisinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan Neagu ve Teodoru (2019) ise AB ülkeleri için daha yüksek ve daha düşük ekonomik karmaşıklığa sahip ülkeler ile enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırırken ekonomik karmaşıklıkta yaşanan artışın enerji tüketimini artırarak daha yüksek bir kirliliğe sebep olduğunu elde etmiştir. Bunun nedeni olarak her ülkenin heterojen bir yapıya sahip olduğunu, ekonomik karmaşıklığın artmasına paralel olarak enerji girdisi yenilenebilir enerji kullanımı

aleyhine eğilimi arttıkça enerji verimliliğinde azalışın, çevre bozulmalarında ise artışın yaşanacağını ifade etmişlerdir.

Sektörel Enerji Kullanımı: Sektörel enerji kullanımının üretimde artışa neden olacağı ancak enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı yüksek olan ekonomiler için daha fazla fosil yakıt kullanımına neden olacağından enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesi beklenmektedir.

Ekonomiler kalkınmak, üretim yapmak ve varlığını sürdürebilmek için enerji kullanmak zorundadırlar. Sanayileşmeyle başlayıp daha sonra artan makineleşme ülkelerin kalkınmadaki en önemli çarkı olan sanayi sektörünün gelişmesine ve dolayısıyla bu alanda enerji tüketiminde artış yaşanmasına neden olmuştur. Günümüz de ise dünya sürekli enerji kullanım alanlarını ve tüketimini artırarak enerji kullanımının sürdürülebilirliğini sağlama çabasıdadır.

1990 yılına göre 2018 yılında Dünya GSYİH'sında yaklaşık %118 artış meydana gelmiştir (World Bank, 2021). Bu artış ile birlikte yine aynı dönemde Dünya sanayi, hizmetler ve tarım (tarım, orman ve balıkçılık) sektörlerinde enerji kullanımı yaklaşık olarak sırasıyla %57, %63 ve %30 oranında artış yaşanmıştır (IEA, 2021). Dünyanın 2018 yılı için fosil yakıt payının toplam enerji payı içerisinde yaklaşık %81 (petrol %32, kömür %27 ve doğalgaz %23) orana sahip olması dünyanın enerjiyi nasıl daha verimli/etkin kullanılmasının ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmesinin önemini somut bir şekilde ortaya koymaktadır. Zhang ve Xu (2012) Çin için 1995-2008 yılları arasında sektörel ve bölgesel baz da enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bulgular Çin'de ekonomik büyümenin beraberinde sektörlerde daha yoğun bir enerji kullanımına neden olduğunu dolayısıyla Çin için tüm sektörlerde yaşanan yoğunluğun enerji verimliliğini azalttığını elde etmişlerdir.

Fisher-Vanden vd. (2004) 1996 ve 2000 yılları arasında Çin'de yaşanan enerji verimliliğindeki artışı araştırırken sanayi sektöründe yaşanan kömür tüketimindeki %17,4'lük bir düşüşün Çin'de enerji etkinliğini artırdığını elde etmiştir. Worrel vd. (2003) ABD'deki demir-çelik endüstrisindeki enerji verimliliği üzerine yaptığı araştırmada, ABD için sanayi sektöründe kullanılan enerjinin yoğun olduğunu ve bu alanda enerji etkinliğinin önemli olduğunu, bu yüzden enerji verimli teknolojilerin bir çok önemli fırsatlar sunduğunu ve bu fırsatlardan birinin girdi maliyetlerinde düşüş yaşanarak sanayi sektöründe talep edilen enerjinin azalacağını bu durumun ise genel

enerji verimliliğinde artışa neden olacağını belirtmiştir. Bhadbhade vd. (2020) ise İsviçre için 2000-2016 döneminde enerji verimliliğini araştırırken sektörel enerji kullanım verimliliğini araştırmıştır. Bulgular ilgili dönemde İsviçre için genel enerji verimliliğinde yıllık %1.4 oranında artış yaşanmıştır. Bu artışın kaynaklarına bakıldığında ise enerji verimliliğine en fazla katkısı %1.7 verimlilik katkısıyla hane halkı verirken en düşük katkısı ise %1.0 verimlilik katsayısı ile sanayi sağlamıştır.

Tarım sektöründe makineleşme ve teknolojinin gelişmesiyle insan ve hayvan gücü kullanımı azalmıştır. Bu gelişmeler tarım sektöründe enerji yoğun girdilerin, tarımsal makine ve kimyasalların kullanımı tarımsal üretim sistemlerinde artarak yaygınlaşmaktadır (Soni, 2013:25). 2018 yılında dünya tarım (tarım, orman ve balıkçılık) endüstrisi enerji kaynakları arasında fosil yakıt olarak %65 paya sahip olmuştur. Ayrıca fosil yakıt içerisindeki en yüksek payı %53 oranla petrol alırken %7 ile kömür, %5 ile doğalgaz takip etmiştir (IEA, 2021). Tarım sektöründe fosil yakıtın bu şekilde yüksek oranlara sahip olması karbondioksit emisyonu ile beraber birçok çevresel olumsuzluklara sebep olmaktadır. Dolayısıyla tarım sektörünün gelişmesiyle meydana gelen olumsuz çevresel etkiler, enerji girdilerinde yaşanan maliyet ve fosil yakıtların yakın gelecekte bitecek olması bu alanda enerji verimliliği ve alternatif kaynaklar için önem taşımaktadır. Bu durumu destekler nitelikte Chen vd. (2020) 89 ülke için tarım sektöründe kullanılan enerjiyi incelerken makineleşme ve teknolojik gelişmenin diğer sektörlerle yansıdığı gibi tarım endüstrisine de yansıdığını ve tarımda yapılacak enerji verimlilik uygulamalarının yüksek fosil yakıt payından dolayı çok önemli olduğunu belirtmiştir. Ancak tarım sektöründe enerji verimlilik uygulamaları yapılırken çok titiz ve dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunun nedeni insanoğlunun gıda güvenliğinde ve tarımsal maliyette herhangi bir olumsuzluk yaşanması durumunda etkilerinin birçok olumsuzluklara sebep olacağıdır.

Fosil Yakıt Kullanımı: Enerji alanında dışa bağımlı ülkeler için fosil yakıt kullanımında yaşanan artış daha fazla döviz ihtiyacı, daha fazla cari açık, daha fazla çevre bozulmalarına neden olacağından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir. Dünya, enerji kaynakları arasında fosil yakıt payının yüksek olmasından dolayı hala yaşanılabilir bir gelecek için iyi senaryolara sahip değildir. 1990 yılına göre 2018 yılında dünyada toplam enerji tüketimi %63 oranında artış gösterirken fosil yakıt kullanımı(kömür, petrol, doğalgaz) %62.97 oranında artış göstermesi ve dünyanın 2018

yılı için enerji kaynakları arasında fosil yakıtların %81.20 oranında paya sahipken %4.54 oranında yenilenebilir enerjinin bulunması bu kötü senaryoları maalesef daha da kötüleştirmektedir (IEA, 2021). Ayrıca fosil yakıt kullanımının çevreye verdiği olumsuz etkilere bakıldığında ise 1990 (0.636 °C) yılına göre 2019 (1.473 °C) yılında dünyada sıcaklık değişimi %131.6 oranında artış göstermekte (FAOSTAT, 2021) ve sıcaklık değişimlerinde yaşanan artışların 2018 yılı dünya yenilenebilir enerji kaynakları arasında %55.84 paya sahip olan hidro kaynaklarını tehdit etmektedir (IEA, 2021). Ayrıca dünyada 1900'lerin başında 2 milyar ton CO₂ gaz salınımı gerçekleşirken 2018 yılında yaklaşık %1600 artış yaşanarak 36.2 milyar tona yükselmiştir (Gürler vd., 2020:30). Bunun yanında 1990 yılına göre 2018 yılında dünya da nüfusun %43.83 oranında artış göstermesi enerjiye olan ihtiyacı daha da artıracaktır (World Bank, 2021). Tüm bu olumsuzluklara bir de fosil yakıt rezervlerinin petrol de 51, doğalgaz da 53, kömür de ise 114 yıl ömrü kalmış olması (ETKB, 2017:3) ve günümüz teknolojilerine rağmen petrol, kömür, gaz, biokütle, nükleer, yenilenebilir enerji girdilerinde yaşanan etkinliğin/verimliliğin ise %11 civarında oldukça düşük bir orana sahip olması enerji etkinliğinin/verimliliğinin, yenilenebilir enerji ve alternatif enerji kaynakları öneminin şiddetini artırmaktadır (Gürler vd., 2020:16).

Yenilenebilir Enerji Kullanımı: Yenilenebilir enerji, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi için birçok fırsatlar sunmaktadır. Enerji bağımsızlığı ve enerji verimliliğine pozitif etkisi olan yenilenebilir enerji özellikle gelişmekte olan ülkeler için büyük bir öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji payını artırarak enerji verimliliğinin artırılmasını sağlayan ülkeler ekonomik faaliyet seviyesini korurken ya da artırırken, aynı zamanda genel sürdürülebilirliği artırır, enerji faturasını düşürür, enerji bağımlılığını azaltır ve enerji etkinliğini artırmak gibi birçok amacı gerçekleştirmeye yardımcı olmaktadır.

Geleneksel enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında yenilenebilir enerji; güneş enerjisi (Kabalci, 2013), rüzgâr enerjisi (Cheng ve Zhu, 2014), hidroelektrik enerji (Sipahutar vd., 2013), jeotermal enerji (Fridleifsson, 2001) ve bio-malzeme enerjisi (Dias vd., 2009) olarak daha çekici görünmektedirler. Çünkü bu tür enerjiler hem yeşil, temiz, sürdürülebilir ve çevre dostu hem de kurulum maliyetleri dışında bir maliyeti olmayan enerjilerdir.

Yolsuzluğun Kontrolü: Yolsuzluğun arttığı bir ülkede kamu gücünün özel çıkarlar için kullanımının arttığını göstermektedir (Gökmenoğlu vd., 2012:33). Dolayısıyla daha

yüksek yolsuzluk kontrolünün çevre odaklı alınan enerji politikalarının ödün verilmeden etkin bir şekilde kamu yararına uygulanmasına neden olacağından daha az yolsuzluğun enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.

Yolsuzluğun kontrolü literatürde kamu kaynaklarının kişisel çıkarlar için kullanılıp kullanılmadığını ölçen bir endeks olarak kullanılmaktadır (Hayaloğlu vd. 2019:58). Bir ülkedeki yolsuzluk düzeyi arttıkça, ülkeye giren DYY’da düşüş ve kamu kurumlarının bağımsızlığında azalma, kurumların kalitesinde ise zayıflama meydana gelmektedir. Yolsuzluk genel olarak siyasi istikrarsızlığın ve zayıflığın sonucu olarak ortaya çıkmakta ve artış göstermektedir. Dolayısıyla yolsuzluğun, çevre politikasının sertliği üzerindeki etkisi siyasi istikrarsızlığın derecesine bağlıdır. Yolsuzluk çevresel düzenlemelerin katılımını azaltacağından çevre ve enerji ile ilgili politikaların uygulanmasını da azaltacaktır. Sarmidi vd. (2015) 110 ülke için 2005-2012 döneminde katı çevre politikaları, yolsuzluk ve DYY arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bulgular daha düşük yolsuzluk seviyelerinin önemli ölçüde daha fazla DYY çektiğini göstermiştir. Benzer şekilde Fredriksson vd. (2003), Kellenberg (2009), Barassi ve Zhou (2012) ve Mudambi vd. (2013) yolsuzlukla mücadelede başarı gösteren ülkelerin yabancı sermaye çekme konusunda önemli bir avantaj olduğunu elde etmişlerdir.

Hükümetin Etkinliği: Daha yüksek hükümet etkinliğinin enerji alanında politika yapıcılara güven verip enerji etkinliğine olumlu etkisi olabilecek strateji ve politikaların etkin bir şekilde uygulanmasına ve başarıyla sonuçlanmasına neden olacağı beklenilmektedir.

Enerji politikalarının katılımını etkileyebilecek politik faktörlerin ve hükümet kalitesinin ve idari verimliliğin enerji politikalarının uygulanma sürecini etkilediği düşünülmektedir. Hükümetin etkin olmadığı bir ülkede yabancı firmaların veya uygulanan çevre politikalarının bir dönemin başında güç kaybına yol açan siyasi bir kriz veya meydan okumayla karşı karşıya kaldığında (örneğin bir darbe veya gensoru önergesi) görevdeki hükümet iktidarda kalamazsa, yeni gelen hükümetin eski hükümetin vaat ettiği politikayı uygulamadıkça, yabancı sermaye de çıkış ve uygulanan politikaların gecikmesi veya rafa kaldırılması ile sonuçlanacağı düşünülmektedir.

Chang vd. (2018) 31 OECD ülkesi için 1990-2014 döneminde daha yüksek hükümet verimliliğinin enerji kullanım verimliliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgular ilgili ekonomilerde kurum kalitesinin hükümetler için önemli olan sosyal refahı artırdığı, daha

etkili çevre politikasına ve dolayısıyla daha yüksek enerji verimliliğine yol açtığını ve hükümet verimliliğinin enerji verimliliğini önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. Ayrıca hükümet kalitesinin ve idari verimliliğin, enerji verimliliği politikalarını uygulama sürecini etkilediğini ifade etmişlerdir. Mandal (2010) Hindistan'da çimento endüstrisi için hükümetin etkinliği sonucu yapabileceği çevresel düzenlemelerin enerji verimliliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgular hükümetin enerjinin yoğun kullanıldığı endüstriler alanlarda çevre sorunları tehlikelerini anladığında etkin politikalarla Hindistan'da enerji verimliliğinin güçlendirilmesine önemli bir etki ettiğini göstermiştir. Sheikh vd. (2016) ise yenilenebilir enerjinin sosyal ve politik etkilerini araştırmıştır. Bulgular yenilenebilir enerjinin konuşlandırılmasını destekleyen güçlü hükümet politikaları ve teşviklerin siyasi perspektifin bir parçası olduğunu, hükümetin araştırmaları finanse ederek ve destekleyici bir Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) çerçevesi sağlayarak yenilenebilir enerji teknolojisi geliştirme ve dağıtımını hızlandırmada önemli bir rol oynayabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla daha yüksek bir hükümet verimliliğinin çevre ve enerji politikalarıyla enerji etkinliğini/verimliliğini artırabileceği düşünülmektedir (Chang vd., 2018:66).

Hukukun Üstünlüğü: Hukukun üstünlüğünde yaşanan artış çevre odaklı düzenlemelerin yanında meydana gelebilecek engellerin ortadan kaldırılmasına ve uygulanan politikaların etkin bir şekilde hazırlanmasına, uygulanmasına ve başarıyla sonuçlanmasına neden olacağından daha yüksek hukukun üstünlüğünün enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.

Hukukun üstünlüğü yerli-yabancı, küçük-büyük firmalar arasında hiçbir ayırım yapılmadan yasaların uygulanmasının bütün piyasada bulunan firmalara fırsat eşitliğinin ve güven ortamının sağlanmasıdır. Hukukun üstünlüğü arttıkça piyasaya giriş yapan yabancı sermayenin yatırım yaptığı firmaların yerli firmalar ile rekabet edebilirliği, uygulanan ve uygulanacak olan politikaların şeffaflığı artacaktır (Nur ve Dilber, 2017:32).

Kaya ve Bayraktar (2019) Çin için hukuksal düzenlemeler, politika destekleri ve mali teşviklerin yenilenebilir enerjinin gelişimindeki rolünü araştırırken son 15 yılda Çin'in enerji politikalarının yanında hukuk alanındaki düzenlemelerin Çin'i yenilenebilir enerji konusunda dünyada lider konuma getirdiği ve yenilenebilir enerji kapasitesini artırdığını bulmuşlardır. Erdinç ve Aydınbaş (2020) ise 16 ülke için yenilenebilir enerji tüketiminin

belirleyicilerini araştırırken hukukun üstünlüğünde yaşanan artışın yenilenebilir enerjiyi olumlu etkilediğini bulmuşlardır.

Kentleşme: Her ne kadar kentleşme ekonomik modernleşme bağlamında sık sık tartışılrsa da, kentsel yoğunluğu artıran ve insan davranışı organizasyonunu dönüştüren ve böylece hane halkı enerji kullanım modellerini etkileyen demografik bir göstergedir (Barnes vd., 2005:93). Artan kentleşme nüfusun şehirlerde yoğunlaşmasına, özellikle teknoloji altyapısı yetersiz olan gelişmemiş ülkelerde başta konut sektörü olmak üzere fosil yakıt kullanımını artırarak enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesine neden olacağı beklenilmektedir.

Enerji kullanımı ve emisyon dâhil olmak üzere çeşitli çevresel konular arasındaki ilişki son yıllarda yoğun olarak incelenmiştir. Parikh ve Shukla (1995:98) kentleşmenin gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketimini artırdığını ve daha fazla emisyon üretilmesine yol açtığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan, diğer araştırmacılar kentleşme ve kentsel yoğunluğun, kamu altyapısının etkin kullanımını (örneğin, toplu taşıma ve diğer kamu hizmetlerini) iyileştirerek enerji kullanımını ve emisyonu azalttığını savunmuşlardır (Chen vd., 2008:29).

Poumanyong ve Kaneko (2010) 99 ülke için 1975-2005 döneminde kentleşme ve enerji talebi ilişkisini araştırmıştır. Bulgular kentleşmenin enerji kullanım üzerindeki etkisinin bir ülkenin kalkınmışlık düzeyine göre farklılık göstereceğini elde etmiş ve şaşırtıcı bir şekilde düşük gelire sahip ekonomilerde kentleşmenin enerji tüketimini azalttığını, orta ve yüksek gelirli ekonomilerde ise artırdığını elde edilmiştir. Alam vd. (2010) Pakistan'daki kentleşmenin enerji tüketimini artırdığını, Liu (2009) Çin için endüstriyel ve teknolojik altyapısından dolayı kaynakların daha verimli kullanılarak kentleşmenin enerji talebini azalttığını, Høltedahl ve Joutz (2004) Tayvan'da kentleşmenin özellikle konut sektöründe enerji talebini artırdığını bulmuşlardır. Dolayısıyla bu sonuçlar mevcut literatürü incelemenin yanında politika yapıcılar ve şehir planlamacıları için özel bilgiler verecektir.

5.3. Yöntem

Bu kısımda enerji etkinliği ile enerji etkinliğini etkileyen ekonomik, sosyal, siyasal ve kurumsal faktörler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı incelenecektir. İlk olarak değişkenlere birimler arası korelasyon testi yapılmış ve birim kök testlerine geçilmiştir.

Bütün değişkenlerin birinci farkta durağan olması eş bütünüleşme ilişkisi bulunabileceği düşünölerek önce modellerde yatay kesit bağımlılığı ve eğim parametrelerinin heterojenliği araştırılmıştır. Daha sonra Durbin-Hausman testi yapılarak eş bütünüleşme ilişkisi test edilmiş ve uzun dönem katsayıları için CCEMG ve AMG tahmincileri kullanılmıştır.

Çalışmada ekonomik küreselleşme (LECO), sosyal küreselleşme (LSOC), politik küreselleşme (POL), doğal kaynak kiralaları (LNRR), petrol fiyatı (LOIL), kömür fiyatı (LCOA), doğalgaz fiyatı (LNTR), teknoloji ihracatı (LTCH), sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND), hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV), tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR), kentleşme (LURB), fosil yakıt tüketimi (LFOS), yenilenebilir enerji kullanımı (LREN) ve kişi başi GSYİH (LGDP) değişkenleri için 1990-2018 dönemine ait tüm veri seti bulunduğundan 23 yükselen ekonomi için toplam 15 değişken kullanılarak Model1, Model2, Model3 ve Model4 oluşturulmuştur. Sonra ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), yolsuzluğun kontrolü (LCOR), hükümet etkinliği (LGOV) ve hukukun üstünlüğü (LLAW) değişkenleri için veri seti 1996-2018 dönemi için bulunduğundan önceki 19 değişkenle birlikte 1996-2018 dönemi için kullanılacak hale getirilerek 23 yükselen ekonomi için toplam da 19 değişkenin kullanıldığı Model5, Model6, Model7, Model8 ve Model9 oluşturulmuştur. Daha sonra Bangladeş ve Pakistan için toplam faktör verimliliği (LTFP) veri seti bulunmadığından önceki 19 değişkenden bu iki ülke çıkarılmış ve 21 yükselen ekonomi için toplamda 20 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1996-2018 dönemi için Model10 ve Model11 oluşturulmuştur. Ayrıca bu modeller oluşturulurken değişken sayısı fazla olduğundan çoklu doğrusal bağlantı problemini bertaraf etmek için korelasyon ve VIF değerleri hesaplanmış ve her bir değişkenin etkisini tahmin etmek için toplamda 11 Model oluşturulmuştur. Yani 15 değişkenin kullanıldığı 1990-2018 dönemi ve 23 ülke için ilk 4 model, 15 değişkene 4 değişken daha eklenerek toplamda 19 değişkenin kullanıldığı 1996-2018 dönemi ve 23 ülke için sonraki 5 model ve 19 değişkene LTFP eklenerek toplamda 20 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1996-2018 dönemi ve 21 ülke için son iki model oluşturulmuştur.

5.3.1. Değişkenler

Çalışmadaki bağımlı değişken olan enerji etkinliği (LEE), birim enerji başına üretilen maksimum çıktıının logaritmasıdır. Yani $LEE = \text{Log} (GDP(2010 \text{ US\$ Sabit Fiyatları}) /$

Toplam Enerji Arzı (ktoe)) olarak alınmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) (www.iea.org) verileri incelendiğinde; 1990-2018 Arjantin, Brezilya, Şile, Kolombiya, Endonezya, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezuela ülkeleri büyük enerji verimliliği dalgalanmalarına sahip olduğu görülmüş, bu da enerji etkinliğini etkileyen faktörlere karşı ne kadar çok duyarlı olduğunu göstermektedir.

Modelde kullanılacak olan değişkenlerin tanımı, tanımlayıcı istatistikleri, veri kaynakları ve değişkenlere ait özet bilgileri Tablo 29’da gösterilmiştir.

Tablo 29: Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişken	Tanım	Kaynak	NT	Ort.	Std. Ht.	Min.	Mak.	Bek. işareti
LEE	Log(GDP(2010 temel yılı US\$) / Toplam Enerji Arzı (ktoe))	GDP: World Data Bank, databank.worldbank.org TES: International Energy Agency, www.iea.org	667	6.517	0.253	5.730	7.036	
LECO	Log(Ekonomik küreselleşme endeksi)	KOF index of globalization www.kof.ethz.ch	667	1.685	0.136	1.169	1.930	+
LSOC	Log(Sosyal küreselleşme endeksi)	KOF index of globalization www.kof.ethz.ch	667	1.696	0.158	1.166	1.921	+
LPOL	Log(Politik(siyasi) küreselleşme endeksi)	KOF index of globalization www.kof.ethz.ch	667	1.901	0.059	1.582	1.971	+
LNRR	Log(Toplam doğal kaynak kiralari(2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	0.449	0.478	-0.909	1.474	-
LCOA	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Brent Petrol, World Data Bank, Inflationdata.com	667	3.314	0.919	-7.125	6.792	+
LOIL	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Brent Petrol, World Data Bank, Inflationdata.com	667	3.127	0.951	-7.191	6.682	+
LNTR	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Brent Petrol, World Data Bank, Inflationdata.com	667	2.016	0.962	-8.201	5.324	+

	kuru w.r.t. Amerikan Doları)							
LTCH	Log(Orta ve İleri teknoloji içeren mal ihracatının toplam endüstri ihracat içindeki % oranı)	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	1.469	0.361	0.255	1.920	+
LIND	Log(Endüstri sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	4.225	0.568	2.877	6.009	+
LSRV	Log(Hizmetler sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	4.506	0.485	3.634	5.882	+
LAGR	Log(Tarım, Orman, avcılık ve Balıkçılıkta kullanılan toplam enerji(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.130	0.906	-6.000	4.655	+
LURB	Log(Kentlerdeki toplam nüfus)	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	7.572	0.479	6.722	8.916	-
LFOS	Log(Kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	4.796	0.539	3.750	6.450	-
LREN	Log(Hidro, rüzgâr, güneş vd. tüketimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	3.302	0.764	1.114	5.265	+
LGDP	Log(Kişi başı GSYİH(2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	3.675	0.390	2.614	4.225	+
LECI	Log(Ekonomik karmaşıklık endeksi)	The Observatory of Economic Complexity	529	0.262	0.261	-4.000	0.532	-,+
LCOR	Log(Yolsuzluk Kontrolü)	Worldwide Governance Indicators, databank.worldbank.org	529	0.001	0.390	-6.000	0.490	+
LGOV	Log(Hükümet etkinliği)	Worldwide Governance Indicators, databank.worldbank.org	529	0.160	0.319	-6.000	0.465	+
LLAW	Log(Hukukun Üstünlüğü)	Worldwide Governance Indicators, databank.worldbank.org	529	0.288	0.248	-3.996	0.575	+
LTFP	Log(Reel toplam faktör verimliliği endeksi)	Penn World Table, fred.stlouisfed.org	483	-0.058	0.424	-9.117	0.093	+

5.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları

Serilere ait değişkenler arasındaki ikili doğrusal ilişkinin derecesi ve yönü hakkında bilgi edinmek için basit korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 30’da gösterilmiştir.

Tablo 30: Basit Pearson Korelasyon Katsayıları

	LEE	LECO	LSOC	LPOL	LNRR	LCOA	LOIL	LNTR	LTCH	LIND	LSRV	LAGR	LURB	LFOS	LREN	LGDP	LECI	COR	LGOV	LLAW
LECO	0.138 0.000	1																		
LSOC	0.269 0.000	0.732 0.000	1																	
LPOL	0.082 0.035	0.465 0.000	0.505 0.000	1																
LNRR	-0.028 0.474	0.055 0.153	0.175 0.000	-0.040 0.301	1															
LCOA	0.209 0.000	0.086 0.027	-0.032 0.404	0.020 0.605	0.134 0.001	1														
LOIL	0.212 0.000	0.110 0.004	0.015 0.690	0.060 0.123	0.153 0.000	0.994 0.000	1													
LNTR	0.184 0.000	0.092 0.018	-0.051 0.187	0.022 0.566	0.131 0.001	0.988 0.000	0.983 0.000	1												
LTCH	-0.071 0.069	0.463 0.000	0.451 0.000	0.237 0.000	-0.040 0.303	-0.120 0.002	-0.113 0.004	-0.115 0.003	1											
LIND	-0.350 0.000	-0.192 0.000	-0.069 0.075	0.247 0.000	0.288 0.000	-0.117 0.002	-0.100 0.010	-0.116 0.003	0.302 0.000	1										
LSRV	-0.300 0.000	-0.251 0.000	-0.163 0.000	0.279 0.000	0.174 0.000	-0.017 0.663	0.001 0.989	-0.012 0.751	0.238 0.000	0.947 0.000	1									
LAGR	-0.231 0.000	-0.196 0.000	-0.102 0.008	0.234 0.000	-0.146 0.000	-0.049 0.207	-0.040 0.307	-0.041 0.293	0.214 0.000	0.610 0.000	0.660 0.000	1								
LURB	-0.135 0.001	-0.431 0.000	-0.341 0.000	0.151 0.000	0.153 0.000	0.062 0.110	0.076 0.050	0.067 0.084	0.039 0.313	0.840 0.000	0.909 0.000	0.609 0.000	1							
LFOS	-0.376 0.000	-0.153 0.000	-0.006 0.872	0.281 0.000	0.253 0.000	-0.140 0.000	-0.119 0.002	-0.136 0.000	0.359 0.000	0.975 0.000	0.951 0.000	0.620 0.000	0.802 0.000	1						
LREN	0.166 0.000	-0.135 0.001	-0.051 0.186	0.265 0.000	0.310 0.000	0.072 0.063	0.083 0.033	0.062 0.111	0.203 0.000	0.654 0.000	0.665 0.000	0.327 0.000	0.731 0.000	0.578 0.000	1					
LGDP	0.484 0.000	0.512 0.000	0.773 0.000	0.325 0.000	0.222 0.000	-0.140 0.000	-0.124 0.001	-0.168 0.000	0.454 0.000	0.001 0.976	-0.111 0.004	-0.113 0.004	-0.312 0.000	0.042 0.277	0.089 0.022	1				
LECI	-0.124 0.004	0.425 0.000	0.292 0.000	0.325 0.000	-0.170 0.000	-0.083 0.055	-0.085 0.050	-0.075 0.084	0.604 0.000	0.166 0.000	0.143 0.001	0.324 0.000	0.012 0.790	0.198 0.000	0.018 0.678	0.200 0.000	1			
LCOR	0.179 0.000	0.452 0.000	0.424 0.000	0.301 0.000	-0.060 0.000	-0.061 0.170	-0.061 0.162	-0.070 0.109	0.385 0.000	0.008 0.859	-0.070 0.107	0.064 0.142	-0.161 0.000	-0.014 0.746	-0.013 0.768	0.408 0.000	0.381 0.000	1		
LGOV	0.003 0.939	0.375 0.000	0.229 0.000	0.233 0.000	-0.145 0.001	-0.123 0.005	-0.119 0.006	-0.106 0.015	0.314 0.000	0.013 0.764	-0.007 0.866	0.157 0.000	-0.078 0.072	0.023 0.597	-0.102 0.019	0.161 0.000	0.357 0.000	0.495 0.000	1	
LLAW	-0.026 0.549	0.401 0.000	0.207 0.000	0.288 0.000	-0.233 0.000	-0.100 0.022	-0.098 0.024	-0.084 0.054	0.268 0.000	-0.038 0.388	-0.056 0.196	0.151 0.001	-0.131 0.003	-0.042 0.335	-0.179 0.000	0.104 0.017	0.388 0.000	0.523 0.000	0.942 0.000	1
LTFP	-0.019 0.680	0.160 0.000	0.086 0.059	0.130 0.004	-0.124 0.006	-0.186 0.000	-0.180 0.000	-0.171 0.000	0.125 0.006	0.125 0.489	-0.028 0.543	0.086 0.060	-0.046 0.317	-0.029 0.528	-0.066 0.150	0.039 0.394	0.125 0.006	0.412 0.000	0.898 0.000	0.829 0.000

Not: Birinci satırlar en düşük gözlem sayısına göre değişkenlerin logaritmik değerleri seviyesinde korelasyon katsayıları, ikinci satırlar olasılık seviyeleridir.

Korelasyon katsayısının mutlak değeri olarak 1’e yakın olması güçlü bir doğrusal ilişkinin olduğu, 0’a yakın olması ise zayıf bir ilişkinin olduğu anlamına gelir (Beaumont 2012:8).

Doğal kaynak kiralari (LNRR), teknoloji ihracatı (LTCH), sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND), hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV), tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR), kentleşme (LURB), fosil yakıt tüketimi (LFOS), ekonomik karmaşıklık endeksi

(LECI), hukukun üstünlüğü (LLAW) ve toplam faktör verimliliği (LTFP) hariç bütün değişkenler enerji etkinliği ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Doğal kaynak kiralari (LNRR), hükümet etkinliği (LGOV), hukukun üstünlüğü (LLAW) ve toplam faktör verimliliği (LTFP) hariç diğer bütün değişkenler enerji etkinliği ile istatistiksel olarak anlamlıdır. Genel olarak değişkenler ile etkinlik arasında düşük bir ilişki vardır. Fakat doğrusal korelasyon katsayılarının panel verilerde düşük bulunması normal olmakla birlikte anlamlı bulunması kurulacak modellerin açıklayıcı gücünü artırmada avantaj sağlar. Modelde kullanılacak bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,80'den yüksek olması durumunda doğrusallık problemi ortaya çıkacaktır (Gujarati, 2003:359). Ayrıca varyans büyütme faktörü (VIF) eğer 10 değerinin üzerinde ise çoklu doğrusallık sorunu vardır denilenebilir (Assaf vd., 2019:7). Genel olarak Tablo 30'a dikkat edilirse bazı bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon katsayısı 0.80'nin üzerinde ve bunlar arasında bağımlı ile bağımsız arasındaki ilişkiden daha yüksek olanları vardır. Bu nedenlerden dolayı çoklu doğrusal bağlantının etkisini bertaraf etmek ve hipotezlerimiz doğrultusunda ileri sürülen değişkenlerin enerji etkinliğini etkilemede anlamlı olup olmadığını kesinleştirmek için alternatif modeller kurulmuştur.

5.3.3. Karma Modeller

Enerji etkinliğini etkileyen ekonomik, sosyal ve politik faktörlerin bulunduğu toplamda 21 değişken için 11 Model oluşturulmuştur. İlk olarak ekonomik küreselleşme (LECO), sosyal küreselleşme (LSOC), politik küreselleşme (LPOL), doğal kaynak kiralari (LNRR), petrol fiyatı (LOIL), kömür fiyatı (LCOA), doğalgaz fiyatı (LNTR), teknoloji ihracatı (LTCH), sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND), hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV), tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR), kentleşme (LURB), fosil yakıt tüketimi (LFOS), yenilenebilir enerji kullanımı (LREN) ve kişi başı GSYİH (LGDP) şeklindeki 15 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1990-2018 dönemi ve 23 ülke için ilk 4 model, sonra 15 değişkene ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), yolsuzluğun kontrolü (LCOR), hükümet etkinliği (LGOV) ve hukukun üstünlüğü (LLAW) değişkenlerinin bulunduğu toplam 19 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1996-2018 dönemi ve 23 ülke için sonraki 5 model, daha sonra ise 19 değişkenin ve toplam faktör verimliliği (LTFP) değişkenlerinin bulunduğu ve toplam 20 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1996-2018 dönemi ve 21 ülke için sonraki 5 model oluşturulmuştur. Oluşturulan tüm modeller için

korelasyon ve VIF değerleri dikkate alınmış, VIF bilgileri EK 7 kısmında gösterilmiştir. Oluşturulan bu 11 modelden kasıt kömür ile petrol (0.994), doğalgaz ile kömür (0.988), doğalgaz ile petrol (0.983), hizmetler sektörü enerji tüketimi ile sanayi sektörü enerji kullanımı (0.947), kentleşme ile sanayi sektörü enerji kullanımı (0.840), kentleşme ile hizmetler sektörü enerji tüketimi (0.909), fosil yakıt kullanımı ile sanayi sektörü enerji kullanımı (0.975), fosil yakıt kullanımı ile hizmetler sektörü enerji tüketimi (0.951), fosil yakıt kullanımı ile kentleşme (0.802), hukukun üstünlüğü ile hükümet etkinliği (0.942), toplam faktör verimliliği ile hükümet etkinliği (0.898) ve toplam faktör verimliliği ile hukukun üstünlüğü (0.829) değişkenleri arasında bulunan yüksek korelasyonun çoklu doğrusal bağlantılılık ile anlamsız parametre tahminine sebep olabileceği endişesi ile her bir değişkenin en az bir modelde anlamlı olacağı şekilde modeller oluşturulmuştur.

Modeller:

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LNRR_{it} + \beta_3 LECO_{it} + \beta_4 LSRV_{it} + \beta_5 LAGR_{it} + \beta_6 LREN_{it} + u_{it} \quad (\text{Model1})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LNRR_{it} + \beta_3 LFOS_{it} + \beta_4 LPOL_{it} + \beta_5 LOIL_{it} + u_{it} \quad (\text{Model2})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LNRR_{it} + \beta_3 LIND_{it} + \beta_4 LNTR_{it} + \beta_5 LURB_{it} + u_{it} \quad (\text{Model3})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LSOC_{it} + \beta_3 LFOS_{it} + \beta_4 LCOA_{it} + \beta_5 LAGR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model4})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LLAW_{it} + \beta_2 LURB_{it} + \beta_3 LAGR_{it} + \beta_4 LNRR_{it} + \beta_5 LFOS_{it} + \beta_6 LOIL_{it} + \beta_7 LSOC_{it} + \beta_8 LECI_{it} + u_{it} \quad (\text{Model5})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGOV_{it} + \beta_2 LNRR_{it} + \beta_3 LIND_{it} + \beta_4 LREN_{it} + \beta_5 LECO_{it} + \beta_6 LCOA_{it} + \beta_7 LSOC_{it} + u_{it} \quad (\text{Model6})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LECI_{it} + \beta_2 LFOS_{it} + \beta_3 LGDP_{it} + \beta_4 LOIL_{it} + \beta_5 LECO_{it} + \beta_6 LTCH_{it} + u_{it} \quad (\text{Model7})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGOV_{it} + \beta_2 LNRR_{it} + \beta_3 LSRV_{it} + \beta_4 LGDP_{it} + \beta_5 LECO_{it} + \beta_6 LCOA_{it} + u_{it} \quad (\text{Model8})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCOA_{it} + \beta_2 LECI_{it} + \beta_3 LOIL_{it} + \beta_4 LSRV_{it} + \beta_5 LURB_{it} + u_{it} \quad (\text{Model9})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LTFP_{it} + \beta_2 LGOV_{it} + \beta_3 LSRV_{it} + \beta_4 LECO_{it} + \beta_5 LPOL_{it} + \beta_6 LNRR_{it} + \beta_7 LREN_{it} + u_{it} \quad (\text{Model10})$$

$$LEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LTFP_{it} + \beta_2 LFOS_{it} + \beta_3 LURB_{it} + \beta_4 LCOA_{it} + \beta_5 LNRR_{it} + \beta_6 LLAW_{it} + \beta_7 LAGR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model11})$$

şeklindedir.

5.3.4. Öncü Testler

5.3.4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Analize geçmeden önce serilerin birim kök içerip içermediği araştırılacaktır. Bunun için önce değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı sınanmış ve test sonuçları Tablo 31’de gösterilmiştir. Değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 31: Değişkenler Bazında Birimlerarası Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişken	CD _{LM1}		CD _{LM2}		CD _{LM-adj}	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
LEE	362.849***	369.928***	4.863***	5.198***	18.603***	18.103***
LECO	1434.625***	1319.503***	52.530***	47.412***	43.969***	37.507***
LSOC	1298.086***	1281.841***	46.460***	45.738***	49.826***	40.233***
LPOL	1136.869***	1137.443***	39.293***	39.318***	28.420***	18.491***
LNRR	1463.937***	1439.829***	53.833***	52.761***	51.624***	21.754***
LCOA	1380.642***	1368.718***	50.130***	49.600***	59.806***	17.795***
LOIL	1483.760***	1581.136***	54.714***	59.043***	70.037***	33.869***
LNTR	1674.427***	1704.971***	63.190***	64.535***	51.927***	24.588***
LTCH	1727.073***	1604.458***	65.531***	60.080***	50.425***	25.557***
LIND	1800.801***	1718.357***	68.808***	65.143***	71.978***	25.559***
LSRV	1403.698***	1378.305***	51.155***	50.026***	61.988***	32.223***
LAGR	1226.784***	1267.665***	43.290***	45.107***	43.866***	17.114***
LURB	1094.495***	1049.453***	37.409***	35.407***	55.843***	39.736***
LFOS	1782.227***	1776.789***	67.982***	67.741***	69.387***	33.413***
LREN	1294.083***	1239.362***	46.282***	43.849***	69.631***	25.928***
LGDP	1667.924***	1610.098***	62.901***	60.330***	74.072***	35.340***
LECI	2656.078***	2658.467***	106.830***	106.936***	56.668***	19.158***
LCOR	2068.806***	2055.999***	80.722***	80.153***	33.959***	21.495***
LGOV	1986.249***	1999.163***	77.052***	77.626***	41.026***	20.788***
LLAW	3271.763***	3241.700***	134.200***	132.864***	56.543***	20.183***
LTFP	411.688***	406.962***	7.055***	6.844***	17.443***	16.407***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Burada Birimlerin değişkenleri arasında yatay kesit bağımlılığı testi için H_0 : Birimler arası korelasyon yoktur, H_a : Birimler arası korelasyon vardır.

Tablo 31’de değişkenler için yatay kesit bağımlılığı testlerinden CD_{LM1}, CD_{LM2} ve CD_{LM-Adj} testlerine ait sonuçlar görünmektedir. Tüm test sonuçlarına göre bütün değişkenler için “sabitli” ile “sabitli ve trendli” modellerin hepsinde yatay kesit bağımlılığı vardır. Dolayısıyla tüm değişkenler için 2. Nesil birim kök testleri kullanılacaktır.

5.3.4.2. Birim Kök Testi

Panel tahmin yöntemlerinde durağan serilerle çalışmamak sahte regresyona sebep olabilir ve tahmin sonuçlarının güvenilirliğini azaltır. Panel veride bunun için ise hangi durağanlık testlerinin seçileceği önem kazanmaktadır. Bunun için birimler arası korelasyon testlerine ihtiyaç vardır. Birimler arası korelasyon varsa LLC (Levin, Lin ve Chu, 2002), IPS (Im, Pesaran ve Shin, 2003), MW (Maddala ve Wu, 1999) gibi birinci nesil birim kök

testlerinin sonuçlarına güvenilemeyeceği, bu yüzden ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekir.

Önceki bölümlerde bahsedilgi gibi birimler arası korelasyonu dikkate alan birim kök testleri; Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross-Sectionally Augmented IPS) ve Bai ve Ng (2010) tarafından geliştirilen PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components) durağanlık testleri kullanılacaktır. Değişkenlere ait CIPS ve PANIC birim kök test sonuçları Stata 16 paket programı kullanılarak sırasıyla xtcips değişken, maxlags(4) bglags(1) ve xtpanica değişken, panic(2) adflag(AIC) komutları yardımıyla elde edilmiştir.

Tablo 32: Birim Kök Test Sonuçları

Düzye	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEE	-0.404	0.980	-0.446	1.129	0.800	1.301	-1.865	-2.333
LECO	-1.148	-0.292	-1.010	-0.284	-0.565	-0.217	-2.400***	-2.646*
LSOC	-5.215**	0.458	-3.427***	0.489	-1.783**	0.554	-2.903***	-2.955***
LPOL	-1.387*	0.003	-1.181	0.003	-0.566	0.086	-3.415***	-3.813***
LNRR	-3.498***	-1.623*	-2.543***	-1.418*	-1.628*	-1.040	-2.169**	-2.986***
LCOA	-2.291**	0.698	-1.382*	0.949	-0.749	-1.278*	-3.698***	-3.742***
LOIL	-1.901**	0.579	-1.238	0.742	-0.653	0.940	-3.927***	-4.315***
LNTR	-2.360***	0.305	-1.416*	0.341	-0.742	0.387	-3.507***	-4.713***
LTCH	0.600	0.940	1.069	1.314	3.378	1.824	-2.631***	-3.037***
LIND	1.638	0.456	2.406	0.488	3.872	0.551	-2.315***	-2.635*
LSRV	0.065	0.935	0.071	1.064	0.779	1.217	-2.114*	-2.009
LAGR	0.534	0.655	0.519	0.736	0.074	0.855	-1.795	-2.418
LURB	-3.534***	-1.659**	-2.519***	-1.394*	-1.718*	-1.130	-1473	-2.296
LFOS	0.895	0.869	0.966	0.986	0.773	1.117	-2.271**	-2.344
LREN	2.400	-2.188**	3.598	-1.779**	3.784	-1.262	-2.441***	-2.554
LGDP	0.036	0.446	0.041	0.478	0.805	0.482	-2.197**	-2.210
LECI	-0.812	-1.260	-0.651	-0.960	-0.388	-0.620	-1.548	-2.463
LCOR	-1.401*	-0.446	-0.723	-0.413	-1.116	-0.281	-2.068	-3.106***
LGOV	-0.078	-3.502***	-0.060	-2.389***	-0.474	-1.285*	-2.215**	-3.469***
LLAW	-2.803***	0.567	-1.561*	0.712	-0.941	0.914	-2.352***	-3.249***
LTFP	-2.112**	0.009	-1.254	0.009	-0.655	0.001	-0.980	-1.951
Fark	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔLEE	-4.887***	-5.768***	-3.504***	-4.804***	-1.493*	-1.675**	-4.814***	-4.888***
ΔLECO	-5.850***	-5.768***	-3.191***	-3.504***	-1.611*	-1.675**	-5.065***	-5.061***
ΔLSOC	-13.284***	-9.195***	-6.169***	-5.684***	-2.751***	-2.684***	-5.179***	-5.501***
ΔLPOL	-3.098***	-5.132***	-2.274***	-3.506***	-1.283*	-1.900**	-5.346***	-5.514***
ΔLNRR	-8.035***	-8.982***	-4.169***	-5.089***	-1.935**	-2.162**	-5.534***	-5.576***

$\Delta LCOA$	-35.544***	-30.833***	-10.904***	-14.041***	-2.800***	-3.203***	-5.682***	-5.986***
$\Delta LOIL$	-44.169***	-24.986***	-11.976***	-11.713***	-2.657***	-3.282***	-5.746***	-6.011***
$\Delta LNTR$	-73.023***	-1.425*	-12.488***	-1.199	-2.299**	-0.861	-5.242***	-5.857***
$\Delta LTCH$	-19.874***	-20.510***	-7.413***	-9.734***	-2.395***	-2.994***	-4.462***	-4.664***
$\Delta LIND$	-15.144***	-15.876***	-6.381***	-8.431***	-2.514***	-3.238***	-4.799***	-5.011***
$\Delta LSRV$	-14.243***	-10.177***	-6.076***	-5.943***	-2.441***	-2.598***	-4.621***	-4.798***
$\Delta LAGR$	-21.380***	-21.236***	-7.361***	-9.593***	-2.361***	-2.842***	-5.186***	-5.378***
$\Delta LURB$	-7.035***	-7.982***	-3.169***	-4.089***	-0.935	-1.162	-2.544***	-2.269***
$\Delta LFOS$	-3.207***	-3.001***	-2.307**	-4.007***	-1.343*	-1.689*	-4.444***	-4.877***
$\Delta LREN$	-15.685***	-12.956***	-5.754***	-6.791***	-1.975**	-2.522***	-5.077***	-5.200***
$\Delta LGDP$	-4.885***	-5.794***	-3.155***	-3.943***	-1.832**	-2.197**	-3.804***	-3.917***
$\Delta LECI$	-21.870***	-7.278***	-6.185***	-3.800***	-1.453*	-1.260	-4.753***	-4.783***
$\Delta LCOR$	-10.440***	-9.518***	-3.964***	-4.674***	-1.597*	-1.587*	-5.539***	-5.572***
$\Delta LGOV$	-30.324***	-15.492***	-9.129***	-7.314***	-2.458***	-1.915**	-5.450***	-5.606***
$\Delta LLAW$	-0.860	-4.027***	-0.417	-2.327**	-0.800	-1.023	-5.371***	-5.646***
$\Delta LTFP$	-1.887**	-2.400***	-1.488*	-1.856**	-0.784	-1.068	-2.837***	-2.964***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Burada; H_0 : Birim kök var, H_a : Birim kök yok.

Tablo 32'e göre ekonomik küreselleşme (LECO) CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, sosyal küreselleşme (LSOC) P_a , P_b ve P_{MSB} için “sabit” ve CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, politik küreselleşme (LPOL) P_a için “sabit” ve CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, doğal kaynak kiralari (LNRR) P_a , P_b ve CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” ve P_{MSB} için “sabitli” modelde, kömür fiyatı (LCOA) P_a , P_b ve CIPS testine göre “sabitli” ve P_{MSB} ve CIPS testine göre “sabit ve trendli” modelde, petrol fiyatı (LOIL) P_a için “sabit” ve CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, doğalgaz fiyatı (LNTR) P_a ve P_b için “sabitli” ve CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, teknoloji ihracatı (LTCH) CIPS testi için “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND) CIPS testi için “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV) CIPS testi için “sabitli” modelde, kentleşme (LURB) P_a , P_b ve P_{MSB} için “sabitli” ve P_a ve P_b için “sabit ve trendli” modelde, fosil yakıt tüketimi (LFOS) CIPS testi için “sabitli” modelde, yenilenebilir enerji kullanımı (LREN) P_b ve P_{MSB} için “sabit ve trendli” ve CIPS testi için “sabitli” modelde, kişi başı GSYİH (LGDP) CIPS testi için “sabitli” modelde, yolsuzluğun kontrolü (LCOR) P_a testi için “sabitli” ve CIPS testine göre “sabit ve trendli” modelde, hükümet etkinliği (LGOV) P_a , P_b , P_{MSB} ve CIPS testine göre “sabit ve trendli” ve CIPS testi için “sabitli” modelde, hukukun üstünlüğü (LLAW) P_a ve P_b için “sabitli” ve CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” modelde, toplam faktör verimliliği (LTFP) ise sadece P_a testi için “sabitli” modelde düzeyde durağandır.

Dolayısıyla sosyal küreselleşme (LSOC), doğal kaynak kiralari (LNRR), kömür fiyatı (LCOA), kentleşme (LURB), yenilenebilir enerji kullanımı (LREN) ve hükümet etkinliği (LGOV) değişkenleri düzey değerlerinde durağan iken diğer değişkenler birinci farkı alındıktan sonra durağan hale gelmektedir.

5.3.4.3. Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinin Homojenlik Testi

Bağımlı değişkenin ve açıklayıcı değişkenlerin durağanlık düzeylerine göre eş bütünleşme testleri yapılacaktır. Bunun için öncelikle modellerde hata terimleri üzerinden yatay kesit bağımlılığı sınanacaktır. Eğer modellerde yatay kesit bağımlılığı yoksa 1. Nesil eş bütünleşme testleri varsa 2. Nesil eş bütünleşme testleri kullanılacaktır. Tahmin edilen modellerde yatay kesit bağımlı bulunmuştur. Bundan dolayı 2. Nesil eş bütünleşme testleri yapılmış olup Tablo 32’de sonuçları gösterilmiştir.

Panel tahmin yöntemlerinin avantajlarından birisi eğim parametrelerinin homojenlik varsayımı altında birim ve zaman boyutundan gelen bilgileri havuzlandırmasıdır. Pesaran vd. (1996) birim boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu durumda Hausman (1978) tipi testini önermiştir. Bu testte eğim parametrelerinin homojenlik ve heterojenlik durumuna göre sabit etkiler tahmincisi ve ortalama grup tahmincilerini kıyaslamaktadır. Bunun tersine zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu durumlarda ise Swamy (1970) havuzlanmış en küçük kareler (POLS) sonuçlarından elde edilen birimlere ait katsayıları kullanarak kendi Swamy testini önermiştir. Pesaran ve Yamagata (2008) model hatalarının her durumda normal dağılıma sahip değilse bile elde edilen istatistik değerlerinin normal dağılım gösterdiği $\tilde{A}$ ve $\tilde{A}_{adj}$ testlerini geliştirmişlerdir. Bu testi geliştirirken ve aynı zamanda formülde de bulunan $\tilde{S}$, Swamy test istatistiğini modifiye etmişlerdir. Tahmin yönteminin özelliğini belirleyecek olan eğim parametrelerinin homojenliği her bir model için test edilmiş ve Tablo 33’de gösterilmiştir. Modellere ait yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 33: Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları

Model	Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri			Homojenlik Testleri	
	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM-adj}	$\tilde{\Delta}$	$\tilde{\Delta}_{adj}$
Madel1	366.688 (0.000)	5.054 (0.000)	6.013 (0.000)	22.016 (0.000)	25.710 (0.000)
Model2	386.006 (0.000)	5.913 (0.000)	18.932 (0.000)	27.519 (0.000)	31.429 (0.000)
Model3	346.933 (0.000)	4.176 (0.000)	8.344 (0.000)	24.497 (0.000)	27.978 (0.000)
Madel4	397.392 (0.000)	6.419 (0.000)	17.978 (0.000)	24.972 (0.000)	28.521 (0.000)
Model5	245.811 (0.000)	1.747 (0.000)	5.485 (0.000)	13.631 (0.000)	17.847 (0.000)
Model6	329.613 (0.000)	3.406 (0.000)	3.232 (0.000)	13.342 (0.000)	16.876 (0.000)
Madel7	354.319 (0.000)	4.504 (0.000)	7.672 (0.000)	14.259 (0.000)	17.464 (0.000)
Model8	315.571 (0.005)	2.782 (0.003)	1.949 (0.026)	13.274 (0.000)	16.257 (0.000)
Model9	474.811 (0.000)	9.861 (0.000)	16.148 (0.000)	16.452 (0.000)	19.548 (0.000)
Madel10	248.001 (0.037)	1.854 (0.032)	1.369 (0.086)	12238.0 (0.000)	15.480 (0.000)
Model11	317.79 (0.000)	5.26 (0.000)	1.717 (0.043)	14.617 (0.000)	18.489 (0.000)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir. Homojenlik testleri için; H_0 : Birimler arası parametreler homojendir, H_a : Birimler arası parametreler heterojendir (homojen değildir). Burada birimlerin hata terimleri arasında yatay kesit bağımlılığı testi için H_0 : Birimler arası hata terimleri arasında ilişki yoktur, H_a : Birimler arası hata terimleri ilişkilidir(yatay kesit bağımlıdır).

Tablo 33'e dikkat edilirse tüm modellerde hem yatay kesit bağımlılığı hem de eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Bundan sonraki adımlarda bu durumlar dikkate alınarak tahminler yapılacaktır.

5.3.5. Eş Bütünleşme Testi

Zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu panellere makro paneller denilmektedir. Bu paneller uzun dönem ilişkisine sahip olabilmektedir. Dolayısıyla veri

seti makro panellere uygun olan bu çalışmada model içerisinde yatay kesit bağımlılığı bulunduğundan dolayı ikinci nesil panel eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman eş bütünleşme testi kullanılmıştır. *Westerlund (2008)'in geliştirdiği bu test modelde kalıntılar üzerinden faktör ayrıştırması yaparak yatay kesit bağımlılığının bulunduğu durumda eş bütünleşme ilişkisi araştırmaktadır. Ayrıca test, bağımlı değişkenin $I(1)$, açıklayıcı değişkenlerin ise eş bütünleşme derecesinin önemli olmadığı durumda eş bütünleşme ilişkisini araştırabilmektedir.* Burada DHp, modelin eğim parametrelerinin homojen olduğu için panel istatistiğini verirken DHg ise eğim parametrelerinin heterojen olduğu için grup istatistiğini vermektedir.

Modellerde uzun dönem ilişki olup olmadığını araştırmak için eş bütünleşme testi yapılacaktır. Modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunması ve eğim parametrelerinin heterojenliği ayrıca bağımlı değişkenin birinci farkta açıklayıcı değişkenlerin ise farklı düzeylerde durağan olması dikkate alındığında 2. Nesil eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman (Westerlund, 2008) testi kullanılacaktır. Durbin-Hausman eş bütünleşme test sonuçları Tablo 34'de gösterilmiştir. Modellere ait Durbin-Hausman eşbütünleşme sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 34: Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları

Model	DH _G		DH _P	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
Madel1	8.598 (0.000)	3.838 (0.000)	2.675 (0.004)	0.382 (0.351)
Madel2	1.436 (0.075)	2.809 (0.002)	5.503 (0.000)	6.649 (0.000)
Madel3	3.019 (0.001)	5.711 (0.000)	-1.035 (0.850)	-1.488 (0.932)
Madel4	0.084 (0.466)	2.400 (0.008)	0.836 (0.202)	0.139 (0.445)
Madel5	12.791 (0.000)	0.703 (0.241)	0.112 (0.456)	0.482 (0.315)
Madel6	4.400 (0.000)	1.654 (0.049)	1.266 (0.103)	1.027 (0.152)
Madel7	4.859 (0.000)	2.156 (0.016)	0.476 (0.317)	2.276 (0.010)
Madel8	-1.533 (0.937)	5.176 (0.000)	0.205 (0.419)	2.414 (0.008)
Madel9	6.283 (0.000)	2.348 (0.009)	-0.780 (0.782)	-2.095 (0.982)
Madel10	11.299 (0.000)	13.156 (0.000)	1.725 (0.042)	1.467 (0.071)
Madel11	13.892 (0.000)	115.829 (0.000)	-0.131 (0.552)	0.293 (0.385)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir. Burada Durbin-Hausman eşbütünleşme testi için H_0 : Eş bütünleşme ilişkisi yoktur, H_a : Eş bütünleşme ilişkisi vardır.

Tablo 34 Durbin-Hausman eş bütünleşme testi hem grup (DH_G) hem de panel (DH_P) istatistik sonuçlarını vermektedir. Eğer eğim parametreleri homojen ise DH_P panel istatistiği, heterojen ise DH_G grup istatistiği kullanılacaktır. Tablo 33'e dikkat edilirse tüm modellerde eğim parametrelerinin *heterojen* olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tüm modeller için grup istatistiği olan DH_G değeri kullanılacaktır. Tablo 34'e bakılırsa DH_G istatistiğine göre tüm modeller için H_0 : *Eş Bütünleşme İlişkisi Yoktur* hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Dolayısıyla tüm modeller için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu sonucuna ulaşılır. Bu yüzden

bundan sonraki adımda tüm modeller için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişki araştırılacaktır.

5.4. Tahmin Edilen CCEMG ve AMG Karma Modelleri

Eş bütünleşme testinden sonra eğim parametrelerinde bulunan heterojenlik ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) ile (Eberhardt ve Bond, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincileri kullanılacaktır. Yukarıdaki bulgular doğrultusunda, enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönem katsayılarının tahmini CCEMG tahmin yöntemi ile araştırılmıştır. CCEMG tahmin sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için AMG ikinci tahmin yöntemi olarak yapılmıştır. Hem CCEMG hem de AMG tahmin yöntemleri hem modeller arasında yatay kesit bağımlılığının bulunduğu hem de sabit ve eğim parametrelerinin heterojen olduğu durumda kullanılabilir.

CCEMG ve AMG tahmin sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan *xtmg* komutu kullanılarak elde edilmiştir. Model1 için CCEMG ve AMG sonuçları sırasıyla *xtmg LEE LECO LNRR LSRV LAGR LREN LGDP*, *cce* ve *xtmg LEE LECO LNRR LSRV LAGR LREN LGDP*, *augment* komutları ile elde edilmiştir. Diğer modeller için de aynı komutlar ile tahmin sonuçları elde edilebilir.

Tablo 35: Karma Modellerin CCEMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

LEE	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9	Model10	Model11
LECO	0.061 (0.065)					-0.050 (0.108)	0.020 (0.036)	0.137 (0.089)		0.207 (0.145)	
LSOC				0.005 (0.060)	-0.090 (0.121)	-0.102 (0.179)					
LPOL		0.126 (0.111)								0.405 (0.840)	
LNRR	-0.013 (0.009)	-0.008 (0.007)	-0.017 (0.011)		-0.029 (0.013)**	-0.041 (0.021)**		-0.011 (0.017)		-0.060 (0.015)***	-0.022 (0.014)
LCOA				0.010 (0.019)		0.001 (0.086)		-0.058 (0.070)			0.042 (0.048)
LOIL		0.024 (0.021)			-0.033 (0.049)		0.055 (0.030)*		0.013 (0.028)		
LNTR			0.048 (0.026)*								
LTCH							0.048 (0.028)*				
LIND			-0.172 (0.044)***			-0.176 (0.056)***					
LSRV	-0.228 (0.066)***							-0.364 (0.053)***	-0.229 (0.069)***	-0.269 (0.073)***	
LAGR	-0.084 (0.022)			-0.011 (0.007)*	0.009 (0.018)						-0.027 (0.027)
LURB			-0.242 (0.763)		-1.946 (0.719)***				-1.333 (0.957)		-1.257 (1.042)
LFOS		-0.646 (0.039)***		-0.630 (0.041)***	-0.563 (0.066)***		-0.681 (0.036)***				-0.567 (0.059)***
LREN	-0.003 (0.024)					0.030 (0.025)				0.008 (0.044)	
LGDP	0.533 (0.117)***	0.790 (0.057)***	0.538 (0.068)***	0.770 (0.050)***			0.821 (0.079)***	0.514 (0.177)***			
LECI	-	-	-	-	-0.029 (0.066)		-0.045 (0.028)		-0.068 (0.063)		
LCOR	-	-	-	-					0.026 (0.020)		
LGOV	-	-	-	-		0.074 (0.043)*		0.026 (0.028)		0.077 (0.049)	
LLAW	-	-	-	-	0.077 (0.048)						0.148 (0.064)***
LTFP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.511 (0.188)***	0.289 (0.190)
Sabit	-0.439 (1.836)	0.349 (1.704)	-0.464 (3.650)	0.048 (1.284)	3.439 (4.693)	1.160 (1.294)	1.445 (1.586)	-1.191 (2.170)	-0.220 (7.528)	0.152 (2.470)	5.728 (5.258)
Wald	47.24***	376.05***	100.75***	477.32***	171.70***	16.64**	438.27***	58.83***	22.58***	67.63***	335.96***
S.d; v	6	5	5	5	8	7	6	6	5	7	7
RMSE	0.0084	0.0053	0.0093	0.0049	0.0033	0.0056	0.0031	0.0067	0.0088	0.0069	0.0042
Ort. VIF	1.920	1.250	2.950	1.910	3.180	1.750	1.660	1.310	3.270	3.320	3.840

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarını göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını göstermektedir. Burada $H_0: \beta_k = 0$, $H_a: \beta_k \neq 0$.

Tablo 36: Karma Modellerin AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçlar

LEE	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9	Model10	Model11
LECO	0.075 (0.056)					0.029 (0.076)	-0.005 (0.023)	0.115 (0.054)**		0.149 (0.080)*	
LSOC				0.080 (0.045)*	0.147 (0.075)**	-0.083 (0.202)					
LPOL		0.082 (0.071)								0.483 (0.413)	
LNRR	-0.017 (0.009)*	-0.014 (0.008)*	-0.011 (0.013)		-0.031 (0.013)**	-0.039 (0.021)*		-0.023 (0.011)**		-0.055 (0.014)***	-0.027 (0.012)**
LCOA				0.032 (0.014)**		0.015 (0.047)		0.051 (0.026)**			0.058 (0.023)**
LOIL		0.033 (0.010)***			-0.028 (0.018)		0.019 (0.009)**		0.023 (0.022)		
LNTR			0.022 (0.011)*								
LTCH							0.044 (0.027)*				
LIND			-0.189 (0.042)***			-0.170 (0.040)***					
LSRV	-0.335 (0.043)***							-0.425 (0.054)***	-0.109 (0.084)	-0.299 (0.070)***	
LAGR	-0.076 (0.024)***			-0.028 (0.021)	-0.036 (0.020)*						-0.049 (0.024)**
LURB			-0.651 (0.244)***		-0.827 (0.392)**				-1.178 (0.556)**		-0.438 (0.437)
LFOS		-0.594 (0.047)***		-0.598 (0.053)***	-0.483 (0.052)**		-0.696 (0.031)***				-0.562 (0.066)***
LREN	0.038 (0.023)*					0.032 (0.027)				0.053 (0.025)**	
LGDP	0.611 (0.067)***	0.770 (0.062)***	0.614 (0.086)***	0.784 (0.061)***			0.857 (0.046)***	0.660 (0.062)***			
LECI	-	-	-	-	-0.103 (0.055)*		-0.050 (0.023)**		-0.051 (0.054)		
LCOR	-	-	-	-					0.032 (0.016)*		
LGOV	-	-	-	-		0.097 (0.045)**		0.029 (0.027)		0.052 (0.030)*	
LLAW	-	-	-	-	0.061 (0.034)*						0.087 (0.040)**
LTFP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.412 (0.187)**	0.477 (0.118)***
Sabit	5.743 (0.294)***	6.288 (0.196)***	10.025 (1.768)***	6.369 (0.190)***	14.518 (2.789)***	7.156* (0.434)***	6.620 (0.184)***	5.635 (0.331)***	15.564 (4.016)***	6.501 (0.913)***	12.430 (3.162)***
Wald	166.59***	205.57***	65.84***	246.01***	180.19***	36.10***	872.86***	231.76***	17.31***	63.26***	259.82***
S.d; v	6	5	5	5	8	7	6	6	5	7	7
RMSE	0.0121	0.0076	0.0126	0.0073	0.0070	0.0113	0.0045	0.0104	0.0121	0.0132	0.0076
Ort. VIF	1.920	1.250	2.950	1.910	3.180	1.750	1.660	1.310	3.270	3.320	3.840

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarını göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını göstermektedir. Burada $H_0: \beta_k = 0$, $H_a: \beta_k \neq 0$.

5.5. Karma Model Bulguları

Tüm modeller için Tablo 35’de CCEMG, Tablo 36’da ise AMG tahmin sonuçları yer almaktadır. Modeller arasında karşılaştırma ve tercih kriteri olarak kullanılan RMSE değerinin 0 (sıfır)’a, R^2 değerinin ise 1 (bir)’e yakın olması aynı bağımlı değişkene ait karşılaştırılan modeller arasındaki açıklama gücünün ve tercih edilmesinin daha uyumlu olacağını ifade edilmiştir (Kaya vd., 2016: 6; Wang vd., 2021:5). Bu çalışmada model karşılaştırmaları için RMSE uyumluluk ölçütü kullanılmaktadır. Tablo 35’de CCEMG ve Tablo 36’da AMG tahmin sonuçlarının genel olarak birbirine benzer sonuçlar verdiği gibi modeller arasında RMSE değerleri de benzer sonuçlar göstermektedir. Dolayısıyla hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre 15 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde oluşturulan ilk 4 modelden Model4, 19 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1996-2018 döneminde oluşturulan sonraki 5 modelden Model7 ve 20 değişkenin kullanıldığı 21 yükselen ekonomi için 1996-2018 döneminde oluşturulan son iki modelden Model11 sıfır’a en yakın RMSE değerine sahip olduğu için tercih edilecektir.

İlk 4 modelden yorumlamak için tercih edilen Model4’e göre, CCEMG ve AMG tekniklerinde genel olarak bütün değişkenlerin hem işareti hem de büyüklüğü birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında sosyal küreselleşme (LSOC), kömür fiyatı (LCOA) ve kişi başı GSYİH (LGDP)’de meydana gelen artışlar enerji etkinliğini artırırken tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR) ve fosil yakıt tüketimi (LFOS)’nde yaşanan artış ise enerji etkinliğini azaltmaktadır. Ancak tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

Sonraki 5 modelden yorumlamak için tercih edilen Model7’ye göre hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında petrol fiyatı (LOIL), teknoloji ihracatı (LTCH) ve kişi başı GSYİH (LGDP)’de meydana gelen artışlar enerji etkinliğini artırırken ekonomik küreselleşme (LECO), fosil yakıt tüketimi (LFOS) ve ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI)’de meydana gelen artışlar enerji etkinliğini azaltmaktadır. Ancak ekonomik küreselleşme (LECO) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

Son iki modelden yorumlamak için tercih edilen Model11’e göre ise hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında hukukun üstünlüğü (LLAW), toplam faktör verimliliği (LTFP) ve kömür fiyatı (LCOA)’nda meydana gelen artışlar enerji etkinliğini artırırken fosil yakıt tüketimi (LFOS), kentleşme (LURB), tarım sektörü enerji kullanımı

(LAGR) ve doğal kaynak kiralari (LNRR)'nda meydana gelen artışlar ise enerji etkinliğini azaltmaktadır. Ancak kentleşme (LURB) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Katsayı olarak incelendiğinde Model4 ve Model7 için enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen kişi başı GSYİH (LGDP)'ndeki ve Model11 için enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen toplam faktör verimliliği (LTFP)'nde meydana gelen %1'lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık sırasıyla %0.78, %0.86 ve %0.48 artışa, Model4, Model7 ve Model11 için enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS)'nde meydana gelen %1'lik bir artış ise enerji etkinliğini yaklaşık olarak sırasıyla %0.60, %0.70 ve %0.56 oranında azalış meydana getirmektedir.

Diğer yandan tüm modellerin sonuçları incelendiğinde Model1 için ekonomik küreselleşme (LECO), yenilenebilir enerji kullanımı (LREN) ve kişi başı GSYİH (LGDP), Model2 için politik küreselleşme (LPOL), petrol fiyatı (LOIL) ve kişi başı GSYİH (LGDP), Model3 için doğalgaz fiyatı (LNTR) ve kişi başı GSYİH (LGDP), Model5 için sosyal küreselleşme (LSOC), ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI) ve hukukun üstünlüğü (LLAW), Model6 için ekonomik küreselleşme (LECO), kömür fiyatı (LCOA), yenilenebilir enerji kullanımı (REN) ve hükümet etkinliği (LGOV), Model8 için ekonomik küreselleşme (LECO), kömür fiyatı (LCOA), kişi başı GSYİH (LGDP) ve hükümet etkinliği (LGOV), Model9 için petrol fiyatı (LOIL) ve yolsuzluğun kontrolü (LCOR), Model10 için ekonomik küreselleşme (LECO), politik küreselleşme (LPOL), yenilenebilir enerji kullanımı (REN), hükümet etkinliği (LGOV) ve toplam faktör verimliliği (LTFP) enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Diğer taraftan Model1 için doğal kaynak kiralari (LNRR), hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV) ve tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR), Model2 için doğal kaynak kiralari (LNRR) ve fosil yakıt tüketimi (LFOS), Model3 için doğal kaynak kiralari (LNRR), sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND) ve kentleşme (LURB), Model5 için doğal kaynak kiralari (LNRR), petrol fiyatı (LOIL), tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR), kentleşme (LURB) ve fosil yakıt tüketimi (LFOS), Model6 için sosyal küreselleşme (LSOC), doğal kaynak kiralari (LNRR) ve sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND), Model8 için doğal kaynak kiralari (LNRR) ve hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV) Model9 için hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV), kentleşme (LURB) ve ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), Model10 için doğal kaynak kiralari (LNRR), tarım sektörü enerji kullanımı (LAGR),

kentleşme (LURB) ve fosil yakıt tüketimi (LFOS) enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir.

Ancak Model1 için ekonomik küreselleşme (LECO), Model2 için politik küreselleşme (LPOL), Model3 için doğal kaynak kiralari (LNRR), Model5 için petrol fiyatı (LOIL), Model6 için ekonomik küreselleşme (LECO), sosyal küreselleşme (LSOC), kömür fiyatı (LCOA) ve yenilenebilir enerji kullanımı (REN), Model8 için hükümet etkinliği (LGOV), Model9 için petrol fiyatı (LOIL), hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV) ve ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI) ve Model10 için kentleşme (LURB) istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

Dolayısıyla tüm modellerdeki anlamlı çıkan tüm değişkenlere dikkat edildiğinde enerji etkinliğini genel olarak en fazla artıranlar kişi başı GSYİH (LGDP), sosyal küreselleşme (LSOC), hükümet etkinliği (LGOV), yolsuzluğun kontrolü (LCOR) ve toplam faktör verimliliği (LTFP) iken enerji etkinliğini en fazla azaltanlar ise genel olarak hizmetler sektörü enerji kullanımı (LSRV), sanayi sektörü enerji kullanımı (LIND), kentleşme (LURB) ve fosil yakıt tüketimi (LFOS) bulunmuştur.

- Yolsuzluğun kontrolünde yaşanan artış rüşvet alıp verme alışkanlıklarının azaldığını, kurumsal kalitenin arttığını, rekabet edilecek piyasalarda adil ve etkin piyasaların geliştiğini, yabancı sermaye girişlerinde yatırım güvenliğinin arttığını ve üretimde kullanılan enerjinin etkin/verimli kullanımının artacağını göstermektedir.
- Hukukun üstünlüğünde yaşanan artış yerli ve yabancı yatırımcı açısından ev sahibi ülkede bulunan hukuki yapının sağlam olduğunu ve kurumsal kalitenin geliştiğini göstermektedir. Dolayısıyla yerli ve yabancı yatırımcı tarafından yapılan yatırımlarda yatırım mevzuatları ve firmaların kuruluş işlemlerinin şeffaf ve hızlı oluşu birçok olumsuzlukların ortadan kalkmasına sebep olacaktır.
- Teknoloji ihracatında yaşanan artış ihraç eden ülkenin beşeri sermayesinin kalitesi, bilgisi ve tecrübesi hakkında bilgi verecektir. Bir ülkede teknoloji ihracatının artması beşeri sermayenin kalitesinde artış yaşandığı ve bu artışın üretimde kullanılan enerjiye de yansıtacağı düşünülmektedir.
- Doğal kaynak kiralalarında yaşanan artış ev sahibi ülkede faaliyet gösterecek yerli ve yabancı yatırımcılar için maliyet artışına neden olacağından ve üretimde enerji maliyetlerini azaltmak için kolay ulaşılabilir ve yüksek teknoloji

gerektirmediğinden kömür gibi fosil yakıt kullanımını artırarak enerji etkinliğini olumsuz etkileyecektir.

- Ekonomilerin gelirinde yaşanan artış beraberinde teknolojik gelişmeleri getireceğinden Akal (2016b)'ın çalışmasındaki bulgular gibi kişi başı üretim artışında meydana gelecek olan bir artış enerji etkinliğini artıracaktır.
- Enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkeler enerji fiyatlarında yaşanan artış karşısında ya kullandığı enerji kaynaklarını daha etkin/verimli kullanmanın yollarını arayacak ya da dışa bağımlılığı azaltacak olan yenilenebilir enerji gibi alternative enerji kaynaklarına yönelecektir.
- Yenilenebilir enerji, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi için birçok fırsatlar sunmaktadır. Yenilenebilir enerji payını artırarak enerji verimliliğinin artırılmasını sağlayan ülkeler ekonomik faaliyet seviyesini korurken ya da arttırırken, aynı zamanda genel sürdürülebilirliği arttırır, enerji faturasını düşürür, enerji bağımlılığını azaltır, sera gazı ve sera gazı emisyonunu azaltmak gibi birçok amacı gerçekleştirmeye yardımcı olur.
- 2018 yılı için enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı sanayi sektöründe %59 (kömür %40, doğalgaz %12, petrol %8), hizmetler sektöründe %62 (petrol %46, doğalgaz %12, kömür %4) ve tarım sektöründe %62 (%49 petrol, %12 kömür, %2 doğalgaz) orana sahip olması bu sektörlerde yoğun fosil yakıt kullanıldığı ve bu sektörlerde artan enerji kullanımı ithal edilen fosil yakıt kullanımını artıracığından enerji etkinliğinin azalmasına neden olacaktır.
- Hükümet etkinliği arttıkça çevre kalitesini artıracak enerji politikalarının uygulanmasını olumlu etkileyeceğinden fosil yakıt kullanımında azalma ve çevre dostu yenilenebilir enerji kullanımında artma meydana gelecektir.
- Toplam faktör verimliliği teknoloji değişkeni olarak kullanıldığından teknolojik gelişmenin enerji yoğunluğunu azaltacak, dolayısıyla enerji etkinliğinde/verimliliğinde artış yaşanacaktır.
- Kentleşmede yaşanan nüfus yoğunluğu, yükselen ekonomilerin teknoloji altyapısı ileri seviyede olmadığından konut sektörü başta olmak üzere genel enerji yoğunluğunda artış meydana getirecek, dolayısıyla enerji etkinliliğini/verimliliğini azaltacaktır.
- Yüksek küreselleşme ekonomilerde ekonomik aktiviteyi artıracığından enerji

tüketimini de artıracaktır. Artan küreselleşme ticareti ve yabancı sermaye girişinde artmış olduğunu gösterdiğinden teknoloji, bilgi, tecrübe transferi yoluyla enerji etkinliğini/verimliliğini artıracaktır.

- Ekonomik karmaşıklıkta yaşanan artışın enerji etkinliğini artırması beklenmektedir. Ancak yükselen ekonomiler artan üretimine karşılık fosil yakıt kullanımını artırdığından, ve yenilenebilir enerji konusunda hala yeterli düzeyde teknolojik altyapıya sahip olmadığından yükselen ekonomilerde ekonomik karmaşıklığın artması enerji etkinliğini azaltmaktadır.

5.6. Bölüm Değerlendirmesi

Küreselleşmeyle birlikte dünyada sermaye hareketliliğinin serbest kalması ve ülkeler arasında oluşan ve giderek artan rekabet ve bunun sonucunda artan üretim ve bunlara bağlı olarak enerji kullanımı artmıştır. Küreseleşme ile üretim artmakta, iç pazar bağımlılığı azalmakta, teknoloji içeren mallar üretilerek dış pazarda satılmakta, firma karları ve rekabet artmaktadır. Bunların sonucunda ülkeler gelirlerini artırıp; bunu da büyüme rakamlarına yansıtmışlardır. En yüksek büyüme rakamları ise yükselen ekonomilerde rastlanmıştır. Bu ekonomiler ihracatı ise genellikle ithal ettiği mallarla yapmışlardır.

Yükselen ekonomilerde teknoloji, bilgi ve beşeri sermaye transferi sonucu makro göstergelerine olumlu yansıyan rakamların artması ülkelerin bu transferlerin belirleyicilerinin neler olduğuna yönelik araştırmalarını artırmıştır. Bu yüzden yükselen ekonomilerin giriştikleri rekabetten başarılı bir şekilde farkını ortaya koyabilmek ve kendi geleceğine yön verebilmenin yolu ekonomi politikalarının yanında yönetimin kalitesini iyileştirmek, yargı reformlarıyla hukukun üstünlüğünü artırmak, gelen yatırımların güven ve adil bir pazarda yapılabilmesi için yolsuzlukla mücadele politikalarını uygulamak ve denetlemekten geçtiği olacaktır. Ayrıca teknolojik gelişmeler konusunda Ar-Ge paylarını artırmak, doğal kaynak konusunda zengin ise az maliyetle çıkarmanın yolunu arayarak kullanım sırasında israfın önüne geçmek, doğal kaynak konusunda zengin değil ise de eğitim reformlarıyla beşeri sermayeye önem vermektir.

Yöntem olarak, çalışmada değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilmeden önce birimler arası korelasyon sınaması yapılmış ve bunun neticesinde ikinci nesil birim kök testleri ile serilerin durağanlığı test edilmiştir. Bazı değişkenler arasında ortaya çıkan

yüksek korelasyon katsayıları ve VIF değerlerinin yüksek çıkmasından dolayı çoklu doğrusallık problemini önlemek için modeller oluşturulmuştur. Sonra tüm oluşturulan modellerin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Eş bütünleşme testi kullanılarak modellerde bağımlı değişken ile açıklayıcı değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Tahminler tüm modellerde eş bütünleşme ilişkisinin bulunduğu ve bu yüzden uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için modellerin eğim parametrelerinin homojenliği ve yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Daha sonra tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu ve heterojen eğime sahip olduğundan CCEMG ve AMG uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır. CCEMG ve AMG sonuçları genel olarak birbirine benzer sonuçlar vermiş ve RMSE model tercih ve uyumluluk ölçütlerinden 0 (sıfır)'a en yakın değerlere sahip olan modeller tercih edilmiştir.

Karma modellerle 23 yükselen ekonomi için enerji etkinliği çok boyutlu olarak araştırılmıştır. Veri setinde bulunan eksikliklerden dolayı 3 ayrı veri setiyle ve toplamda 21 değişkenin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmış, çoklu doğrusal bağlantı probleminden sakınmak, ancak; ileri sürülen her bir değişkenin enerji etkinliği üzerindeki anlamlı olabilecek etkisini ölçmeye yönelik daha az sayıda değişkenlerle farklı modeller oluşturulmuştur. 15 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde oluşturulan ilk dört modelden Model4, 19 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1996-2018 döneminde oluşturulan sonraki beş modelden Model7 ve 20 değişkenin kullanıldığı 21 yükselen ekonomi için 1996-2018 döneminde oluşturulan son iki modelden ise Model11 tercih edilmiştir.

Tercih edilen Model4, Model7 ve Model11'e göre enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen kişi başı GSYİH ve toplam faktör verimliliği iken en fazla olumsuz etkileyen ise fosil yakıt kullanımı bulunmuştur. Katsayılar olarak incelendiğinde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen Model4 ve Model7 için kişi başı GSYİH ve Model11 için toplam faktör verimliliğinde meydana gelen %1'lik bir artış enerji etkinliğinde yaklaşık sırasıyla %0.78, %0.86 ve %0.48 artış, Model4, Model7 ve Model11 için enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketimi (FOS)'nde meydana gelen %1'lik bir artış ise enerji etkinliğini yaklaşık olarak sırasıyla %0.60, %0.70 ve %0.56 oranında azalış meydana getirmektedir.

Sonuç olarak yükselen ekonomiler için uzun dönemde kişi başı GSYİH, ekonomik, sosyal ve politik küreselleşme, kömür, petrol ve doğalgaz fiyatları, teknoloji ihracatı,

yenilenebilir enerji, hükümet etkinliği, yolsuzluğun kontrolü ve toplam faktör verimliliği enerji etkinliğini olumlu etkiler iken doğal kaynak kiralari, sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji kullanımı, kentleşme, fosil yakıt tüketimi ve ekonomik karmaşıklık enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Karma modellerden elde edilen bulgular Çin için Hang ve Tu (2007) tarafından yapılan çalışmada enerji fiyat artışlarının, dünya için Akal (2016) tarafından kişi başı GSYİH artışının, Çin için Pan vd. (2020) tarafından yapılan küreselleşme genişlemesinin, Çin için Huang vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada toplam faktör verimliliğinde yaşanan artışın enerji etkinliğini artırdığı ve Çin için Zhang ve Xu (2012) tarafından yapılan çalışmada sektörel enerji kullanım artışının ve Pakistan için Alam vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada kentleşmede yaşanan artışın enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

<karma model bulguları doğrultusunda yükselen ekonomiler için politika yapıcılara çok önemli görevler düşmektedir. İlk olarak yükselen ekonomilerde fosil yakıt kullanımının enerji etkinliğini olumsuz yenilenebilir enerji kullanımının ise olumlu etkilemesi enerji ithalatçısı bu ekonomiler için yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini göstermektedir. Ayrıca sektörel enerji kullanımında yaşanan artışın da enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi yoğun fosil yakıt kullanımıyla ilişkilendirilebilir. Bu durumda elde edilen sonuçlara göre enerji fiyatlarında yaşanacak artışlar fosil yakıt kullanımını azaltmanın yanında alternatif enerji kaynaklarına yönelmeyle beraber kullanılan enerjinin etkin kullanımını artıracaktır.

Yükselen ekonomilerde kentleşmede yaşanan artışlar özellikle konut sektöründe yeterli teknolojik altyapıya sahip olmamasından dolayı fosil yakıt kullanımının artması sonucu çevre kalitesini ve enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla teknolojiye yaşanan gelişmelerin enerji alanına da yansıtacağı ve enerji etkinliğini artıracığı değerlendirilmektedir. Diğer yandan çevre odaklı yapılacak ve uygulanacak olan politikalar için etkin bir hükümetin varlığı çok önem arz etmektedir. Hükümetin etkinliği enerji etkinliğini artırılmasına neden olan yolsuzluğun da azaltılmasına neden olacaktır. Ayrıca yerli ve yabancı yatırımlar açısından önemli olan hukukun üstünlüğü bu ekonomiler için üretimde artışa neden olmasının yanında çevre odaklı alınacak kararlarda yasal düzenlemelerin ve kısıtların çerçevesini net bir şekilde ortaya koyacaktır.

Literatürde enerji yoğunluğunu (tersine enerji verimliliğini) etkileyen faktörlerin birçok çalışmada ekonomik birkaç değişkenle araştırıldığı görülmektedir. Ancak bu çalışma

enerji etkinliğini/verimliliğini ekonomik değişkenlerin yanında sosyal ve politik olarak etkileyebilecek birçok değişkenin yer aldığı bir çalışmadır. Bunu yaparken enerji etkinliğini etkileyen sosyal politik faktörler arasında hükümetin etkinliği, yolsuzlukla mücadele, hukukun üstünlüğü, sosyal ve politik küreselleşme ve ekonomik birçok değişken kullanılmıştır. Yine çalışmada enerji etkinliğini etkileyecek birçok faktör güncel dönem verileri ile araştırılmıştır. Ayrıca enerji etkinliği üzerine literatürel çalışmalar az olmakla birlikte bu yükselen ekonomilerin önemine binaen hiç çalışma bulunamamıştır.



BÖLÜM 6: MODEL TAHMİNİ: SEKTÖREL MODELLER

6.1.Giriş

Toplam ekonomi düzeyinde enerji etkinliğinin önemi yanında sektörel enerji etkinliklerinin de açıklanması gerekir. Çünkü dünyada enerji tüketimi 1990 yılına göre 2018 yılında sanayide %58 artış göstererek en fazla elektrik tüketiminde %28.35 ve kömür kullanımında %28.06 artış, ulaşım da %84 oranında artış göstererek en fazla petrol kullanımında %92 artış, konutta %58 artış göstererek en fazla biyoyakıt ve atık kullanımında %32 ve elektrik kullanımında %25 artış, ticari ve kamu hizmetlerinde %80 artış göstererek elektrik kullanımında %51 ve doğalgaz tüketiminde %26 artış, tarım ve ormancılıkta %31 artışla en fazla petrol kullanımında %52 artış ve balıkçılıkta ise %16 artışla en fazla petrol kullanımında %88 artış şeklinde gerçekleşmiştir. Çelik üretiminin enerji etkinliği/verimliliği ile hane elektrikli ev aletlerinin enerji etkinliği/verimliliği ve ulaşımında kullanılan araçlarda yaşanan enerji etkinliği/verimliliğini karşılaştırmak çok anlamlı olmayacak ve enerji kullanımında farklı değişikliklere yol açacaktır. Ancak çelik ve etanol üretiminin enerji verimliliğini karşılaştırmak çok anlamlı olmamasına rağmen tüm endüstri sektörünü incelemek mümkün olacaktır. Dolayısıyla bu bölümde 2018 yılında yaklaşık %38.52 sanayi,%20.88 konut, %21.13 ulaşım %5.38 ticari ve kamu hizmetleri, %2.83 tarım, orman ve balıkçılık, %11.26 diğer enerji paylarına sahip 23 yükselen ekonomi için sanayi, hizmetler ve tarım sektörlerinde enerji etkinliği araştırılmaktadır.

Sanayi devrimi ile artan yeni buluşlar makineleşmenin de hız kazanmasına neden olmuştur. Makineleşmenin yani teknolojik gelişmelerin özellikle sanayi sektöründe artması ve diğer sektörlerde de yansması birçok ekonomik göstergede kendini göstermiştir. Genel olarak bir ülkenin büyümesinde, kalkınmasında, teknolojik gelişmesinin ve yeniliğin hızlıca yayılmasında sanayi sektörünün yanında diğer sektörlerde etkilenmektedir. Bu yüzden bu sektörlerde tüm ekonomiler üretkenliği ve kaliteyi iyileştirme hedefleri uygulamaktadır. Bunun nedeni yapılan iyileştirmelerin daha düşük maliyet, kaynak ve enerji kullanımıyla beraber artan verim, üretim ve beraberinde getireceği rekabettir.

Gelişmekte olan ülkelerde sanayi sektörü için enerji etkinlik/verimlilik ve tasarruf önlemleri bu alanda yeni teknolojilerin ve rekabet gücünün geliştirilmesi için önem arz

etmektedir (Meral vd., 2009:34). Bunun nedeni gelişmekte olan ülkelerde sanayi sektörü için bir birim iş başına ihtiyaç duyulan enerji miktarı gelişmiş ülkelere göre neredeyse iki katıdır (Pamir, 2003:33-34). Ayrıca gelişmekte olan ülkeler için sanayide fosil yakıt yoğun kullanımı, enerji kayıplarında yaşanan artış, teknolojik geri kalınlık, çevresel bozulmalar ve enerjinin etkinsiz kullanılması bu ülkelerde yaşanan üretim artışının yanında enerji gereksinimini de artırmaktadır. Çünkü bir ekonomi kalkınırken veya büyürken bunu daha fazla üretimle gerçekleştirmektedir. Daha fazla üretim ise daha fazla enerji kullanımı anlamına gelmektedir (Yanar ve Kerimoğlu, 2011:193). Dolayısıyla sanayi sektöründe üretimin ve maliyetin en önemli girdisi arasında yer alan enerji alanında yapılacak herhangi bir iyileştirmenin sanayi sektörü özelinde tüm ekonomiye yansıtacağından özel bir ilgiyi hak etmektedir.

Küreselleşmenin arttığı günümüzde tarım sektörü de ekonomiler açısından stratejik bir öneme sahip önemli bir sektördür. Gelişmekte olan ülkeler tarım sektöründe yakaladığı büyümeyi ve verimliliği uluslararası ticari ilişkilerini güçlendirmede ve rekabeti artırmada kullanmıştır. Örneğin Brezilya'nın tarım sektörünün GSYİH içerisindeki payı 2010 yılına göre 2016 yılında %18.85 ve tarım sektörü katma değerinin 2010 baz yılına göre ABD doları cinsinden GSYİH'sı %21.60 artış gösterirken (World Bank, 2021) tarım sektöründeki toplam enerji tüketimi %13.35 artış, fosil yakıt kullanımı %1.38 azalış ve CO₂ emisyonu hiç artış göstermemiştir (IEA, 2021). Bu şekilde yükselen ekonomiler arasında bulunan Brezilya son dönemde en önemli gıda ihracatçısı olmuş ve Çin gibi dünyada en büyük gıda tüketimi yapan bir ülkeye ticari ortak olmuştur (Bilişik, 2015:78). Dolayısıyla tarım sektöründe Brezilya gibi çıktısını artırmanın yanında enerji kullanımını azaltan ve uluslararası ticaret pazarında varlığını artırmak isteyen ekonomiler için bu sektör önemli fırsatlar sunmaktadır.

Gelişmekte olan ülkeler için bir diğer önemli sektör ise hizmetler sektörüdür. Hizmetler sektörü ekonomilerde elle tutulur maddi ürünler dışında her türlü faydalı çalışma, kolaylık ve kalitenin üretildiği bir sektördür (Belgin, 2010:113-114). Bu sektörde teknoloji ve otomasyon önemli bir yere sahiptir. Bazı ekonomilerde artan personel sayısı ile hizmetler kalitesi sağlanmaktadır. Ancak bu ekonomilerin dışında sektörde yaşanan personel aracılığıyla hizmetler yerine internet, makine veya bilgisayar aracılığıyla hizmetler alınması veya azalan personel sayısına göre hizmetler verecek personelin bilgi, tecrübe ve deneyimlerinin fazla olması şeklinde hizmetler kalitesini arttıran ekonomilerde vardır.

Ayrıca bu sektörde yaşanacak olan maliyet ve zamandan tasarruf, hizmetlerde yaşanan süreklilik ve kolaylık, verilen hizmetlerin başarılı bir şekilde sonuçlanması ve genel kalitenin artması da kaliteyi arttıracaktır. Dolayısıyla bu sektör genel olarak dünya için önemlidir. Enerji konusunda önemine bakıldığında ise 1990 yılına göre 2018 yılında en fazla toplam enerji tüketimi %63.35 artışla hizmetler sektöründe yaşanmıştır. Ayrıca yine aynı dönemde dünyada en fazla fosil yakıt kullanımı %58.54 artışla hizmetler sektöründe gerçekleşmiştir (IEA, 2021).

Ekonomilerin sanayileşme süreçleri ilerledikçe genelde ya hizmetler sektörü payında yaşanan artış şeklinde ya da kalitesi yüksek malların üretimine geçerek sanayi sektöründe makinelerin yerine elektronik ve bilgisayarlı araçlar kullanılmaya başlanacaktır. Böyle bir gelişme sanayi sektöründe enerji yoğunluğunu azaltırken hizmetler sektöründe kullanılan enerjinin yoğunluğunu arttıracaktır (Çermikli ve Öztürkler, 2010:12). Dolayısıyla hizmetler sektöründe yapılacak enerji etkinlik/verimlilik araştırmaları bu sektörün dolayısıyla dünya enerji görünümünün üzerinde çok ciddi etkileri olacaktır.

Dünyada 1990 yılına göre 2018 yılında toplam enerji tüketimi sanayi sektöründe %57.47, hizmetler sektöründe %63.35 ve tarım sektöründe %30.37 artış göstermiştir. Ayrıca yine aynı dönemde dünyada fosil yakıt, elektrik kullanımı ve CO₂ emisyonu sırasıyla sanayi sektöründe %46.72, %107.18 ve %55.70, hizmetler sektöründe %58.54, %137.68 ve %54.61, tarım sektöründe ise %7.98, %100.78 ve %7.45 artış göstermiştir (IEA, 2021). Dolayısıyla en fazla fosil yakıt kullanımı ve elektrik kullanımı hizmetler sektöründe gerçekleşirken en fazla CO₂ emisyonu ise sanayi sektöründe gerçekleşmektedir. Bu yüzden bu sektörlerde enerji alanında yapılacak iyileşmeler dünya enerji kullanımını azaltmanın yanında çevresel kalitenin de artmasına neden olacaktır.

Yükselen ekonomilerde ise 1990 yılına göre 2018 yılında toplam enerji tüketimi sanayi sektöründe %116.12, hizmetler sektöründe %83.20 ve tarım sektöründe %36.29 artış göstermiştir. Ayrıca yine aynı dönemde yükselen ekonomiler için fosil yakıt tüketimi, elektrik kullanımı ve CO₂ emisyonu sırasıyla sanayi sektöründe %118.06, %265.85 ve %133.69, hizmetler sektöründe %108.97, %369.79 ve %95.96, tarım sektöründe ise %14.37, %98.20 ve %11.86 artış göstermiştir (IEA, 2021). Yükselen ekonomilerde en fazla fosil yakıt kullanımı ve CO₂ emisyonu sanayi sektöründe gerçekleşirken en fazla elektrik kullanımı ise hizmetler sektöründe gerçekleşmiştir (IEA, 2021). Dolayısıyla yükselen ekonomiler toplam enerji talebinin yanında fosil yakıt kullanımı ve CO₂

emisyonu artışıyla dünya genel göstergelerini yüksek göstermede çok önemli bir etkiye sahiptir.

Bu bölümün izleyen kısımlarında sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü için enerji etkinliği modellemesine alt yapı oluşturabilecek literatür taramasına yer verilmiş, bu literatür taraması doğrultusunda modellerde kullanılacak değişkenler belirlenmiş, sonrasında yöntem açıklamalarıyla beraber analiz ve bulgulara yer verilip yorumlar ve öneriler getirilmiştir.

6.2. Literatür

Literatürde sektörel enerji etkinliği/verimliliği ile ilgili çalışma sayısı çok fazla değildir. Bu yüzden sektörel enerji etkinliği ile ilgili çalışmaların yanında genel enerji çalışmaları ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve sektörel olarak enerjinin etkin/verimli kullanımına etkisi olabilecek değişkenler ve bulgular araştırılarak sektörel modeller oluşturulmuştur.

Fosil Yakıt Kullanımı (Sanayi, Hizmetler ve Tarım): 1990 yılına göre 2018 yılında dünya fosil yakıt kullanımı sanayi sektörü için %46.72, hizmetler sektörü için %58.54 ve tarım sektörü için %7.98 artış göstermiştir. Ancak aynı dönemde çalışmaya konu olan yükselen ekonomiler için fosil yakıt kullanımı sanayi sektöründe %118.06, hizmetler sektöründe %108.97 ve tarım sektöründe %14.37 artış göstermiştir. Dolayısıyla bu ekonomiler dünya sektörel fosil yakıt kullanım payını ciddi oranda artırmaktadır. Bu nedenle sektörel fosil yakıt kullanımının ilgili ekonomiler için sektörel bazda enerji etkinliğini ne yönde etkilediğini ve şiddetini belirlemek için açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Literatürde doğrudan olarak fosil yakıt kullanımının sektörel enerji etkinliği üzerinde etkisi olan çalışmalara rastlanmasa da dolaylı yoldan çalışmalar incelenmiştir. Çalışmada tüm sektörler için enerji etkinliğini araştırmada fosil yakıt kullanımı açıklayıcı değişken olarak sektörel kömür, petrol ve doğalgaz kullanımının toplamını ifade etmektedir.

Sinton ve Fridley (2000) Çin’de enerji tüketimi üzerinde yaptığı araştırmalarında 1996 yılından itibaren Çin’de birincil enerji tüketiminde %4 düşüş yaşandığını ve bunun en önemli nedeninin kömür kullanımında meydana gelen düşüşün olduğunu belirtmişlerdir. Fisher-Vanden vd. (2004) Çin için 1996 sonrası çarpıcı bir şekilde enerjide yaşanan etkinlik artışının nedenlerini araştırmıştır. Çalışmada sanayi sektörü için kömür

tüketiminde meydana gelen %17.4'lük bir düşüşün Çin'de enerji etkinliğinin artışında önemli bir itici güç olduğunu elde etmişlerdir.

Meng vd. (2018)'de endüstrisi fosil yakıtı yüksek oranda bağlı olan Çin için fosil enerji tüketiminin endüstriyel üretimden ayrıştırılmasını araştırmışlardır. Bulgular fosil yakıtın rezerv ömrünün az olması, çevresel kalite ve enerji yoğunluğu üzerindeki olumsuz etkisinden dolayı hükümet tarafından belirlenen fosil yakıt kullanımını azaltma hedefleriyle 2015 yılından itibaren endüstriyel fosil yakıtı bağlı enerji tüketiminin azaldığını elde etmişlerdir.

Pençei vd. (2019) Türkiye'de sanayi sektörünün enerji tüketimini 1970-2016 yılları arasında analiz ederek 2017-2023 dönemi için tahminde bulunmuştur. Bulgular sanayi sektöründe enerji ihtiyacı karşılanırken fosil yakıt kullanımının sıkıntı oluşturabileceği, sıkıntıya girilmemesi için güneş enerjisinin önemli bir alternatif olduğu ve yeni kurulacak sanayi tesislerinin mimarilerinde güneş enerjisinden faydalanılacak şekilde planlama yapılmasının faydalı olacağını ileri sürmüştür.

Akbostancı vd. (2011) Türkiye'deki CO₂ emisyonunu 1995-2001 dönemi için araştırırken toplam endüstrideki aktivite ve enerji verimliliğinde yaşanan değişikliklerin CO₂ emisyonunu belirleyen en önemli faktörler olduğunu ve kullanılan kaynaklar arasında en önemli belirleyicinin ise kömür tüketimi olduğunu bulmuşlardır.

Malinauskaite vd. (2019) AB, İtalya ve İngiltere için sanayi sektöründe enerji etkinliğini araştırmışlardır. Sanayi, konut ve hizmetler alanında uygulanan enerji politikaları sonucu gaz kullanımı bu alanlarda enerji etkinliğini artırmıştır. Eğer 2000 yılından itibaren etkinlikte artış yaşanmamış olsaydı 2015 yılında İngiltere için %27 daha fazla enerji kullanılacağı ifade edilmektedir. Ayrıca Avrupa'nın en büyük gaz kullanıcıları arasında bulunan Almanya ve İngiltere'de enerjide yaşanan etkinlik artışı tüm Avrupa'nın Rusya'dan toplam ithal edilen gazın %30'una eşdeğer olduğunu elde etmişlerdir.

Hao vd. (2016) Çin için birincil alüminyum üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonunu araştırmıştır. Bu alanın 2013 yılında toplam sera gazı emisyonunun %4'ünden sorumlu olduğunu ve ilerleyen zamanlarda bu oranın yükseleceğini elde etmiştir. Bu durum karşısında hükümetin enerji etkinliği/iyileştirmesini daha fazla teşvik etmesini, düşük karbon düşüncesiyle ikincil alüminyum üretimini teşvik etmesini ve bu alüminyum endüstrisinde veri raporlamasının ve açıklanmasının iyileştirilmesi gerektiğini elde etmiştir.

Ahmad vd. (2019) Çin’de inşaat sektörü, kentleşme, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bulgular ekonomiler geliştikçe nüfusun tarımsal ortamlardan endüstriyel ortamlara göçün olduğu, bu durumun sanayi sektöründe faaliyetlerin artmasına, hızlı kentleşmeye ve bina talebi (okul, barınak, hastane, fabrika, alışveriş merkezleri) gelişimine neden olduğunu ifade etmiştir. Bu durumun sanayileşmeyle beraber enerji gereksinimini ve fosil yakıt kullanım payı yüksek ise çevresel bozulmaları arttırdığı; bu durum için enerji verimlilik politikalarının aciliyetini beraberinde getireceğini ifade etmiştir.

Seppälä vd. (2011) Finlandiya ekonomisinin neden olduğu sera gazı emisyonunu araştırırken Finlandiya ekonomisinin yerli kaynaklar kadar ithal ettiği kaynakları da kullandığını, ithalatın neden olduğu sera gazı emisyonunun yerli emisyonun %70-80’ine eşit olduğunu ve hizmetler sektörünün sera gazı emisyonunun %44’ünü oluşturduğunu elde etmiş ve gelecekte sürdürülebilir kalkınma hedefinin yanında çevre kalitesini artırmanın önemli olduğunu ifade etmiştir.

Tian vd. (2016) çalışmalarında Çin’de karayolu taşımacılığında ticari kamyonlarda enerji etkinliği ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çin hızlı ekonomik büyüme ve karayolu taşımacılığının gelişmesiyle en fazla petrol kullanan ülkelerden biri haline gelmiştir. Bulgular enerji verimliliği yüksek olan ticari kamyonların düşük emisyonu ile sahip olduğunu ve bu durumun petrol kullanımında önemli bir azalma meydana getirdiği, bunun genel petrol talebindeki düşüşe ve enerjide etkinliğinde de artışa yansıtacağını ifade etmişlerdir.

Raza vd. (2019) ABD’de ulaşım sektörü için enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bulgular ulaşım sektöründe kullanılan enerji tüketiminin CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu, bunun nedeninin hibrid motorlu araçlar ve enerji verimliliği yüksek araçları kullanıldığı, toplu taşıma araçlarının tercih edildiği ve bu alanların daha fazla teşvik edilmesinin ulaştırma alanında kullanılan enerji talebinin azaltılmasına neden olacağı yönündedir.

Neves vd. (2017) 15 OECD ülkesi için ulaşım sektöründe enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgular bu sektörün küresel CO₂ emisyonunun %23’ünden sorumlu ve AB nihai enerji tüketiminin %33’üne sahip olduğu yönündedir. Ayrıca bu alanda kullanılan enerjinin %94’ünün petrol ürünlerinden

karşılandığı ve sera gazı emisyonunun ise %25.5'inden sorumlu olduğu bulunmuştur. Yenilenebilir enerjinin aksine fosil yakıt tüketiminin ekonomik büyümeyi hızlandırdığı ve demir yolu altyapısına yapılan yatırımın fosil yakıt kullanımını engellediği ifade edilmiştir.

Tukker ve Jansen (2006) AB'de hizmetler ve ürünlerin enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu için çevresel etkilerini araştırırken barınma, ulaşım ve gıda alanlarının AB'de 25 ülkede nihai harcamaların %25'ini kapsamakla birlikte çevresel etkilerin %70'inden sorumlu olduğunu elde etmiştir. Bu alanlarda arabalar ve ulaşım için hava yolculuğu, gıda için et ve süt ürünleri ve konutlar için ısıtma ve elektrik kullanımının en fazla enerji kullanılan alanlar olduğunu elde etmiştir. Dolayısıyla bu alanlarda yapılacak enerji verimlilik/etkinlik iyileştirmelerinin genel enerji görünümüne de olumlu yansıyacağını ifade etmiştir.

Pérez-Lombard vd. (2008) konut sektöründe kullanılan enerjiyi araştırmıştır. Bulgular 2004 yılında AB'deki bina enerji tüketiminin toplam tüketilen enerji içerisinde %37 paya sahip olduğunu, bu oranın %28 sanayi ve %32 ulaşım sektörlerinden daha büyük olduğunu elde etmiştir. Bunun nedenini ise faaliyetlerin ağır sanayiden hizmetler sektörüne kayması sonucu enerji yoğun kullanımının da yer değiştirdiği olarak ifade etmiştir. EIA (2006) raporuna göre gelişmekte olan ekonomilerde meydana gelen ekonomik, ticaret ve nüfus artışı bu ülkelerde eğitim, sağlık ve diğer hizmetlere olan ihtiyacı artırırken paralelinde enerji tüketimini de artıracığı ifade edilmiştir. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerin gelecek 25 yılda hizmetler sektörü enerji tüketimini iki katına çıkaracağı ve yıllık ortalama %2.8 büyümeye göstereceği tahmin edilmektedir.

Tarım sektöründe enerji kullanımı bitkisel üretim, hayvan yetiştiriciliği, ürünlerin işlenmesi ve taşınması gibi doğrudan ve tarımsal makinalar, gübreleme, ilaçlama, paketleme ve taşınması gibi dolaylı kullanımda genel olarak fosil yakıt ve elektrik gibi enerji kaynaklarının kullanılması bu alanda alternatif ve çevre dostu enerji kaynaklarına olan ihtiyacın önemi, kullanılan enerjinin etkin/verimli ve tasarruflu kullanılması gibi birçok fırsatlara sahip olduğunu göstermektedir (Öztürk, 2006:1). Ayrıca elektrik üretiminde eğer fosil yakıt kullanım payı yüksek ise tarım sektörü için enerjinin etkin kullanımı hayati önem taşıyacaktır. Holttinen ve Tuhkanen (2004) İskandinav ülkelerinde CO₂ emisyon azaltımının altındaki etkilerini araştırırken elektrik üretiminde yaklaşık %4-12 arasında kömür kaynağı yerine rüzgar enerjisinin yer almasının 700-620 g CO₂/kWh

CO₂ salınımını azalttığını elde etmiştir. Dolayısıyla elektrik kullanımında kömür tüketiminin çevre kalitesi, insan sağlığı ve enerji verimliliği konusunda olumsuz birçok etkisi olduğunu elde etmişlerdir.

Zhang vd. (2019) Çin’de enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bulgular Çin’in dünyada en fazla karbon yayıcısının yanında büyük bir tarım ülkesi olduğunu, tarım sektöründe enerji kaynakları arasında fosil yakıt payının yüksek olmasından dolayı bu sektörde kullanılan enerjinin karbon salınımına çok fazla katkıda bulunduğunu ve bu sektörün acil enerji etkinlik politikalarına ihtiyaç duyduğunu ifade etmiştir.

Zafeiriou ve Azam (2017) AB tarımında ekonomik performans ve CO₂ emisyonunu araştırmıştır. Bulgular tarımda kullanılan arazi seçiminin yanında tercih edilen ekim türü ve fosil yakıt kullanımı bu alanda karbon emisyonunda önemli etkiye sahip olduğu için enerji etkinlik politikaları adına önemli bir sektör olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında fosil yakıt yerine temiz ve yeşil çevreyi koruyan enerji kaynaklarının kullanılması, çiftçilere yönelik mevcut teknolojilerin ve yönetim uygulamalarının verimli bir şekilde aktarılması şeklinde alınabilecek önlemlerin önemli olduğunu ifade etmiştir.

Li vd. (2016) 18 AB ülkesi için tarım sektöründe ortaya çıkan CO₂ emisyonunun itici güçlerini araştırmıştır. Bulgular enerjinin etkin/verimli kullanımının çevresel kaliteyi artırmada birincil yol olduğu, tarımda enerji kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonunun iki temel yolu bulunduğunu ve tüketilen enerjinin etkin/verimli kullanımını artırmanın yanında yenilenebilir enerji kullanımını artırmanın önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Martinho (2016) 12 eski AB ülkesi için çiftliklerde enerji tüketimini incelerken tarımdan kaynaklanan enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonunun politika yapıcılar tarafından bir endişe kaynağı olduğunu elde etmiştir. Bunun sebebi olarak ise tarımsal faaliyetlerin ürün yetiştirme ve hayvancılık faaliyetlerinde sera gazı emisyonuna önemli derecede katkıda bulunduğunu ve bu nedenle en verimli iklim değişikliği azaltma politikaları ve önlemlerinin belirlenmesi için bu sektörün önemli bir zemin olduğunu elde etmişlerdir.

Enerji Fiyatı (Sanayi): Enerji etkinliğinin temel belirleyicilerinden olan enerji fiyatları sanayi sektörü için açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Sektörel bazda ulaşılamayan enerji fiyatları yerine genel enerji fiyatı kullanılmıştır. Ülkeler artan üretim ve sürdürülebilir bir büyüme için üretimin en önemli girdilerinden olan enerjiye ihtiyaç

duymaktadır. Her ülke ihtiyaç duyduğu enerjiyi yerli kaynaklardan karşılayamamaktadır. Yerli kaynaklardan sağlanamayan enerji dışardan ithal edilerek karşılanmak zorundadır. Dolayısıyla ithal edilen enerji fiyatları ekonomilerin enerji talebi ve enerjinin etkin, verimli ve tasarruflu kullanılmasını belirleyecektir (Esen ve Bayrak, 2015:49). Sanayi sektörü özelinde üretim yapılırken ucuz, bol, temiz, sürekli ve güvenilir enerjinin elde edilmesi gerekir. Bunun nedeni enerji maliyetinin üretimde çok önemli bir maliyete sebep olmasındandır. Düşük enerji fiyatı enerji maliyetlerinin azaltılmasının yanında rekabeti artıracak, dünya ekonomileri arasında söz sahibi olunmasını ve sürdürülebilir bir ekonomik büyümeyi sağlayacaktır (Özdemir, 2012:62). Bu amaçla enerji fiyatları sanayi enerji etkinliği için açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır.

Gamtessa ve Olani (2018) Kanada'nın sanayi genelinde; enerji fiyatında yaşanan pozitif bir şok enerji-sermaye ve enerji-çıkış oranlarını azalttığını göstermiştir. Ayrıca enerji fiyat artışlarının, enerji kaynakları arasında ikame yoluyla ve esas olarak sektör düzeyinde saf verimlilik kazanımları yoluyla uzun vadede endüstriyel enerji yoğunluğunda bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir (Lescaroux, 2008:1069).

Nwachukwu vd. (2021) İsviçre'de demir-çelik endüstrisi özelinde CO₂ emisyonunun azaltılmasını araştırırken biyokütle kaynaklı enerjinin çelik üretiminde kullanılmasının fosil yakıtlara göre enerji verimliliğini artırarak CO₂ emisyonunda %43 azalış meydana getirdiğini elde etmiştir. Ancak düşük fosil yakıt fiyatlarının enerji verimliliği önünde en önemli engellerden biri olduğu elde edilmiştir.

Alper ve Torul (2008) Türkiye'de enerji fiyatlarının imalat sanayisinin alt sektörler üzerindeki etkisini araştırırken petrolün yoğun kullanıldığı plastik ürünleri gibi alt sektörlerde enerji maliyetlerinin yüksek olması ve enerji verimli teknolojilerin zayıflığından dolayı dışardan ithal edilmesi üretim artışını olumsuz etkilediğini elde etmiştir.

Sektörel Gelirler (Sanayi, Hizmetler ve Tarım): Sektörel enerji etkinliğinin birincil belirleyicilerinden olan sektörel gelirler, sektörel katma değerinin 2010 baz yılına göre ABD doları cinsinden GSYİH'sını ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan bu değişkenin sektörlere göre oluşan çıktı hakkında bilgi vermesinin yanında gelirlerde yaşanan artışların genel enerji tüketimine nasıl yansıdığını da gösterecektir.

1995 yılına göre 2018 yılında dünya sektörel GSYİH sanayi de %89.49 ve tarım sektöründe %87.29 ve hizmetler sektöründe %96.92 artış meydana gelmiştir. Yine aynı

dönemde çalışmada kullanılan yükselen ekonomilerde ise sanayi sektörü %207.09, hizmetler sektörü için %258.55 ve tarım sektörü için %99.32 artış göstermiştir (WorldBank, 2021). Dolayısıyla yükselen ekonomilerde sektörel gelirlerde yaşanan yüksek artışlar dünya sektörel gelir artışı üzerinde önemli bir yükseltici güç görevi görmektedir. Bu yüzden bu çalışmada ilgili ekonomiler için sektörel enerji etkinliği araştırılırken sektörel gelirlerin etkisi incelenmek istenmiştir.

Sanayileşme bir ekonomiyi tarım toplumundan endüstriyel topluma geçişini gösteren sosyal ve ekonomik değişimdir (Zheng vd., 2021:2). Sanayileşme sanayi sektörü özelinde bir üretimde tüm girdilerin üretken verimini artıran ve dolaylı olarak talep edilen enerjiyi belirleyerek yeni teknolojilerin yayılmasında kendini göstermektedir (Samouilidis ve Mitropoulos, 1984:196). Cengiz ve Mamiş (2015) Türkiye için imalat sanayinde enerji tüketimini incelemiştir. Bulgular Türkiye'nin 1980 sonrası dışı açılmasıyla yaşanan uzun dönem düşük fosil enerji fiyatları, nitelikli işgücüne ihtiyaç ve sendika hareketlerinden dolayı yüksek emek fiyatları gibi nedenlerden dolayı üretimde ithal edilen enerjiye bağımlılığı artırmış ve enerji yoğunluğu belirleyicisinin çıktı olduğunu elde etmiştir. Ayrıca sanayi sektöründe enerji talebinin artmasını belirleyen önemli etkenlerden birinin gelir seviyesi ve üretim artışı olduğunu elde etmiştir.

Solarin (2020) gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınmayı araştırırken bulgular sanayide fosil yakıt kullanım yoğunluğu fazla olduğundan bu ülkelerde sanayileşmenin enerji yoğunluğunu artırdığı yönündedir. Zheng vd. (2021) Çin için sanayileşmenin ve kentleşmenin karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırırken Sanayileşmeyi sanayi katma değerinin GSYİH'sine oranı olarak kullanmıştır. Bulgular sanayileşmenin üretim artışını sağladığı ancak enerji tüketiminde ciddi artışa sebep olduğundan CO₂ üzerinde artırıcı önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Zheng vd. (2018) Çin'deki enerji hizmetleri şirketleri aracılığıyla karbondioksit emisyon düşüşünü araştırırken sanayileşmenin karbondioksit emisyonunu azaltmada engelleyici bir etkiye sahip olduğuna ulaşmışlardır.

CO₂ Emisyonu (Sanayi, Hizmetler ve Tarım): Hızlı ve yüksek büyümenin yanında sanayileşmekte olan ülkeler olarak tanımlanan yükselen piyasa ekonomilerinde artan üretimin ve büyümenin, enerji talebini artırması beklenen bir gelişme olarak görülmektedir. Bu ülkelerin enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı yüksek olduğundan CO₂ emisyon artışına neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde sanayi sektöründe bir birim

iş başına kullanılan enerji miktarı gelişmekte olan ülkelerde iki katı kadardır (Pamir, 2003:33). Dolayısıyla gelişmekte olan ülkelerin sanayi sektöründe meydana gelen CO₂ emisyonu gelişmiş ülkelere göre daha fazladır.

Dünya için 1990 yılına göre 2018 yılında CO₂ emisyonu sanayi sektöründe %55.70, hizmetlerde %54.61 ve tarımda %7.45 artış göstermiştir. 1990 yılına göre çalışmada kullanılan 23 yükselen ekonomi için ise sanayi sektöründe 1990 yılından itibaren 29 yılın sonunda CO₂ emisyonu sanayide %134 artış, hizmetlerde %95.56 ve tarımda %11.87 artış göstermiştir (IEA, 2021). Dolayısıyla bu ekonomiler dünya çevresel kalitenin olumsuz etkilenmesini etkili bir şekilde artırmaktadır. Bu ekonomilerde CO₂ emisyonunu azaltıcı politikalar ve uygulamalar dünya CO₂ emisyonu üzerinde çok ciddi azalış meydana getirecektir.

Sanayi devriminden sonra artan sanayileşme, fosil yakıt kullanım artışı ve bu yüzden atmosfere salınan sera gazı emisyonunun %58.8'inden sorumlu fosil yakıtların artması çevre kalitesini olumsuz etkilemektedir (Türkeş, vd., 2010:2). Uysal ve Yapraklı (2016) çalışmasında Türkiye için gelir, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonunu araştırırken küreselleşmeyle birlikte sanayileşme artışları enerji ihtiyacını sürekli olarak artırmış ve bu sektörde CO₂ emisyon artışları yükselme göstermiştir. Zhou vd. (2008) Çin için farklı çevresel veri zarflama analizi altında çevresel performansı araştırırken CO₂ emisyonunun azaltılması için enerji verimlilik önlemleri ile çevresel kalitenin artacağını ifade etmiştir. Tunç vd. (2009) Türkiye için CO₂ emisyonu ile enerji kullanımını 1970-2006 dönemi için araştırırken 3 sektörü (sanayi, hizmetler ve tarım) incelemiş ve bulgular sanayi sektörünün 1970'de %23.8 paya sahipken 2006'da %45.2 paya yükselmesinin Türkiye'nin genel CO₂ emisyon lokomotifinin sanayi sektörü olduğunu bulmuşlardır.

Elektrik Kullanımı (Sanayi, Hizmetler ve Tarım): 1990 yılına göre 2018 yılında dünya elektrik kullanımı sanayi sektörü için %107.18, hizmetler sektörü için %137.68 ve tarım sektörü için %100.78 artış göstermiştir. Ancak aynı dönemde çalışmaya konu olan yükselen ekonomiler için elektrik kullanımı sanayi sektöründe %265.85, hizmetler sektöründe %369.79 ve tarım sektöründe %98.20 artış göstermiştir. Dolayısıyla bu ekonomiler dünya sektörel elektrik kullanım payını ciddi oranda artırmaktadır. Bu yüzden sektörel elektrik kullanımının ilgili ekonomiler için sektörel bazda enerji etkinliğini nasıl etkilediğini belirlemek için kullanılmıştır.

Henning ve Trygg (2008) İsveç endüstrisinde elektrik kullanımının Avrupa CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini araştırırken bulgular İsveç endüstrisinde kullanılan elektriğin üçte birini ağır olmayan iş kollarında ve genellikle pompalama, havalandırma ve ayrıştırma yapılırken kullanıldığı elde edilmiştir. Eğer bu alanlarda tasarruf yapıldığında ciddi oranda elektrik talebinin azalacağını ifade etmiştir. Ayrıca daha verimli aydınlatma armatürlerinin tercih edilmesi, gece ve hafta sonları havalandırmaların kapatılması gibi önlemlerle talepte %35'lik bir azalma olacağını elde etmişlerdir.

Nord-Ågren (2002) üç Avrupa ülkesinde (Danimarka, İngiltere ve İsveç) elektrik kullanımını araştırmıştır. Bulgular elektrik fiyatlarının düşük olduğu ülkelerde sanayide elektriğin baskın olduğunu elektrik fiyatlarının yüksek olduğu ülkelerde ise sanayi sektöründe elektriğin verimli ve sadece elektriğe özgü işlemler için kullanıldığı yönündedir.

Javadi vd. (2021) İran'daki en büyük ikinci otomobil üreticisi SAIPA otomotiv üretim şirketi için otomotiv endüstrisinde kullanılan enerji ve sera gazı emisyonunu tahmin etmişlerdir. Bulgular otomotiv imalat endüstrisinde fosil yakıtın ve elektriğin büyük çoğunlukla kullanıldığını ve sera gazı emisyonunun önemli bir kaynağı olduğu yönündedir. Bu duruma çözüm olarak ise yenilenebilir enerji kullanılmasıyla enerjide etkinliğin artacağı ve bu durumun yaklaşık %12.6'lık bir karbon emisyonunun azaltmasına neden olacağıdır.

Ergün ve Polat (2017) G7 ülkeleri için CO₂ ile elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisini araştırırken elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediğini ancak elektriğin önemli ölçüde fosil yakıtlardan karşılandığını bu durumun ise önemli miktarda CO₂ emisyonunu ortaya çıkararak çevresel sorunları beraberinde getirdiğini elde etmişlerdir. Dolayısıyla konut ve sanayi sektöründe enerjinin etkin, verimli ve tasarruflu kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Küreselleşme (Sanayi ve Hizmetler): Ekonomik küreselleşmenin yabancı sermayenin ev sahibi ülkeye gelmesi ve teknoloji transferinin yayılım etkisiyle diğer sektörlerle yansımaları gibi birçok faydası bulunmaktadır. Ekonomik olarak küreselleşen bir ekonomi teknolojik üretimle teknolojik ürünlerin kullanılmasına, yeni teknolojilerin satın alınmasına ve bunun içselleştirilerek üretimde teknolojik seviyenin yükselmesine katkı sağlayacaktır (Adıgüzel, 2013:15). Ayrıca ekonomik olarak küreselleşme sermaye, mal ve hizmetlerin dünya ölçeğinde bütünleşmesi biçiminde tanımlanmaktadır

(Hisarcıklıoğlu, 2001:59). Bu bütünleşme arttıkça ekonomi büyüyecek ve hizmetler sektörüne olan bağımlılık daha fazla artacaktır. Çünkü büyüyen ekonomi bilgi, eğlence, iletişim, elektronik ve finans ekonomisi içeren hizmetlere ihtiyacı beraberinde getirecektir (Çelik, 2012:64). Dolayısıyla ekonomik küreselleşme hizmetler olarak da küreselleşmeye neden olacaktır.

Hizmetler sektöründe yaşanan küreselleşme bazı alt sektörler için yalnızca ev sahibi ülke içerisinde değil sınır ötesi işlemlerin çeşitlenmesinde, uluslararası seyahat ve sermaye hareketliliğini de küreselleşmesini beraberinde getirecektir (Aktan ve Vural, 2002:2). Bu çalışmada sanayi sektörü için küreselleşme endeksi yerine onun alt endekslerinden ekonomik küreselleşme endeksi, hizmetler sektörü için ise sosyal ve politik küreselleşme endeksi açıklayıcı değişken olarak tercih edilmiştir.

Sanayi İhracatında Orta ve İleri Teknoloji İçeren Mal İhracat Oranı: Çalışmada kullanılan bu değişken, ülke ekonomisinin beşeri sermayesi hakkında bilgi alabilmek için sanayi ihracatında orta ve ileri teknoloji içeren mal ihracat payını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sanayi ihracatında bu oranın artış göstermesi sanayi sektörünün teknolojik yapısıyla ilgili bilgi verecektir. Bu yüzden ihraç edilen üründe yaşanan artış sanayi sektöründe üretilen ürünler için kullanılan teknolojinin arttığını ve bu durumun sanayide yüksek maliyet getiren enerji girdisine de yansarak daha az enerji kullanımına neden olacağı ve yaşanan bu durumların küresel rekabet gücüne pozitif etkisi olacağı düşünülmektedir.

Telatar vd. (2016) Türkiye için teknoloji yoğunluklu ürün ihracatının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırırken orta ve ileri düzey teknoloji kullanan mal ihracatının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca Türkiye AB karşısında yüksek teknoloji içerikli sektörlerde rekabet gücü düşük tespit edilirken, orta ve ileri teknolojilerde rekabet gücünün marjinal sınırdaki bulunduğu saptanmıştır (Eşiyok, 2014:121). Dolayısıyla Türkiye gibi yüksek büyüme rakamlarına sahip ülkeler uluslararası arenada rekabet avantajına sahip olabilmek için orta ve ileri teknoloji içeren mal ihracat payını daha etkili bir şekilde artırmalıdır. Ancak bu ülkelerin ihracat artışına paralel olarak enerji kullanımının artması enerji bağımlılığını, fosil yakıt kullanımını ve CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Bunun nedeni gelişmiş ülkelerin bazılarında teknolojik gelişme beraberinde enerji kayıplarının azalması ve enerji verimliliğinin artmasıyla daha fazla üretim ve ihracata yansımaları sağlamaktayken gelişmekte olan ülkelere ise

teknoloji ihracatı için kullanılan enerji girdisinin çok önemli olduğundan enerji verimliliğini olumsuz etkileyen kömür gibi çıkarma ve işleme işlemlerinde yüksek teknoloji gerektirmeyen ve kolay ulaşılabilir olmasından dolayı sürekli kömürün tercih edilmesine, yüksek teknoloji gerektiren yenilenebilir enerji ve nükleer enerjiden ise uzak durulmasına neden olmaktadır (Demir, 2013:5).

Ekonomik ve İş Yapma Özgürlük Endeksi (Sanayi): Ekonomik özgürlük özel mülkiyetin, kişilik haklarının, serbest rekabetin yanında serbest olarak ekonomik faaliyette bulunabilme ve kaynaklardan özgürce yararlanabilme olanağı olarak tanımlanmaktadır (Tunçsiper ve Biçen, 2014:28). Gelişmekte olan ülkelerde çıkarma ve işleme işlemlerinde yüksek teknoloji gerektirmemesi ve kolay ulaşılabilir olması fosil yakıt kaynakları arasında özellikle kömürün tercih edilmesini sağlamaktadır (Demir, 2013). Çalışmada sanayi sektörü için kullanılan ekonomik özgürlük ve iş yapma özgürlüğü ilgili ekonomiler için üretimi ve geliri artıracığı ancak fosil yakıt kaynak kullanımını artıracığından hem enerjinin etkinsiz/verimsiz kullanılmasını hem de çevre kalitesini olumsuz etkilemesi düşünülmektedir. Heritage Vakfı tarafından hazırlanan ve iş yapma özgürlüğünün de içinde yer aldığı on adet alt özgürlük endeksine sahip ekonomik özgürlük endeksi yıllık olarak yayınlanmaktadır.

Ekonomik özgürlüğün ve iş yapma özgürlüğünün bir ülkede artması üretimi artırdığından Ayal ve Karras (1998)'in 58 ülkede, Gwartney vd. (1999)'82 ülkede, De Haan ve Sturm (2000)'nin 80 ülkede, Carlsson ve Lundström (2002)'ün 74 ülkede, Doucouliagos ve Ulubaşoğlu (2006)'nin 82 ülkede, Paakkönen (2010)'nin geçiş ekonomilerinde ve Yalman vd. (2011)'nin 8 ülke için yaptıkları çalışmalarda ekonomik özgürlüğün ekonomik büyümeyi artırdığı bulunmuştur. Ancak çalışmada kullanılan 23 yükselen ekonomiler büyüme rakamlarını dışardan ithal ettikleri fosil yakıtlarla gerçekleştirdiğinden enerji alanında teknolojik gelişmeler, Ar-Ge yatırımları, enerji verimliliği, tasarruf politikaları ve çevre düzenlemeleri yapılmadığında artan büyüme enerji verimliliğini azaltacaktır. Çünkü çalışmada kullanılan 23 yükselen ekonomi için 1990 yılına göre 2018 yılında toplam enerji ithalatı %263 artış gösterirken aynı dönemde kömür %480, petrol %299 ve doğalgaz %96 artış göstermiştir (IEA, 2021). Ayrıca gelişmekte olan ülkelerde sanayi sektörü için bir birim iş başına kullanılan enerji miktarı gelişmiş ülkelere göre neredeyse iki katı olması (Pamir, 2003:33-34) ve sanayi sektöründe 23 yükselen ekonomi için 1990 yılında fosil yakıtın toplam enerji içindeki payı %58.6

iken 2018 yılında %59.2 olarak gerçekleşmesi ve aynı dönemde toplam enerji tüketiminin %116 artış göstermesi enerjinin etkin kullanımını bu ülkeler için önemli kılmaktadır.

İstihdam (Sanayi ve Hizmetler): İstihdam kavramı bütün faktörlerin çıktı elde edebilmek için üretim sürecinde emeğin kullanılması olarak tanımlanabilmektedir (Uysal, 2007:55). Ekonomilerde emek faktörü ile istihdam arasında ters bir orantı mevcuttur. Yani emek gücünün fazla olduğu ekonomilerde işsizlik oranı düşüktür. Ancak emek gücünün büyüklüğü işsizliğin yanında bir ekonominin makine gücüne mi yoksa insan gücüne mi ağırlıklı olarak bağlı olduğunun da bir göstergesidir. Yani teknolojik gelişmeler bazı sektör ve alanlarda yeni istihdam alanları oluştururken gelişen teknolojiyle beraber gerekli entegrasyonu işletmelerine yapamayan girişimciler özelinde ekonomilerde maliyet dezavantajından dolayı rekabet eden ekonomilere yenik düşerek işsizliğin artmasına neden olmaktadır.

Sanayi sektörü bir ülkenin ekonomik gücünü gösteren önemli bir göstergedir. Bu sektörde yapılan istihdamın büyüklüğü ise üretimi ve büyümeyi artırdığı ancak bunun yanında bu sektörün teknolojik olarak makineleşme üzerine değil de hala insan gücüne bağlı olduğunu da gösterebilmektedir. Gelişmekte olan ülkelere sanayi sektörü için bir birim iş başına ihtiyaç duyulan enerji miktarı gelişmiş ülkelere göre neredeyse iki katıdır (Pamir, 2003:33-34). Ayrıca gelişmekte olan ülkeler için sanayide fosil yakıt yoğun kullanımı, enerji kayıplarında yaşanan artış, teknolojik geri kalınmışlık, çevresel bozulmalar ve enerjinin verimsiz kullanılması bu ülkelerde yaşanan üretim artışının yanında çok daha fazla enerji gereksinimini artırmaktadır. Özellikle de gelişmekte olan ülkelere bir ekonomi kalkınırken veya büyürken bunu daha fazla istihdamla gerçekleştirir. Daha fazla istihdam daha fazla üretimi bu durum ise daha fazla enerji kullanımını gerektirir (Yanar ve Kerimoğlu, 2011:193). Dolayısıyla sanayi sektöründe fosil yakıt kullanımı arttıkça istihdamın artmasının sanayi gelirini artıracığı ancak kişi başına enerji kullanımının artacağı düşünülmektedir.

Literatürde sanayileşme genel olarak sanayi sektör gelirinin artması iken azalması ise sanayisizleşme olarak tanımlanmaktadır (Uğurlu ve Tuncer, 2017:134). Bir başka deyişle sanayisizleşme sanayi sektöründeki azalan istihdamın hizmetler sektörüne kayma derecesi olarak ifade edilmektedir (Tregenna, 2011:6). Miles (1996)'a göre hizmetler sektörü ekonomideki dinamik bir sistemin önemli bir parçasıdır. Sanayi sektöründeki istihdamda meydana gelen azalmanın ekonomik büyüme için önemli bir sorun olduğu,

sanayi sektöründe yaşanan işsizliğin hizmetler sektörüne düşük ücretle kayacağını söylemiştir. Dolayısıyla bu düşük ücretler hizmetler sektörü maliyetlerinde azalma meydana getirecek ve bu sektör gelirlerinin daha fazla artışına sebep olacaktır.

Sıcaklık (Tarım): Atmosfere salınan zararlı gazların küresel ısınma ve iklim değişikliklerine sebep olarak ekonomiler üzerinde ciddi etkileri olacaktır. Bu yüzden ülkelerin gerekli emisyon azaltma gibi önlemler alması gerekmektedir. Eğer önlemler alınmazsa dünyada 1-2 °C meydana gelen sıcaklık artışı yaklaşık %10 civarında bir ekosistem bölgesini etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bu yüzden daha fazla sıcaklık artışı yaşanması durumunda ise etkilenecek ekosistem alanları %15-20 ve üzeri olarak olacağı düşünülmektedir (Doğan ve Tüzer, 2011:30). Günümüz çevresel hesaplamalara göre küresel ısınmada meydana gelebilecek 1°C'lik bir artışın ekonomik maliyetinin yaklaşık olarak 2050 yılında yıllık olarak 2 trilyon dolar olacağı tahmin edilmektedir. Avrupa Birliği'nde yapılan bir araştırmada ise küresel ısınmada yaşanan olumsuzlukların dünya ülkelerine ekonomik maliyetinin yaklaşık olarak 74 trilyon dolar olacağı tahmin edilmektedir (Bayrac ve Doğan, 2016:29). Tarım sektörünün yüksek oranda fosil yakıtla bağlı olması, çeltik üretimi, gübreleme, ilaçlama gibi faaliyetler sonucunda çevreye zararlı gaz salınımı gerçekleştiğinden tarımsal üretim iklim değişikliğinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Ayrıca CO₂ emisyonu, aşırı yağış nedenli seller, sıcaklık artışı nedenli kuraklık ve sulama alanında yaşanan su kıtlığı ekonomilerin tarım sektörünü olumsuz etkileyebilmektedir. Kumara ve Parikh (2001) Hindistan için tarım verimliliği ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi araştırırken bu iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin bulunduğunu, Rosenzweig ve Parry (1994) değişen iklim koşullarının tarım sektörü üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ve Mendelsohn ve Dinar (1999) iklim değişiklikleri sonucu meydana gelen yüksek sıcaklıkların tarımsal verimliliği azalttığını ifade etmişlerdir.

Ayrıca dünya genelinde 1990 yılına göre 2018 yılında yaşanan sıcaklık değişimi %104.56 oranında artış gösterirken yine aynı dönemde yükselen ekonomilerde %214.50 artış göstermiştir. Dolayısıyla dünya sıcaklık değişimlerinin en büyük etkilerinden biri olarak yükselen ekonomilerde gerçekleşen sıcaklık artışı gösterilebilmektedir (FAOSTAT, 2021).

Biyoyakıt ve Atık (Hizmetler): 1990 yılına göre 2018 yılında dünya hizmetler sektöründe biyoyakıt ve atık kullanımı %20.91 oranında artış gösterirken yükselen

ekonomiler için aynı dönemde %22.76 azalış göstermiştir (IEA, 2021). Dolayısıyla yükselen ekonomiler özelinde dünya için enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan biyoyakıt ve atık kullanımı açıklayıcı değişken olarak hizmetler sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılmıştır.

Hükümetin Etkinliği (Hizmetler): Hizmetler sektörü için 1990 yılına göre 2018 yılında en fazla enerji tüketimi %63.35 artışla bu sektörde gerçekleşmiştir. Ayrıca yine aynı dönemde dünyada en fazla fosil yakıt kullanımı %58.54 artışla hizmetler sektöründe yaşanmıştır (IEA, 2021). Enerji politikalarının katılığını etkileyebilecek politik faktörlerin, hükümet kalitesinin ve idari verimliliğin enerji politikalarının uygulanma sürecini etkilediği düşünülmektedir. Dolayısıyla etkin bir hükümetin çevre odaklı enerji politikaları oluşturma ve uygulama konusunda önemli bir etken olacağı ve dünya enerji kullanımı arasında en fazla paya sahip hizmetler sektöründe de kendini göstererek genel enerji görünümünü etkileyebileceğinden bu değişken açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır.

Chang vd. (2018) 31 OECD ülkesi için 1990-2014 döneminde daha yüksek hükümet verimliliğinin enerji kullanım verimliliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgular ilgili ekonomilerde kurum kalitesinin hükümetler için önemli olan sosyal refahı artırdığı, daha etkili çevre politikasına ve dolayısıyla daha yüksek enerji verimliliğine yol açtığını ve hükümet verimliliğinin enerji verimliliğini önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. Ayrıca hükümet kalitesinin ve idari verimliliğin, enerji verimliliği politikalarını uygulama sürecini etkilediğini de ifade etmişlerdir.

Sheikh vd. (2016) ise yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik etkilerini araştırmıştır. Bulgular yenilenebilir enerjinin konuşlandırılmasını destekleyen güçlü hükümet politikaları ve teşviklerin siyasi perspektifin bir parçası olduğunu, hükümetin araştırmaları finanse ederek ve destekleyici bir Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) çerçevesi sağlayarak yenilenebilir enerji teknolojisi geliştirme ve dağıtımını hızlandırmada önemli bir rol oynayabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla daha yüksek bir hükümet verimliliğinin çevre ve enerji politikalarıyla enerji etkinliğini/verimliliğini artırabileceği düşünülmektedir (Chang vd., 2018:66).

Hukukun Üstünlüğü (Hizmetler): Hukukun üstünlüğü arttıkça yerli-yabancı, küçük-büyük firmalar arasında hiçbir ayırım yapılmadan yasaların uygulanmasının bütün piyasada bulunan firmalara fırsat eşitliğinin, güven ortamının, uygulanan ve uygulanacak

olan politikaların ve şeffaflığın artacağı düşünülmektedir. Ayrıca ülkenin büyümesine ve teknolojik gelişimine katkısı bulunan yabancı sermayenin tercih edeceği ülkede hizmetler sektörünün sahip olduğu kalite ve verimliliği dikkate alacağı düşünülmektedir (Nur ve Dilber, 2017:27). Bu amaçla hukukun üstünlüğü açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Kaya ve Bayraktar (2019) Çin için enerji alanında yapılan hukuksal düzenlemeler, politika destekleri ve mali teşviklerin yenilenebilir enerjinin gelişimindeki rolünü araştırırken son 15 yılda Çin'in enerji politikalarının yanında hukuk alanındaki düzenlemelerin Çin'i yenilenebilir enerji konusunda dünyada lider konumuna yükselttiği ve yenilenebilir enerji kapasitesinin yüksek oranda artmasına neden olduğunu bulmuşlardır. Erdinç ve Aydınbaş (2020) ise 16 ülke için yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini araştırırken hukukun üstünlüğünde yaşanan artışın yenilenebilir enerjiyi olumlu etkilediğini bulmuşlardır.

Ekonomik Karmaşıklık (Hizmetler): Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) tarafından geliştirilen ekonomik karmaşıklık endeksi ekonomilerin ihraç ettiği ürünlerin kalitesini ölçmek için bir kriter olarak gösterilmektedir. Daha yüksek ekonomik karmaşıklık daha fazla üretkenlik demektir. Ayrıca Yüksek Ekonomik Karmaşıklık Endeksi hem yüksek karmaşıklıkta ürünlerin hem de geniş birçok ürünün bir ülkede beraber üretilmesini göstermektedir. Bu ise daha fazla bilgi, beceri, tecrübe ve hizmetler anlamına gelmektedir.

Sanayileşmesini tamamlamış ekonomilerde sanayi sektörünün milli gelir içerisindeki payı azalmakta ve yerini hizmetler sektörüne bırakmaktadır. Bunun nedeni sanayileşmiş ülkelere üretimin gelişmemiş ülkelere kayması ve hizmetler alanlarının artmasıdır (Karadaş ve Soyyiğit, 2019:14). Dolayısıyla ekonomik karmaşıklık artan bir ekonomide daha fazla üretim, bilgi, beceri ve tecrübenin artacağı ve paralelinde hizmetlerin gelişeceği, ekonomik karmaşıklığın yüksek seviyelere ulaştığında ise üretimin diğer ekonomik karmaşıklığın az olduğu ülkelere kayacağı ve azalan üretim payının hizmetler sektörüne kayacağı değerlendirilmektedir. Bu amaçla ekonomik karmaşıklık endeksi açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır.

Göçgör ve Can (2017) Fransa için ekonomik karmaşıklığın karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırırken ekonomik karmaşıklıkta yaşanan artışın ülkelere bilgi ve becerinin yoğun olduğu, yeni teknolojilerin zamanla eski teknolojilerin yerini alarak üretimde kullanılan girdilerin azalmasına ve veriminin artmasına neden olduğunu elde etmişlerdir.

Benzer şekilde (Lapatinas vd., 2019) ve Jin ve Kim (2019) çalışmalarında yüksek bir ekonomik karmaşıklığın enerji verimliliğine olumlu yansiyarak enerji kayıp ve talebini azaltarak çevresel kalite üzerinde olumlu bir etkisinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan Neagu ve Teodoru (2019) ise AB ülkeleri için daha yüksek ve daha düşük ekonomik karmaşıklığa sahip ülkeler ile enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırırken ekonomik karmaşıklıkta yaşanan artışın enerji tüketimini artırarak daha yüksek bir kirliliğe sebep olduğunu bulmuşlardır. Bunun nedeni ise ekonomik karmaşıklığın artmasına paralel olarak enerji girdisi yenilenebilir enerji kullanımı aleyhine artmasının enerji verimliliğinde azalışa yol açmasına ve çevre bozulmalarında artışa bağlamışlardır.

Literatür araştırması neticesinde sanayi sektöründe enerjinin etkin kullanımını etkileyen faktörler; sanayi fosil yakıt kullanımı, sanayi elektrik kullanımı, sanayi geliri, sanayi sektörü CO₂ emisyonu, sanayi sektörü istihdamı, ekonomik küreselleşme, ekonomik ve iş yapma özgürlük endeksi, teknoloji ihracatı ve enerji fiyatlarıdır. Hizmetler sektöründe enerjinin etkin kullanımını etkileyen faktörler; hizmetler sektöründeki fosil yakıt kullanımı, hizmetler sektöründeki elektrik kullanımı, hizmetler sektöründeki biyoyakıt ve atık kullanımı, hizmetler sektör geliri, hizmetler sektöründeki CO₂ emisyonu, hizmetler sektöründeki istihdam, ekonomik karmaşıklık, hükümetin etkinliği, hukukun üstünlüğü, sosyal ve politik küreselleşmedir. Tarım sektöründe enerjinin etkin kullanımını etkileyen faktörler ise tarımda kullanılan fosil yakıt, tarımda kullanılan elektrik, tarım geliri, tarım sektöründe oluşan CO₂ emisyonu ve sıcaklık değişimidir. Tüm bu etmenler sektörel enerji etkinliğini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilir.

6.3. Yöntem

Bu kısımda 23 yükselen ekonomi için sanayi, hizmetler ve tarım sektöründe enerji etkinliğini etkileyen faktörler incelenecektir. İlk olarak bütün modellerde değişkenler için birimler arası korelasyon testi yapılmış ve sonra değişkenlere durağanlık testi uygulanmıştır. Bütün değişkenlerin birinci farkı alındıktan sonra durağan olması bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunabileceği düşünülerek önce oluşturulan modeller için yatay kesit bağımlılığı ve eğim parametrelerinin homojenliği araştırılmıştır. Sonra tüm sektörlerdeki tüm modeller için Durbin-Hausman testi ile eşbütünleşme ilişkisi sınanmış ve eşbütünleşme ilişkisine

rastlanmıştır. Son olarak tüm sektörlerdeki modeller için uzun dönem katsayıları CCEMG ve AMG tahmincileri ile araştırılmıştır.

Çalışmada sanayi sektörü için fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), karbondioksit emisyonu (LCO₂) ve istihdam (LEMP) değişkenlerinin yanında ekonomik küreselleşme (LECO), petrol fiyatı (LOIL), kömür fiyatı (LCOA), doğalgaz fiyatı (LNTR), teknoloji ihracatı (LTCH), endüstri sektörü geliri (LIND), ekonomik özgürlük (LEFR) ve iş yapma kolaylığı (LJFR) açıklayıcı değişkenlerin 1995-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için sanayi sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisi 7 model oluşturularak araştırılmıştır.

Hizmetler sektörü için fosil yakıt tüketimi (LFOS), biyoyakıt ve atık kullanımı (LBW), elektrik kullanımı (LELC), hizmetler geliri (SRV), karbondioksit emisyonu (LCO₂), istihdam (LEMP) değişkenlerinin yanında ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), hükümet etkinliği (LGOV), hukukun üstünlüğü (LLAW), sosyal küreselleşme (LSOC) ve politik küreselleşme (LPOL) açıklayıcı değişkenlerin 1996-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için hizmetler sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisi 4 model oluşturularak araştırılmıştır.

Tarım sektörü için fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), tarım geliri (AGR), karbondioksit emisyonu (LCO₂) ve sıcaklık değişimi (LTMP) açıklayıcı değişkenlerin 1990-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için hizmetler sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisi 3 model oluşturularak araştırılmıştır.

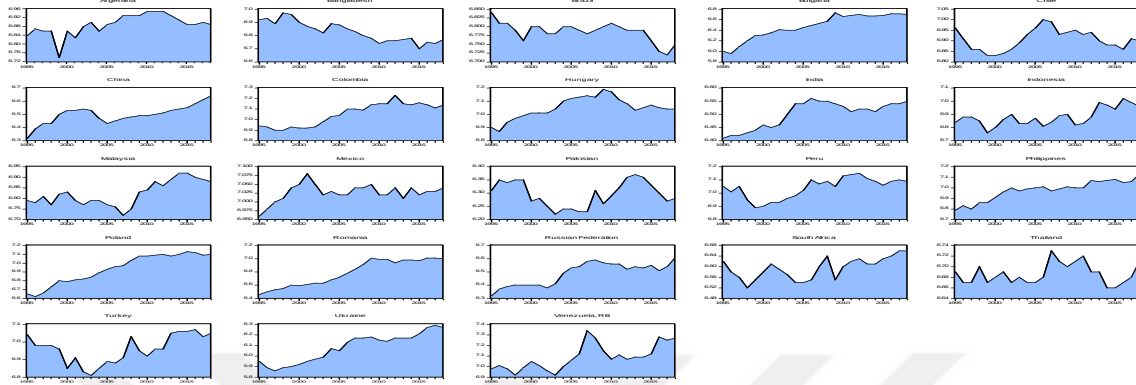
Tüm sektörlerdeki tüm modeller oluşturulurken değişken sayısı fazla olduğundan çoklu doğrusal bağlantı problemini bertaraf etmek için korelasyon ve VIF değerleri hesaplanmış ve her bir değişkenin etkisini tahmin etmek için alternatif modeller oluşturulmuştur.

6.3.1. Değişkenler

Çalışmadaki sanayi sektörü için bağımlı değişken olan sanayi sektörü enerji etkinliği (LEEI), sanayi sektöründe birim enerji başına üretilen maksimum sanayi gelirinin logaritmasıdır. Yani $LEEI = \text{Log} (\text{Sanayi GSYİH (sabit fiyatlarla 2010 Amerikan Doları)} / \text{Sanayi sektörü enerji kullanımı (ktoe)})$ olarak alınmıştır. Grafik 2, 1995-2018 arasında çalışmada kullanılan ülkelerin sanayi sektörü enerji etkinliği eğilimini yıllar itibariyle göstermektedir. Arjantin, Brezilya, Bangladeş, Şile, Kolombiya, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve

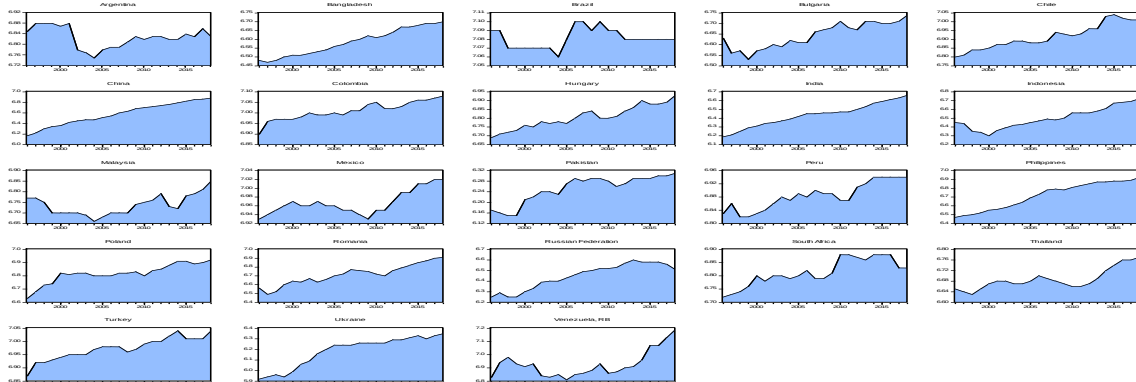
Venezuela ülkelerinin hassas ve büyük dalgalanmalara sahip olması sanayi sektörü enerji etkinliğinin enerji kaynaklarına ve diğer faktörlere karşı ne kadar çok duyarlı olduğunu göstermektedir.

Grafik 2: Ülkelerin Sanayi Enerji Etkinlik Grafikleri 1995-2018 (GSYİH/Ktoe)



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), www.iea.org
Çalışmadaki hizmetler sektörü için bağımlı değişken olan hizmetler sektörü enerji etkinliği (LEES), hizmetler sektöründe birim enerji başına üretilen maksimum hizmetler gelirinin logaritmasıdır. Yani $LEES = \log(\text{Hizmetler GSYİH (sabit fiyatlarla 2010 Amerikan Doları)} / \text{Hizmetler sektörü enerji kullanımı (ktoe)})$ olarak alınmıştır. Grafik 3, 1996-2018 arasında çalışmada kullanılan ülkelerin hizmetler sektörü enerji etkinliği eğilimini yıllar itibariyle göstermektedir. Arjantin, Brezilya, Bulgaristan, Şile, Kolombiya, Macaristan, Hindistan, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Polonya, Romanya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye ve Venezuela ülkelerinin hassas ve büyük dalgalanmalara sahip olması hizmetler sektörü enerji etkinliğinin enerji kaynaklarına ve diğer faktörlere karşı ne kadar çok duyarlı olduğunu göstermektedir.

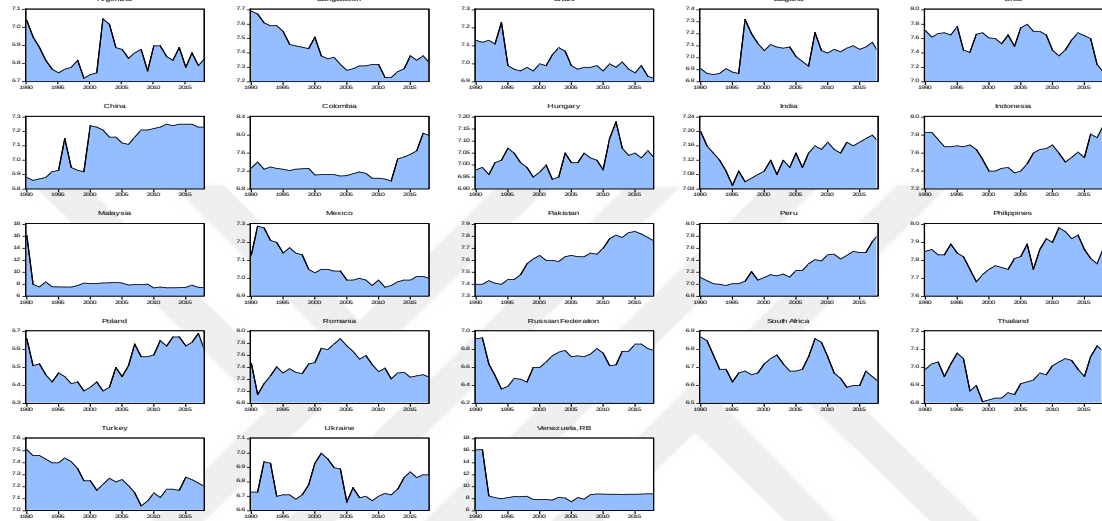
Grafik 3: Ülkelerin Hizmetler Enerji Etkinlik Grafikleri 1996-2018 (GSYİH/Ktoe)



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), www.iea.org
Çalışmadaki tarım sektörü için bağımlı değişken olan tarım sektörü enerji etkinliği (LEEA), tarım sektöründe birim enerji başına üretilen maksimum tarım gelirinin

logaritmasıdır. Yani $LEEA = \log(\text{Tarım GSYİH (sabit fiyatlarla 2010 Amerikan Doları)} / \text{Tarım sektörü enerji kullanımı (ktoe)})$ olarak alınmıştır. Grafik 4, 1990-2018 arasında çalışmada kullanılan ülkelerin tarım sektörü enerji etkinliği eğilimini yıllar itibarıyla göstermektedir. Malezya ve Venezuela ülkeleri hariç diğer bütün ülkelerin hassas ve büyük dalgalanmalara sahip olması tarım sektörü enerji etkinliğinin enerji kaynaklarına ve diğer faktörlere karşı ne kadar çok duyarlı olduğunu göstermektedir.

Grafik 4: Ülkelerin Tarımsal Enerji Etkinlik Grafikleri 1990-2018 (GSYİH/Ktoe)



Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), www.iea.org

Modelde kullanılacak olan değişkenlerin tanımı, tanımlayıcı istatistikleri, veri kaynakları ve değişkenlere ait özet bilgiler Tablo 37’de gösterilmiştir. Tablo 37 incelendiğinde oynaklığın en fazla olduğu seri sanayi sektörü için petrol fiyatları (LCOA), hizmetler sektörü için biyoyakıt ve atık (LBW) ve tarım sektörü için elektrik kullanımı (LELC) şeklindedir. Diğer taraftan oynaklığın en az olduğu seri ise sanayi sektörü için ekonomik özgürlük (LEFR), hizmetler sektörü için politik (siyasi) küreselleşme (LPOL) ve tarım sektörü için sıcaklık (LTMP) şeklindedir.

Tablo 37: Değişkenlerin Tanımı ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Sanayi Sektörü	Tanım	Kaynak	NT	Ort.	Std. Ht.	Min.	Mak.	Bek. İşareti
LEEI	$\log(\text{Sanayi geliri}(2010 \text{ temel yılı US\$}) / \text{Sanayi sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe)})$	Sanayi Geliri: World Data Bank, databank.worldbank.org Sanayi Enerji Kullanımı: International Energy Agency, www.iea.org	552	6.767	0.282	5.857	7.335	
LFOS	$\log(\text{Sanayide kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe)})$	International Energy Agency, www.iea.org	552	4.024	0.558	3.022	5.852	-
LELC	$\log(\text{Sanayide elektrik kullanımı(ktoe)})$	International Energy Agency, www.iea.org	552	3.606	0.547	2.555	5.506	-

LIND	Log(Sanayi katma değeri (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	552	11.014	0.515	9.714	12.635	+
LCO₂	Log(Sanayi sektöründe CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	International Energy Agency, www.iea.org	552	1.541	0.590	0.477	3.483	-
LECO	Log(Ekonomik küreselleşme endeksi)	KOF index of globalization, www.kof.ethz.ch	552	1.709	0.122	1.299	1.930	+
LTCH	Log(Orta ve İleri teknoloji içeren mal ihracatının toplam endüstri ihracat içindeki % oranı)	World Data Bank, databank.worldbank.org	552	1.485	0.370	0.255	1.920	+
LEMP	Log(Sanayide istihdam (toplam istihdamın%si) (modellenmiş ILO tahmini))	World Data Bank, databank.worldbank.org	552	1.368	0.106	0.990	1.574	-
LJFR	Log(İş yapma özgürlük endeksi)	Heritage Foundation, http://www.heritage.org/index/expl ore?view=by-region-country-year	552	1.797	0.082	1.549	1.971	-
LEFR	Log(Ekonomik özgürlük endeksi)	Heritage Foundation, http://www.heritage.org/index/expl ore?view=by-region-country-year	552	1.766	0.066	1.401	1.898	-
LCOA	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent kömür fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Brent Petrol, World Data Bank, inflationdata.com, www.bp.com, databank.worldbank.org, inflationdata.com	552	3.376	0.838	2.583	6.792	+
LOIL	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent petrol fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Brent Petrol, World Data Bank, Inflationdata.com, www.bp.com, databank.worldbank.org, inflationdata.com	552	3.209	0.878	2.319	6.682	+
Hizmetler Sektörü	Tanım	Kaynak	NT	Ort.	Std. Ht.	Min.	Mak.	Bek. İşareti
LEES	Log(Hizmetler geliri(2010 temel yılı US\$) / Hizmetler sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe)))	Hizmetler Geliri: World Data Bank, databank.worldbank.org Hizmetler Enerji Kullanımı: International Energy Agency, www.iea.org	529	6.717	0.250	5.920	7.190	
LFOS	Log(Hizmetler sektöründe kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe))	<u>International Energy Agency, www.iea.org</u>	529	4.305	0.477	3.301	5.688	-
LBW	Log(Hizmetler sektöründe biyoyakıt ve atık kullanımı(ktoe))	<u>International Energy Agency, www.iea.org</u>	529	3.570	0.806	0.301	5.309	+
LELC	Log(Hizmetler sektöründe elektrik kullanımı(ktoe))	<u>International Energy Agency, www.iea.org</u>	529	3.635	0.458	2.572	5.122	-
LSRV	Log(Hizmetler sektörü katma değeri (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	529	11.250	0.478	10.192	12.763	+
LCO₂	Log(Hizmetler sektöründe CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	<u>International Energy Agency, www.iea.org</u>	529	1.768	0.480	0.778	3.164	-
LEMP	Log(Hizmetler sektöründe istihdam (toplam istihdamın%si) (modellenmiş ILO tahmini))	World Data Bank, databank.worldbank.org	529	1.669	0.142	1.228	1.897	+
LECI	Log(Ekonomik karmaşıklık endeksi)	The Observatory of Economic Compexity	529	0.262	0.261	-4.000	0.532	-
LGOV	Log(Hükümet etkinliği)	Worldwide Governance Indicators, databank.worldbank.org	529	0.160	0.319	-6.000	0.465	+

LLAW	Log(Hukukun Üstünlüğü)	Worldwide Governance Indicators, databank.worldbank.org	529	0.288	0.248	-3.996	0.575	+
LSOC	Log(Sosyal küreselleşme endeksi)	KOF index of globalization, www.kof.ethz.ch	529	1.735	0.128	1.221	1.921	+
LPOL	Log(Politik(siyasi) küreselleşme endeksi)	KOF index of globalization, www.kof.ethz.ch	529	1.918	0.040	1.764	1.971	+
Tarım Sektörü	Tanım	Kaynak	NT	Ort.	Std. Ht.	Min.	Mak.	Bek. İşareti
LEEA	Log(Tarım geliri(2010 temel yılı US\$) / Tarım sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe)))	Tarım Geliri: World Data Bank, databank.worldbank.org Tarım Enerji Kullanımı: International Energy Agency, www.iea.org	667	7.268	0.748	6.358	16.189	
LFOS	Log(Tarım sektöründe kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	2.842	1.452	-6.000	4.534	-
LELC	Log(Tarım sektöründe elektrik kullanımı(ktoe))	International Energy Agency, www.iea.org	667	1.744	2.204	-6.000	4.260	-
LAGR	Log(Tarım sektörü katma değeri (2010 temel yılı US\$))	World Data Bank, databank.worldbank.org	667	10.398	0.503	9.307	11.884	+
LCO₂	Log(Tarım sektöründe sektörde CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	International Energy Agency, www.iea.org	667	0.591	0.565	0.000	2.061	-
LTMP	Log(Sıcaklık Değişimi °C)	FAOSTAT, http://www.fao.org/faostat	667	0.274	0.275	-6.000	0.589	-

6.3.2. Basit Korelasyon Katsayıları

Tüm sektörler için Serilere ait değişkenler arasındaki ikili doğrusal ilişkinin derecesi ve yönü hakkında bilgi edinmek için basit korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 38’de gösterilmiştir.

Tablo 38: Basit Pearson Korelasyon Katsayıları

	Sanayi Sektörü										
Değişken	LEEI	LFOS	LELC	LIND	LCO ₂	LECO	LTCH	LEMP	LJFR	JEFR	LCOA
LFOS	-0.406 0.000	1									
LELC	-0.318 0.000	0.934 0.000	1								
LIND	0.094 0.027	0.859 0.000	0.879 0.000	1							
LCO ₂	-0.432 0.000	0.995 0.000	0.936 0.000	0.843 0.000	1						
LECO	0.173 0.000	-0.238 0.000	-0.137 0.001	-0.135 0.001	-0.223 0.000	1					
LTCH	0.046 0.285	0.252 0.000	0.291 0.000	0.320 0.000	0.269 0.000	0.505 0.000	1				
LEMP	-0.193 0.000	0.172 0.000	0.226 0.000	0.092 0.030	0.170 0.000	0.491 0.000	0.497 0.000	1			
LJFR	0.236 0.000	-0.269 0.000	-0.174 0.000	-0.141 0.001	-0.274 0.000	0.416 0.000	0.225 0.000	0.330 0.000	1		
JEFR	0.359 0.000	-0.297 0.000	-0.174 0.000	-0.091 0.032	-0.285 0.000	0.564 0.000	0.219 0.000	0.125 0.003	0.679 0.000	1	
LCOA	0.205 0.000	-0.081 0.057	-0.187 0.000	0.014 0.748	-0.088 0.038	-0.004 0.933	-0.122 0.004	-0.288 0.000	-0.012 0.779	0.138 0.001	1
LOIL	0.207 0.000	-0.069 0.104	-0.163 0.000	0.031 0.474	-0.077 0.071	0.013 0.757	-0.119 0.005	-0.280 0.000	-0.013 0.752	0.138 0.001	0.993 0.000
	Hizmetler Sektörü										
	LEES	LFOS	LBW	LELC	LSRV	LCO ₂	LEMP	LECI	LGOV	LLAW	LSOC
LFOS	-0.125 0.004	1									
LBW	-0.094 0.030	0.438 0.000	1								
LELC	-0.092 0.035	0.953 0.000	0.415 0.000	1							
LSRV	0.253 0.000	0.908 0.000	0.533 0.000	0.884 0.000	1						
LCO ₂	-0.114 0.009	0.998 0.000	0.452 0.000	0.956 0.000	0.912 0.000	1					
LEMP	0.389 0.000	-0.205 0.000	-0.601 0.000	-0.233 0.000	-0.161 0.000	-0.205 0.000	1				
LECI	0.040 0.359	0.190 0.000	0.028 0.517	0.207 0.000	0.164 0.000	0.195 0.000	-0.014 0.746	1			
LGOV	0.106 0.015	0.022 0.610	0.085 0.051	0.028 0.518	0.048 0.270	0.033 0.447	0.035 0.420	0.357 0.000	1		
LLAW	0.053 0.226	-0.050 0.253	0.109 0.012	-0.042 0.330	-0.029 0.505	-0.040 0.363	-0.034 0.431	0.388 0.000	0.942 0.000	1	
LSOC	0.480 0.000	-0.023 0.602	-0.472 0.000	0.060 0.167	0.046 0.295	-0.026 0.550	0.331 0.000	0.292 0.000	0.229 0.000	0.207 0.000	1
LPOL	0.022 0.614	0.353 0.000	0.093 0.032	0.419 0.000	0.334 0.000	0.351 0.000	-0.062 0.154	0.325 0.000	0.233 0.000	0.288 0.000	0.442 0.000
	Tarım Sektörü										
	LEEA	LFOS	LELC	LAGR	LTMP						
LFOS	-0.690	1									

	0.000				
LELC	-0.471 0.000	0.303 0.000	1		
LAGR	-0.011 0.771	0.330 0.000	0.294 0.000	1	
LTMP	-0.059 0.130	-0.002 0.966	0.052 0.183	-0.014 0.717	1
LCO ₂	-0.376 0.000	0.561 0.000	0.441 0.000	0.760 0.000	0.044 0.257

Not: Sanayi sektörü için gözlem sayısı NT=552, Hizmetler sektörü için NT=529 ve Tarım sektörü için NT=667 olup ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 38'e göre sanayi sektöründe fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), karbondioksit emisyonu (LCO₂) ve istihdam (LEMP) değişkenleri hariç diğer değişkenler sanayi sektörü enerji etkinliği ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Ancak teknoloji ihracatı (LTCH) pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsızdır. Bağımlı değişken ile bütün açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı mutlak değer olarak 0.433 değerinin altındadır.

Hizmetler sektörü için fosil yakıt tüketimi (LFOS), biyoyakıt ve atık kullanımı (LBW), elektrik kullanımı (LELC) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂) değişkenleri hizmetler sektörü enerji etkinliğiyle negatif ilişkiye sahipken hizmetler geliri (LSRV), istihdam (LEMP), ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), hükümet etkinliği (LGOV), hukukun üstünlüğü (LLAW), sosyal küreselleşme (LSOC) ve politik küreselleşme (LPOL) değişkenleri enerji etkinliğiyle pozitif bir ilişkiye sahiptir. Ancak ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), hukukun üstünlüğü (LLAW) ve politik küreselleşme (LPOL) değişkenleri enerji etkinliğiyle pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız bir ilişkiye sahiptir.

Tarım sektöründe ise kullanılan bütün değişkenler tarım sektörü enerji etkinliği ile negatif bir ilişkiye sahiptir. Ancak tarım sektör geliri (LAGR) ve sıcaklık değişimi (LTMP) değişkenleri negatif ve istatistiksel olarak anlamsızdır.

Genel olarak bütün modellerdeki tüm değişkenlerin sektör enerji etkinliğiyle aralarındaki ilişkiler düşük olduğu görülmektedir. Doğrusal korelasyon katsayılarının panel verilerde düşük bulunması normal olmakla birlikte anlamlı bulunması kurulacak modellerin açıklayıcı gücünü artırmada avantaj sağlamaktadır.

Tablo 38'e dikkat edilirse bazı bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon katsayısı 0.80'nin üzerinde ve bunlar arasında bağımlı ile bağımsız arasındaki ilişkiden daha yüksek olanları vardır. Bu yüzden hem çoklu doğrusallık probleminden kurtulmak hem modellerde kullanılan açıklayıcı değişkenlerin sektörlere ait enerji etkinliği

üzerindeki etkisinin ne derece ve ne büyüklükte olduğunu belirleyebilmek için sanayi sektörü için toplam 7, hizmetler sektörü için toplam 4 ve tarım sektörü için toplam 3 Model oluşturulmuştur. Sektörel modellere ait VIF bilgileri EK 8’de gösterilmiştir.

6.3.3. Sektörel Modeller ve Bulgular

Sanayi sektörü enerji etkinliğini etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), karbondioksit emisyonu (LCO₂) ve istihdam (LEMP), ekonomik küreselleşme (LECO), petrol fiyatı (LOIL), kömür fiyatı (LCOA), doğalgaz fiyatı (LNTR), teknoloji ihracatı (LTCH), endüstri sektörü geliri (LIND), ekonomik özgürlük (LEFR) ve iş yapma kolaylığı (LJFR) şeklindeki toplam 12 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1995-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için sanayi sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisi için oluşturulan 7 model aşağıdaki gibidir.

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LELC_{it} + \beta_2 LIND_{it} + \beta_3 LCO2_{it} + \beta_4 LTCH_{it} + \beta_5 LJFR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model1})$$

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LELC_{it} + \beta_3 LIND_{it} + \beta_4 LEMP_{it} + \beta_5 LJFR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model2})$$

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LELC_{it} + \beta_3 LIND_{it} + \beta_4 LECO_{it} + \beta_5 LEFR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model3})$$

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LIND_{it} + \beta_3 LOIL_{it} + \beta_4 LEFR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model4})$$

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LIND_{it} + \beta_3 LOIL_{it} + \beta_4 LJFR_{it} + u_{it} \quad (\text{Model5})$$

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LIND_{it} + \beta_2 LCO2_{it} + \beta_3 LEMP_{it} + \beta_4 LCOA_{it} + u_{it} \quad (\text{Model6})$$

$$LEEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LELC_{it} + \beta_3 LIND_{it} + \beta_4 LECO_{it} + u_{it} \quad (\text{Model7})$$

Hizmetler sektörü enerji etkinliğini etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS), biyoyakıt ve atık kullanımı (LBW), elektrik kullanımı (LELC), hizmetler geliri (SRV), karbondioksit emisyonu (LCO₂), istihdam (LEMP) değişkenlerinin yanında ekonomik karmaşıklık endeksi (LECI), hükümet etkinliği (LGOV), hukukun üstünlüğü (LLAW), sosyal küreselleşme (LSOC) ve politik küreselleşme (LPOL) şeklindeki toplam 12 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1996-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için hizmetler sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisi için oluşturulan 4 model aşağıdaki gibidir.

$$LEES_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCO2_{it} + \beta_2 LLAW_{it} + \beta_3 LSOC_{it} + \beta_4 LPOL_{it} + u_{it} \quad (\text{Model1})$$

$$LEES_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LLAW_{it} + \beta_3 LSOC_{it} + \beta_4 LPOL_{it} + u_{it} \quad (\text{Model2})$$

$$LEES_{it} = \beta_0 + \beta_1 LBW_{it} + \beta_2 LELC_{it} + \beta_3 LSRV_{it} + \beta_4 LECI_{it} + \beta_5 LGOV_{it} + u_{it} \quad (\text{Model3})$$

$$LEES_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LSRV_{it} + \beta_3 LEMP_{it} + \beta_4 LECI_{it} + \beta_5 LGOV_{it} + u_{it} \quad (\text{Model4})$$

Tarım sektörü enerji etkinliğini etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), tarım geliri (AGR), karbondioksit emisyonu (LCO₂) ve sıcaklık değişimi (LTMP) şeklindeki toplam 6 açıklayıcı değişkenin kullanıldığı 1990-2018 döneminde 23

yükselen ekonomi için tarım sektörü enerji etkinliği üzerindeki etkisi için oluşturulan 3 model aşağıdaki gibidir.

$$LEEA_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LELC_{it} + \beta_3 LAGR_{it} + \beta_4 LTMP_{it} + u_{it} \quad (\text{Model1})$$

$$LEEA_{it} = \beta_0 + \beta_1 LELC_{it} + \beta_2 LAGR_{it} + \beta_3 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model2})$$

$$LEEA_{it} = \beta_0 + \beta_1 LFOS_{it} + \beta_2 LAGR_{it} + \beta_3 LTMP_{it} + \beta_4 LCO2_{it} + u_{it} \quad (\text{Model3})$$

6.3.4. Öncü Testler

6.3.4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Literatürde panel veri seti kullanılan güncel çalışmaların çoğunda durağanlık testi yapılmadan önce gözlemlenemeyen ortak etkilerin incelenmesini ve kullanılacak tahmin yönteminin belirlenmesini ve dolayısıyla elde edilecek katsayıların ve standart hataların güvenilirliği için öncelikle değişkenler üzerinde birimler arası ilişki sınaması yapılmaktadır. Bu yüzden yöntem olarak öncelikle kesitler arası korelasyon testleri yapılarak kullanılacak olan durağanlık testleri ve tahmincilere karar verilecektir. Dolayısıyla öncelikle seriler için birimler arası korelasyon testleri uygulanacaktır. Sonra test sonuçlarına göre eğer birimler arası korelasyon varsa 2. Nesil durağanlık testleri aksi halde ise 1. Nesil durağanlık testleri tercih edilecektir. Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığını sınamak için Breusch-Pagan (1980) CD_{LM1} testi ve Pesaran (2004) CD_{LM2} ve (Pesaran-Ullah-Yamagato 2008) CD_{LM-Adj} testleri zaman boyutu kesit boyutundan büyük ($T > N$) olduğunda kullanılmaktadır.

Tüm sektörlerdeki değişkenlere ait yatay kesit bağımlılık testleri yapılmış ve Tablo 39'da gösterilmiştir. Değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 39: Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Sanayi Sektörü						
Değişken	CD _{LM1}		CD _{LM2}		CD _{LM-adj}	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
LEEI	418.473***	423.263***	7.356***	7.569***	-0.948	-1.242
LFOS	356.991***	370.742***	4.623***	5.234***	0.013	-0.068
LELC	398.929***	415.475***	6.487***	7.223***	-0.416	-0.814
LGDP	329.875***	343.967***	3.418***	4.044***	-1.541	-1.383
LCO ₂	340.030***	362.055***	3.869***	4.848***	-0.750	-0.790
LECO	431.975***	453.887***	7.956***	8.930***	-0.091	-0.056
LTCH	473.929***	516.656***	9.822***	11.721***	-2.594	-2.643
LEMP	329.287***	360.851***	3.391***	4.795***	-0.699	-0.968
LJFR	717.484***	711.935***	20.649***	20.402***	-2.899	-2.862
LEFR	414.580***	416.169***	7.183***	7.254***	1.822**	1.709**
LCOA	1779.942***	1506.430***	67.881***	55.722***	1.832**	-1.112
LOIL	1755.082***	1525.583***	66.776***	56.573***	1.814**	0.238
LNTR	1997.799***	1603.762***	77.566***	60.049***	11.093***	0.816
Hizmetler Sektörü						
Değişken	CD _{LM1}		CD _{LM2}		CD _{LM-adj}	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
LEES	315.125***	312.191***	2.762***	2.631***	0.621	0.935
LFOS	347.979***	378.529***	4.222***	5.580***	0.949	0.955
LBW	325.196***	345.906***	3.209***	4.130***	-0.986	-1.224
LELC	339.035***	348.316***	3.825***	4.237***	2.676***	3.311***
LSRV	399.071***	423.092***	6.494***	7.561***	0.257	-0.079
LCO ₂	331.170***	372.968***	3.475***	5.333***	0.128	-0.037
LEMP	599.839***	652.243***	15.419***	17.749***	-1.002	-0.675
LECI	133.363***	479.571***	8.018***	10.072***	0.218	0.762
LGOV	468.291***	481.673***	9.571***	10.166***	0.709	-0.152
LLAW	485.624***	477.644***	10.341***	9.987***	0.228	-0.048
LSOC	387.473***	427.532***	5.978***	7.759***	-0.739	-0.364
LPOL	382.779***	409.941***	5.769***	6.977***	0.422	0.546
Tarım Sektörü						
Değişken	CD _{LM1}		CD _{LM2}		CD _{LM-adj}	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
LEEA	318.945***	322.605***	2.932***	3.094***	-2.363	-2.255
LFOS	303.962**	348.665***	2.266**	4.253***	0.073	0.086
LELC	317.714***	359.659***	2.877***	4.742***	-0.386	-0.287
LAGR	330.202***	349.023***	3.432***	4.269***	1.444*	1.296*
LTMP	943.398***	956.464***	30.692***	31.273***	-0.495	0.121
LCO ₂	321.532***	354.346***	2.544***	4.261***	0.723	0.886

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Burada Birimlerin değişkenleri arasında yatay kesit bağımlılığı testi için H_0 : Birimler arası korelasyon yoktur, H_a : Birimler arası korelasyon vardır.

Tablo 39 incelendiğinde sanayi sektörü için bütün değişkenler CD_{LM1} ve CD_{LM2} için %1 anlamlılık seviyesinde yatay kesit bağımlılığın bulunduğunu gösterirken CD_{LM-Adj} test sonuçlarına göre ise enerji fiyatları %5 anlamlılık düzeyinde “sabitli” model için ekonomik özgürlük (EFR) ise %5 anlamlılık düzeyinde “sabitli” ve “sabitli ve trendli” modeller için yatay kesit bağımlılığına sahiptir. Hizmetler sektörü için bütün değişkenler CD_{LM1} ve CD_{LM2} için %1 anlamlılık seviyesinde yatay kesit bağımlılığın bulunduğunu gösterirken CD_{LM-Adj} test sonuçlarına göre ise kullanımı “sabitli” ve “sabitli ve trendli” modeller için %1 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığına sahiptir. Tarım sektörü için bütün değişkenler CD_{LM1} ve CD_{LM2} için %1 anlamlılık seviyesinde yatay kesit bağımlılığın bulunduğunu gösterirken CD_{LM-Adj} test sonuçlarına göre ise tarım geliri (LAGR) “sabitli” ve “sabitli ve trendli” modeller için %1 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığına sahiptir.

6.3.4.2. Birim Kök Testi

Dolayısıyla tüm sektörlerde ait tüm değişkenler için yatay kesit bağımlılığı bulunduğundan 2. Nesil durağanlık testleri kullanılacaktır. Değişkenlere ait CIPS ve PANIC birim kök test sonuçları Stata 16 paket programı kullanılarak sırasıyla `xtcips` değişken, `maxlags(4)` `bglags(1)` ve `xtpanica` değişken, `panic(2)` `adflag(AIC)` komutları yardımıyla elde edilmiştir.

Tablo 40: Birim Kök Test Sonuçları

Sanayi Sektörü								
Düzye	P_a		P_b		P_{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEEI	-0.227	-1.212	-0.204	-1.098	-0.411	-0.842	-2.563***	-2.655*
LFOS	1.501	-1.826**	1.879	-1.575*	2.508	-1.153	-2.053	-2.250
LELC	-0.976	0.732	-0.921	0.804	-0.186	0.918	-1.573	-1.912
LGDP	-4.140***	-0.109	-2.750***	-0.108	-1.834**	-0.077	-2.192**	-2.692**
LCO ₂	1.280	-1.377*	1.562	-1.230	2.173	-0.913	-2.140*	-2.222
LECO	-0.008	-0.029	-0.007	-0.030	-0.108	0.031	-2.338***	-2.779**
LTCH	1.051	0.871	1.310	0.972	2.432	1.126	-2.662***	-2.887***
LEMP	2.665	0.001	3.903	0.001	4.538	0.077	-1.022	-1.730
LJFR	-0.282	0.267	-0.282	0.278	0.248	0.334	-1.980	-2.660**
LEFR	0.341	0.222	0.393	0.228	1.478	0.290	-1.896	-2.098
LCOA	1.109	0.201	1.215	0.208	0.874	0.257	-0.656	-0.892
LOIL	1.063	0.720	1.296	0.824	1.612	0.951	-0.307	-1.114

LNTR	1.200	-0.374	1.252	-0.358	0.596	-0.292	0.103	-1.220
Fark	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔLEEI	-19.127***	-10.224***	-7.721***	-6.215***	-2.931***	-2.734***	-4.339***	-4.583***
ΔLFOS	-29.691***	-20.798***	-9.789***	-10.251***	-2.854***	-3.264***	-4.572***	-4.723***
ΔLELC	-14.342***	-7.497***	-6.056***	-4.590***	-2.310**	-2.037**	-4.467***	-4.925***
ΔLGDP	-7.756***	-7.091***	-3.910***	-4.514***	-1.830**	-2.084***	-4.095***	-4.193***
ΔLCO ₂	-27.209***	-15.282***	-9.102***	-8.112***	-2.716***	-2.843***	-4.664***	-4.797***
ΔLECO	-14.217***	-11.918***	-6.342***	-6.906***	-2.705***	-2.877***	-4.702***	-4.698***
ΔLTCH	-15.505***	-16.951***	-4.005***	-6.234***	-1.078	-1.439*	-4.502***	-4.605***
ΔLEMP	-11.847***	-9.106***	-4.505***	-5.054***	-1.694**	-2.104**	-4.041***	-4.294***
ΔLJFR	-14.641***	-13.381***	-5.032***	-6.685***	-1.715**	-2.341***	-4.818***	-4.723***
ΔLEFR	-10.624***	-7.599***	-5.517***	-4.853***	-2.626***	-2.368***	-4.296***	-4.487***
ΔLCOA	-36.538***	-19.673***	-10.136***	-9.632***	-2.217**	-2.610***	-1.960	-2.261
ΔLOIL	-26.094***	-17.461***	-8.343***	-8.458***	-2.294**	-2.399***	-2.158**	-2.566
ΔLNTR	-19.969***	-15.637***	-7.354***	-7.946***	-2.473***	-2.568***	-2.342***	-2.905***
Hizmetler Sektörü								
Düzey	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEES	-3.763***	1.341	-2.986***	1.593	-1.272	1.889	-2.735***	-2.406
LFOS	-3.887***	0.240	-2.911***	0,248	-1.533*	0.308	-2.057	-1.683
LBW	0.901	1.004	1.111	1.174	1.940	1.365	-2.015	-2.065
LELC	-7.175***	0.980	-4.284***	1.105	-2.183**	1.270	-2.220**	-2.903***
LSRV	-5.113***	0.856	-3.192***	0.967	-1.634*	1.093	-1.853	-2.211
LCO ₂	-4.354***	0.489	-3.103***	0.519	-1.756**	0.607	-1.993	-1.737
LEMP	-0.849	-0.747	-0.676	-0.688	-0.847	-0.536	-1.454	-1.989
LECI	1.429	-3.458***	1.610	-2.712***	1.493	-1.703**	-1.548	-2.463
LGOV	-1.668**	-2.101**	-1.306*	-1.776**	-1.143	-1.213	-2.215**	-3.469***
LLAW	-3.488***	-4.444***	-2.430***	-3.284***	-1.753**	-2.004**	-2.352***	-3.249***
LSOC	-6.567***	-1.097	-3.427***	-0.948	-1.802**	-0.731	-2.844***	-3.137
LPOL	-0.185	-1.112	-0.151	-0.984	-0.663	-0.709	-2.359***	-2.429
Fark	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔLEES	-9.963***	-8.718***	-5.034***	-5.507***	-2.523***	-2.568***	-3.789***	-4.134***
ΔLFOS	-18.351***	-10.522***	-7.542***	-6.462***	-2.918***	-2.905***	-3.182***	-3.509***
ΔLBW	-5.723***	-5.996***	-3.108***	-3.940***	-1.604*	-1.886**	-3.468***	-4.177***
ΔLELC	-16.555***	-15.221***	-6.791***	-8.292***	-2.613***	-3.038***	-4.410***	-4.557***
ΔLSRV	-7.330***	-7.425***	-3.927***	-4.712***	-1.984**	-2.246**	-3.327***	-3.951***
ΔLCO ₂	-19.801***	-10.910***	-7.571***	-6.382***	-2.583***	-2.582***	-3.858***	-4.224***
ΔLEMP	-24.261***	-11.078***	-8.199***	-6.310***	-2.514***	-2.467***	-3.555***	-3.319***
ΔLECI	-15.113***	-11.695***	-5.888***	-6.566***	-2.007**	-2.457***	-4.753***	-4.783***
ΔLGOV	-18.111***	-33.276***	-6.529***	-13.316***	-2.149**	-2.788***	-5.450***	-5.606***
ΔLLAW	-6.153***	-7.022***	-3.665***	-4.701***	-1.880**	-2.210**	-5.371***	-5.646***
ΔLSOC	-4.360***	-9.882***	-2.830***	-5.723***	-1.839**	-2.433***	-4.878***	-5.031***

LPOL	-19.030***	-10.533***	-6.546***	-5.629***	-2.037**	-1.973**	-4.201***	-4.480***
Tarım Sektörü								
Düzey	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
LEEA	-1.440*	0.172	-0.999	0.178	-1.388	0.257	-2.477***	-2.938***
LFOS	0.385	0.215	0.390	0.225	0.258	0.286	-2.577***	-2.930***
LELC	0.013	-0.284	0.011	-0.265	-0.268	-1.197	-1.980	-2.446
LAGR	0.711	-0.120	0.671	-0.119	-0.099	-0.055	-2.341***	-3.191***
LTMP	-12.981***	-18.687***	-5.972***	-8.889***	-2.734***	-2.819***	-4.695***	-4.810***
LCO ₂	1.200	-1.370*	1.500	-1.230	2.106	-0.910	-1.922	-2.369
Fark	P _a		P _b		P _{msb}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔLEEA	-39.926***	-31.010***	-11.507***	-13.466***	-2.581***	-3.458***	-5.174***	-5.443***
ΔLFOS	-28.539***	-25.363***	-7.658***	-10.585***	-1.966**	-2.722***	-5.059***	-5.277***
ΔLELC	-29.086***	-22.564***	-6.498***	-8.268***	-1.414*	-1.770**	-4.853***	-5.177***
ΔLAGR	-11.898***	-10.212***	-5.137***	-5.471***	-2.028**	-2.168**	-5.038***	-4.881***
ΔLTMP	-28.334***	-28.176***	-8.224***	-12.345***	-2.025**	-2.675***	-5.979***	-6.197***
ΔLCO ₂	-7.746***	-7.081***	-3.810***	-3.800***	-1.840**	-1.930**	-4.082***	-4.614***

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Burada; H₀: Birim kök var, H_a: Birim kök yok.

Tablo 40'a göre sanayi sektörü enerji etkinliği (LEEI) CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” model, fosil yakıt tüketimi (LFOS) P_a ve P_b için “sabit ve trendli” model, endüstri sektörü geliri (LIND) P_a ve P_b testleri için “sabit”, CIPS testine göre ise “sabit” ve “sabit ve trendli” model, karbondioksit emisyonu (LCO₂) P_b testi için “sabit ve trendli” CIPS testine göre ise “sabit” model, ekonomik küreselleşme (LECO) ve teknoloji ihracatı (LTCH) CIPS testine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” model ve iş yapma kolaylığı (LJFR) CIPS testine göre “sabit ve trendli” modelde düzey değerlerinde durağandır. Dolayısıyla endüstri sektörü geliri (LIND) değişkeni hariç tüm değişkenler birinci farkı alındıktan sonra durağan olmaktadır.

Hizmetler sektörü için enerji etkinliği (LEES) P_a, P_b ve CIPS testlerine göre “sabit” model, fosil yakıt kullanımı (LFOS) P_a, P_b ve P_{MSB} testlerine göre “sabit” model, elektrik kullanımı (LELC) P_a, P_b ve P_{MSB} testlerine göre “sabit” model, CIPS testine göre ise “sabit” ve “sabit ve trendli” model, hizmetler geliri P_a, P_b ve P_{MSB} testlerine göre “sabit” model, karbondioksit emisyonu (LCO₂) P_a, P_b ve P_{MSB} testlerine göre “sabit” model, ekonomik karmaşıklık (LECI) P_a, P_b ve P_{MSB} testlerine göre “sabit ve trendli” model, hükümet etkinliği (LGOV) P_a, P_b ve CIPS testlerine göre “sabit ve trendli” model, hukukun üstünlüğü (LLAW) P_a, P_b, P_{MSB} ve CIPS testlerine göre “sabit” ve “sabit ve

trendli” model, sosyal küreselleşme (LSOC) P_a , P_b , PM_{SB} ve CIPS testlerine göre “sabit” model ve politik küreselleşme (LPOL) CIPS testine göre “sabit” model için düzey değerlerinde durağandır. Dolayısıyla elektrik kullanımı (LELC), hükümet etkinliği (LGOV), hukukun üstünlüğü (LLAW) ve sosyal küreselleşme (LSOC) düzey değerlerinde durağan iken diğer değişkenler birinci farkı alındıktan sonra durağan hale gelmektedir.

Tarım sektöründe ise enerji etkinliği (LEEA) P_a için “sabit”, CIPS testine göre ise “sabitli ve trendli” model, fosil yakıt kullanımı (LFOS) ve tarım geliri (LAGR) CIPS testine göre ise “sabitli ve trendli” model ve sıcaklık değişimi (LTMP) P_a , P_b , PM_{SB} ve CIPS testlerine göre “sabit” ve “sabit ve trendli” model için düzey değerlerinde durağandır. Dolayısıyla sıcaklık değişimi (LTMP) hariç diğer bütün değişkenler birinci farkı alındıktan sonra durağan hale gelmektedir.

6.3.4.3. Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Testi

Şimdi ise sektörlerdeki bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin durağanlık düzeylerine göre eş bütünleşme testleri yapılacaktır. Bunun için öncelikle sektörlerle ait modellerde yatay kesit bağımlılığı sınanacaktır. Eğer modellerde yatay kesit bağımlılığı yoksa 1. Nesil aksi halde 2. Nesil eş bütünleşme testleri kullanılacaktır. Ayrıca kullanılacak tahmin yönteminin özelliğini belirleyecek olan eğim parametrelerinin homojenliği veya heterojenliği de her bir sektöre ait tüm modeller için test edilmiş ve Tablo 41’de gösterilmiştir. Modellere ait yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlb> adresinde mevcuttur.

Tablo 41: Tüm Sektörlere Ait Modellerde Yatay Kesit Bağımlılığı ve Eğim Parametrelerinde Homojenlik Test Sonuçları

Sanayi Sektörü					
Model	Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri			Homojenlik Testleri	
	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM-adj}	$\tilde{\Delta}$	$\tilde{\Delta}_{adj}$
Model1	314.420 (0.005)	2.730 (0.003)	7.664 (0.000)	13.172 (0.000)	15.210 (0.000)
Model2	302.134 (0.018)	2.184 (0.014)	4.245 (0.000)	13.567 (0.000)	15.665 (0.000)
Model3	325.933 (0.001)	3.242 (0.001)	1.965 (0.025)	12.925 (0.000)	14.924 (0.000)
Model4	476.864 (0.000)	9.952 (0.000)	14.232 (0.000)	17.159 (0.000)	19.285 (0.000)
Model5	494.384 (0.000)	10.731 (0.000)	11.852 (0.000)	17.157 (0.000)	19.283 (0.000)
Model6	350.312 (0.000)	4.326 (0.000)	6.180 (0.000)	14.737 (0.000)	16.563 (0.000)
Model7	369.844 (0.000)	5.194 (0.000)	6.134 (0.000)	18.231 (0.000)	20.490 (0.000)
Hizmetler Sektörü					
Model	Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri			Homojenlik Testleri	
	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM-adj}	$\tilde{\Delta}$	$\tilde{\Delta}_{adj}$
Model1	506.796 (0.000)	11.283 (0.000)	7.041 (0.000)	18.412 (0.000)	20.812 (0.000)
Model2	506.085 (0.000)	11.251 (0.000)	6.290 (0.000)	18.262 (0.000)	20.643 (0.000)
Model3	317.297 (0.004)	2.858 (0.002)	5.271 (0.000)	12.135 (0.000)	14.115 (0.000)
Model4	384.532 (0.000)	5.847 (0.000)	8.655 (0.000)	14.885 (0.000)	17.313 (0.000)
Tarım Sektörü					
Model	Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri			Homojenlik Testleri	
	CD _{LM1}	CD _{LM2}	CD _{LM-adj}	$\tilde{\Delta}$	$\tilde{\Delta}_{adj}$
Model1	422.136 (0.000)	7.519 (0.000)	10.151 (0.000)	8.108 (0.000)	8.913 (0.000)
Model2	396.213 (0.000)	6.367 (0.000)	10.653 (0.000)	17.465 (0.000)	18.810 (0.000)
Model3	560.527 (0.000)	13.671 (0.000)	16.463 (0.000)	5.577 (0.000)	6.131 (0.000)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir. Homojenlik testleri için; H₀: Birimler arası parametreler homojendir, H_a: Birimler arası parametreler heterojendir (homojen değildir). Burada birimlerin hata terimleri arasında

yatay kesit bağımlılığı testi için H_0 : Birimler arası hata terimleri arasında ilişki yoktur, H_a : Birimler arası hata terimleri ilişkilidir (yatay kesit bağımlıdır).

Tablo 41'e dikkat edilirse sanayi sektörü için tüm modellerde %5 anlam düzeyinde yatay kesit bağımlılığı %1 anlam düzeyinde ise eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülürken hizmetler ve tarım sektörü için tüm modellerde %1 anlam düzeyinde yatay kesit bağımlılığı ve eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Bundan sonraki adımlarda bu durumlar dikkate alınarak tahminler yapılacaktır.

Modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunması ve eğim parametrelerinin heterojenliği ayrıca bağımlı değişkenin birinci farkta açıklayıcı değişkenlerin ise farklı düzeylerde durağan olması dikkate alındığında 2. Nesil eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman (Westerlund, 2008) testi kullanılacaktır. Tüm sektörler için eş bütünleşme test sonuçları Tablo 42'de gösterilmiştir.

6.3.5. Eş Bütünleşme Testi

Zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu panellere makro paneller denilmektedir. Bu paneller uzun dönem ilişkisine sahip olabilmektedir. Dolayısıyla veri seti makro panellere uygun olan bu çalışmada model içerisinde yatay kesit bağımlılığı bulunduğundan dolayı ikinci nesil panel eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman eş bütünleşme testi kullanılmıştır. Westerlund (2008)'in geliştirdiği bu test modelde kalıntılar üzerinden faktör ayrıştırması yaparak yatay kesit bağımlılığının bulunduğu durumda eş bütünleşme ilişkisi araştırmaktadır. Ayrıca test, bağımlı değişkenin $I(1)$, açıklayıcı değişkenlerin ise eş bütünleşme derecesinin önemli olmadığı durumda eş bütünleşme ilişkisini araştırabilmektedir. Burada DHp, modelin eğim parametrelerinin homojen olduğu için panel istatistiğini verirken DHg ise eğim parametrelerinin heterojen olduğu için grup istatistiğini vermektedir.

Modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunması ve eğim parametrelerinin heterojenliği ayrıca bağımlı değişkenin birinci farkta açıklayıcı değişkenlerin ise farklı düzeylerde durağan olması dikkate alındığında 2. Nesil eş bütünleşme testlerinden Durbin-Hausman (Westerlund, 2008) testi kullanılacaktır. Durbin-Hausman eş bütünleşme test sonuçları Tablo 42'de gösterilmiştir. Modeller için Durbin-Hausman eş bütünleşme sonuçları Gauss Light 19 paket programı yardımıyla elde edilmiş ve kullanılan kodlar Şaban Nazlıoğlu tarafından yazılmış ve <https://github.com/aptech/tspdlib> adresinde mevcuttur.

Tablo 42: Modellerde Durbin-Hausman Eş Bütünleşme Test Sonuçları

Sanayi Sektörü				
Model	DH _G		DH _P	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
Madel1	0.123 (0.451)	1.755 (0.040)	-1.224 (0.890)	-0.934 (0.825)
Madel2	2.437 (0.007)	0.768 (0.221)	-0.336 (0.631)	-1.592 (0.944)
Madel3	1.689 (0.046)	0.593 (0.277)	0.026 (0.490)	-0.602 (0.727)
Madel4	-0.542 (0.706)	1.926 (0.017)	-1.356 (0.912)	-1.371 (0.915)
Madel5	2.140 (0.016)	1.187 (0.118)	-1.969 (0.975)	-1.323 (0.907)
Madel6	5.442 (0.000)	2.346 (0.009)	6.204 (0.000)	4.297 (0.000)
Madel7	6.914 (0.000)	7.273 (0.016)	5.868 (0.000)	1.778 (0.038)
Hizmetler Sektörü				
Model	DH _G		DH _P	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
Madel1	12.221 (0.000)	5254.476 (0.000)	10.078 (0.004)	10.043 (0.351)
Madel2	1.503 (0.066)	3.907 (0.000)	-2.078 (0.981)	1.933 (0.027)
Madel3	1.813 (0.035)	1.524 (0.064)	-0.283 (0.611)	-0.227 (0.590)
Madel4	1.276 (0.101)	1.631 (0.044)	0.836 (0.202)	2.355 (0.009)
Tarım Sektörü				
Model	DH _G		DH _P	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
Madel1	6.293 (0.000)	2.913 (0.002)	1.212 (0.113)	0.912 (0.181)
Madel2	1.416 (0.078)	2.119 (0.017)	-1.386 (0.917)	-1.421 (0.922)
Madel3	7.595 (0.000)	0.648 (0.259)	-1.160 (0.877)	-1.216 (0.888)

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir. Parantez içindeki ifadeler ise olasılık değerlerini göstermektedir. Burada Durbin-Hausman eşbütünleşme testi için H_0 : Eş bütünleşme ilişkisi yoktur, H_a : Eş bütünleşme ilişkisi vardır.

Durbin - Hausman eş bütünleşme testi hem grup (DH_G) hem de panel (DH_P) istatistik sonuçlarını vermektedir. Eğer eğim parametreleri homojen ise DH_P panel istatistiği, heterojen ise DH_G grup istatistiği kullanılacaktır. Tablo 41 incelendiğinde tüm sektörler için tüm modellerde eğim parametrelerinin heterojen olduğu görülmektedir. Dolayısıyla tüm sektörler için tüm modeller için grup istatistiği olan DH_G değeri kullanılacaktır. Tablo 42'ye bakılırsa tüm sektörler için tüm modeller için H_0 : Eş Bütünleşme İlişkisi Yoktur hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Dolayısıyla tüm sektörler için tüm modellerde sektörel enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki var olduğu sonucu elde edilmektedir. Bu yüzden bundan sonraki adımda tüm sektörler için tüm modeller için sektörel enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişki araştırılacaktır.

6.4. Tahmin Edilen CCEMG ve AMG Sektörel Modelleri

Eş bütünleşme testinden sonra eğim parametrelerinde bulunan heterojenlik ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) ile (Eberhardt ve Bond, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG) tahmincileri kullanılacaktır. Bu bulgular doğrultusunda, sektörel enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönem katsayılarının tahmini CCEMG tahmin yöntemi ile araştırılmıştır. CCEMG tahmin sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için AMG ikinci tahmin yöntemi olarak yapılmıştır. Hem CCEMG hem de AMG tahmin yöntemleri hem modeller arasında yatay kesit bağımlılığının bulunduğu hem de eğim parametrelerinin heterojen olduğu durumda kullanılabilir.

CCEMG ve AMG tahmin sonuçları Stata 16 paket programında kullanılan `xtmg` komutu kullanılarak elde edilmiştir. Sanayi sektörü Model1 için CCEMG ve AMG sonuçları sırasıyla `xtmg LFOS LELC LIND LCO2 LECO LTCH LEMP LCOA LOIL LEFR LJFR, cce` ve `xtmg LFOS LELC LIND LCO2 LECO LTCH LEMP LCOA LOIL LEFR LJFR, augment` komutları ile elde edilmiştir. Tüm sektörler ve tüm modeller için de bu komutlarla tahmin sonuçları elde edilmiştir.

Tablo 43: Sektörel Modellerin CCEMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Sanayi Sektörü							
LEEI	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7
LFOS		-0.590 (0.033)***	-0.591 (0.033)***	-0.649 (0.032)***	-0.665 (0.030)***		-0.576 (0.036)***
LELC	-0.423 (0.055)***	-0.355 (0.044)***	-0.347 (0.036)***				-0.382 (0.045)***
LIND	0.982 (0.036)***	1.012 (0.042)***	0.977 (0.030)***	0.971 (0.066)***	0.934 (0.050)***	0.894 (0.052)***	0.965 (0.021)***
LCO ₂	-0.525 (0.043)***					-0.547 (0.037)***	
LECO			0.006 (0.031)				0.007 (0.023)
LTCH	0.039 (0.029)						
LEMP		-0.010 (0.067)				-0.332 (0.126)***	
LCOA						0.043 (0.033)	
LOIL				0.012 (0.019)	0.039 (0.030)		
LEFR			-0.046 (0.039)	-0.078 (0.080)			
LJFR	-0.046 (0.034)	-0.005 (0.017)			-0.012 (0.033)		
Sabit	0.012 (0.742)	0.025 (0.526)	-0.448 (0.443)	1.246 (0.824)	0.261 (0.592)	-0.397 (0.908)	-0.562 (0.323)*
Wald	908.88***	1394.27***	1831.73***	552.02***	985.12***	716.10***	3181.62***
S.d; v	5	5	5	4	4	4	4
RMSE	0.0074	0.0043	0.0044	0.0074	0.0087	0.0101	0.0050
Ort. VIF	5.236	5.266	5.294	2.850	3.230	2.360	6.240

Hizmetler Sektörü					Tarım Sektörü			
LEES	Model1	Model2	Model3	Model4	LEEA	Model1	Model2	Model3
LFOS		-0.352 (0.085)***		-0.689 (0.041)***	LFOS	-0.752 (0.046)***		-0.815 (0.082)***
LBW		-0.149 (0.065)**			LELC	-0.169 (0.036)***	-0.169 (0.052)***	
LELC		-0.273 (0.066)***			LAGR	1.081 (0.061)***	1.297 (0.191)***	1.034 (0.057)***
LSRV		0.717 (0.132)***		0.968 (0.058)***	LTMP	-0.028 (0.024)		-0.036 (0.024)
LCO ₂	-0.322 (0.085)***				LCO ₂		-0.564 (0.105)***	-0.072 (0.069)
LEMP				0.600 (0.469)	Sabit	-6.466 (5.566)	-1.143 (8.003)	-6.127 (6.426)
LECI		-0.036 (0.047)		-0.016 (0.028)	Wald	2428.88***	97.81***	988.09***
LGOV		0.038 (0.041)		0.040 (0.021)*	S.d; v	4	3	4
LLAW	0.080 (0.060)	0.087 (0.066)			RMSE	0.0332	0.1916	0.0338
LSOC	0.277 (0.228)	0.286 (0.234)			Ort. VIF	1.130	2.110	2.050
LPOL	0.940 (0.602)	0.969 (0.630)						
Sabit	-1.556 (1.423)	-1.662 (1.419)	0.126 (1.551)	-1.563 (1.873)				
Wald	28.33***	35.68***	49.10***	373.28***				
S.d; v	4	4	5	5				
RMSE	0.0122	0.0126	0.0083	0.0040				
Ort. VIF	1.310	1.310	2.790	3.010				

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarını göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını göstermektedir. Burada $H_0: \beta_k = 0$, $H_a: \beta_k \neq 0$.

Tablo 44: Sektörel Modellerin AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Sanayi Sektörü							
LEEI	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7
LFOS		-0.614 (0.033)***	-0.606 (0.031)***	-0.686 (0.033)***	-0.693 (0.032)***		-0.592 (0.033)***
LELC	-0.455 (0.061)***	-0.372 (0.040)***	-0.386 (0.038)***				-0.388 (0.043)***
LIND	1.066 (0.041)***	1.047 (0.026)***	1.056 (0.030)***	0.965 (0.051)***	0.958 (0.047)***	0.920 (0.055)***	1.045 (0.029)***
LCO ₂	-0.565 (0.035)***					-0.589 (0.030)***	
LECO			0.056 (0.023)**				0.049 (0.025)*
LTCH	0.071 (0.042)*						
LEMP		-0.005 (0.055)				-0.212 (0.137)	
LCOA						0.054 (0.020)***	
LOIL				0.029 (0.013)**	0.031 (0.019)*		
LEFR			-0.060 (0.029)**	-0.213 (0.080)***			
LJFR	-0.036 (0.043)	-0.047 (0.024)			-0.040 (0.044)		
Sabit	-2.483 (0.351)***	0.851 (0.245)***	-1.015 (0.286)***	-0.710 (0.424)*	-0.932 (0.421)**	-2.215 (0.485)***	-1.050 (0.297)***
Wald	1196.89***	3372.66***	2763.60***	695.65***	765.19***	837.77***	2054.96***
S.d; v	5	5	5	4	4	4	4
RMSE	0.0102	0.0063	0.0067	0.0111	0.0109	0.0143	0.0070
Ort. VIF	5.236	5.266	5.294	2.850	3.230	2.360	6.240

Hizmetler Sektörü					Tarım Sektörü			
LEES	Model1	Model2	Model3	Model4	LEEA	Model1	Model2	Model3
LFOS		-0.363 (0.084)***		-0.634 (0.046)***	LFOS	-0.719 (0.052)***		-0.801 (0.082)***
LBW			-0.235 (0.078)***		LELC	-0.182 (0.034)***	-0.227 (0.046)***	
LELC			-0.365 (0.061)***		LAGR	1.095 (0.103)***	1.090 (0.124)***	1.031 (0.103)***
LSRV			0.869 (0.069)***	0.951 (0.041)***	LTMP	-0.025 (0.012)**		-0.051 (0.025)**
LCO ₂	-0.331 (0.085)***				LCO ₂		-0.551 (0.106)***	-0.077 (0.063)
LEMP				0.143 (0.058)**	Sabit	-1.287 (0.891)	-2.461 (0.889)***	-0.771 (0.920)
LECI			-0.158 (0.079)**	-0.038 (0.040)	Wald	1258.66***	384.26***	311.97***
LGOV			0.009 (0.038)	0.040 (0.022)*	S.d; v	4	3	4
LLAW	0.126 (0.069)*	0.134 (0.068)**			RMSE	0.0679	0.2115	0.0712
LSOC	0.302 (0.164)*	0.297 (0.164)*			Ort. VIF	1.130	2.110	2.050
LPOL	1.550 (0.583)***	1.592 (0.611)**						
Sabit	3.632 (1.045)***	4.519 (1.163)***	-0.846 (0.722)	-1.482 (0.475)***				
Wald	38.09***	41.65***	175.66***	611.15***				
S.d; v	4	4	5	5				
RMSE	0.0171	0.0174	0.0128	0.0062				
Ort. VIF	1.310	1.310	2.790	3.010				

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleri, parantez içindeki değerler ise tahminci katsayıların standart hatalarını göstermektedir. Wald istatistiği kurulan modellerin genel olarak anlamlılığını göstermektedir. Burada $H_0: \beta_k = 0$, $H_a: \beta_k \neq 0$.

6.5. Sektörel Model Bulguları

Tüm sektörlerle ait tüm modeller için CCEMG tahmin sonuçları Tablo 43'de AMG sonuçları ise Tablo 44'de yer almaktadır. Her iki model sonuçlarına göre tüm modeller için genel olarak değişkenlerin büyüklüğü ve işareti benzer çıkmıştır.

Sanayi sektörü için tercih edilen Model2 incelendiğinde fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), istihdam (LEMP) ve iş yapma kolaylığı (LJFR) sanayi sektörü enerji etkinliğini olumsuz etkilerken endüstri sektörü geliri (LIND) ise olumlu etkilemektedir. En fazla enerji etkinliğini olumlu etkileyen ise endüstri sektörü geliri (LIND) iken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS) bulunmuştur. Katsayı olarak incelendiğinde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen endüstri sektörü gelirinde (LIND) meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğini %1.01 (CCEMG) ve %1.05 (AMG) artırırken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketiminde (LFOS) meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğini %0.59 (CCEMG) ve %61 (AMG) azaltmaktadır. Ayrıca istihdam (LEMP) ve iş yapma kolaylığı (LJFR) negatif işaretli ancak istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Tüm modeller incelendiğinde fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), karbondioksit emisyonu (LCO₂), istihdam (LEMP), ekonomik özgürlük (LEFR) ve iş yapma kolaylığı (LJFR) enerji etkinliğini olumsuz etkilerken endüstri sektörü geliri (LIND), ekonomik küreselleşme (LECO), petrol fiyatı (LOIL) ve kömür fiyatı (LCOA) ise olumlu etkilemektedir.

Hizmetler sektörü için tercih edilen Model4 incelendiğinde fosil yakıt tüketimi (LFOS) ve ekonomik karmaşıklık (LECI) hizmetler sektörü enerji etkinliğini negatif etkilerken hizmetler geliri (LSRV), istihdam (LEMP) ve hükümet etkinliği enerji etkinliğini pozitif etkilemektedir. En fazla enerji etkinliğini olumlu etkileyen ise hizmetler geliri (LSRV) iken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS) bulunmuştur. Katsayı olarak incelendiğinde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hizmetler gelirinde (LSRV) meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğini %0.97 (CCEMG) ve %0.95 (AMG) artırırken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketiminde (LFOS) meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğini %0.69 (CCEMG) ve %0.63 (AMG) azaltmaktadır. Ayrıca ekonomik karmaşıklık (LECI) negatif işaretli ancak istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Tüm modeller incelendiğinde fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), biyoyakıt ve atık kullanımı (BW), karbondioksit emisyonu (LCO₂) ve ekonomik karmaşıklık enerji etkinliğini negatif etkilerken hizmetler geliri (LSRV), istihdam (LEMP), hukukun üstünlüğü (LLAW), sosyal küreselleşme (LSOC) ve politik küreselleşme (LPOL) ise pozitif etkilemektedir.

Tarım sektörü için tercih edilen Model1 incelendiğinde fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC) ve sıcaklık değişimi (LTMP) tarım sektörü enerji etkinliğini

negatif etkilerken sanayi geliri (LAGR) enerji etkinliğini pozitif etkilemektedir. En fazla enerji etkinliğini olumlu etkileyen ise tarım geliri (LAGR) iken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketimi (LFOS) bulunmuştur. Katsayı olarak incelendiğinde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen tarım gelirinde (LAGR) meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğini %1.08 (CCEMG) ve %1.10 (AMG) artırırken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıt tüketiminde (LFOS) meydana gelen %1’lik bir artış enerji etkinliğini %0.75 (CCEMG) ve %0.72 (AMG) azaltmaktadır. Tüm modeller incelendiğinde fosil yakıt tüketimi (LFOS), elektrik kullanımı (LELC), sıcaklık değişimi (LTMP) ve karbondioksit emisyonu (LCO₂) enerji etkinliğini negatif etkilerken tarım geliri (LAGR) ise pozitif etkilemektedir.

Dolayısıyla tüm modeller incelendiğinde fosil yakıt kullanımı enerji etkinliğini en fazla olumsuz sanayi sektörü (-0.665 (CCEMG)/-0.693 (AMG)) ve hizmetler sektörü (-0.689 (CCEMG)/-0.634 (AMG))’nde değil tarım sektöründe (-0.815 (CCEMG)/-0.801 (AMG)) etkilemektedir. Benzer şekilde CO₂ emisyonu enerji etkinliğini en fazla olumsuz sanayi sektörü (-0.547 (CCEMG)/-0.589 (AMG)) ve hizmetler sektöründe (-0.322 (CCEMG)/-0.331 (AMG)) değil en fazla olumsuz tarım sektöründe (-0.564 (CCEMG)/-0.551 (AMG)) etkilemektedir. Ancak elektrik kullanımı enerji etkinliğini en fazla olumsuz hizmetler sektörü (-0.273 (CCEMG)/-0.365 (AMG)) ve tarım sektöründe (-0.169 (CCEMG)/-0.227 (AMG)) değil sanayi sektöründe (-0.423 (CCEMG)/-0.455 (AMG)) etkilemektedir. Sektörel gelir ise enerji etkinliğini en fazla olumlu Sanayi sektörü (+1.012 (CCEMG)/+1.066 (AMG)) ve hizmetler sektöründe (+0.968 (CCEMG)/+0.951 (AMG)) değil en fazla tarım sektöründe (+1.297 (CCEMG)/+1.095 (AMG)) etkilemektedir. Dolayısıyla sektörel gelir artışı sonucu enerji etkinliğinin en fazla olumlu etkilendiği sektör tarım sektörü iken fosil yakıt kullanımı ve CO₂ emisyon artışı sonucu enerji etkinliğinin en fazla olumsuz etkilendiği sektör yine tarım sektörüdür. Ayrıca elektrik kullanım artışı sonucu enerji etkinliğinin en fazla olumsuz etkilendiği sektör ise sanayi sektörü olarak bulunmuştur.

6.6. Bölüm Değerlendirmesi

Artan küreselleşmeyle birlikte artan rekabet, üretim, nüfus ve günlük hayatın neredeyse her yerinde elektrikli aletlerin kullanılması enerjiye olan ihtiyacı daha fazla artırmaktadır. Bu artan ihtiyacı kendi öz kaynakları ile karşılayamayan ülkeler enerji alanında dışa

bağımlı hale gelmektedir. Dolayısıyla artan talebin karşılanamaması paralelinde dışa bağımlılık artmaktadır. Bu yüzden bu ülkeler için enerji alanında ya kullanılan enerjinin etkin, verimli ve tasarruflu kullanma yolları ya da yenilenebilir enerji alanında yapılacak adımlar hayati önem taşımaktadır. Kullanılan enerjinin etkin kullanılması tasarruf edilen enerjinin değerini gösterdiği için bir enerji kaynağı olarak ele alınabilir. Dolayısıyla enerjinin etkin kullanılması çok önemli bir enerji kaynağı olmaktadır. Bu yüzden yükselen ekonomiler için enerjinin nasıl etkin kullanılabileceği sorusunun çok yönlü olarak cevaplandırılması çok değerli hale gelmiştir. Toplam ekonomi düzeyinde enerji etkinliğinde yaşanan değişim sektör detayı olmadan çok fazla bilgi vermeyecek olması sektörel seviyede enerji etkinliğini açıklayıcı modellerin geliştirilmesinin önemini artırmıştır.

Bu bölümde 23 yükselen ekonomi için sektörel olarak enerji etkinliği araştırılmıştır. Sanayi sektörünü 1995-2018 dönemi, hizmetler sektörünü 1996-2018 dönemi, tarım sektörünü ise 1990-2018 dönemi için yıllık verilerle sektörlere ait kullanılan enerji başına düşen ürünün nasıl bir seyir izlediği bir kısmı sektörler için açıklayıcı değişkenler kullanılarak açıklanmıştır. Modeller kurulurken teorik ve uygulamalı çalışmalardan yararlanılmış ve uygun bir ekonometrik yöntem izlenmiştir. Çalışmada her bir sektör için değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilmeden önce birimler arası korelasyon sınaması yapılmış ve bunun neticesinde ikinci nesil birim kök testleri ile serilerin durağanlığı test edilmiştir. Bazı değişkenler arasında ortaya çıkan yüksek korelasyon ve VIF değerlerinden dolayı çoklu doğrusallık problemini önlemek için sanayi sektörü için toplamda 12 değişkenin kullanıldığı 7 model, hizmetler sektörü için toplamda 12 değişkenin kullanıldığı 4 model ve tarım sektörü için toplamda 6 değişkenin kullanıldığı 3 model oluşturulmuştur. Sonra tüm oluşturulan modellerin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Eşbütünleşme testi kullanılarak modellerde bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Tahmin edilen tüm modellerde eşbütünleşme ilişkisine rastlanmıştır. Bu yüzden uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için modellerde eğim parametrelerinin homojenliği ve yatay kesit bağımlılığı sınanmıştır. Daha sonra tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu ve heterojen eğime sahip olduğundan CCEMG ve AMG uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır. Tahmin edilen CCEMG ve AMG sonuçları genel olarak birbirine benzer sonuçlar vermiş ve RMSE model tercih ve uyumluluk ölçütlerinden 0

(sıfır)'a en yakın değerlere sahip olan sanayi sektörü için Model2, hizmetler sektörü için Model4 ve tarım sektörü için Model1 tercih edilmiştir. Tüm sektörel bulgular, 23 yükselen ekonomi için ilgili dönemde sektörel enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen faktörün sektörel gelir olduğunu göstermiştir. Diğer yandan en fazla olumsuz etkileyen faktörün ise fosil yakıt kullanımı olduğu bulunmuştur. Katsayılar olarak incelendiğinde sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen sektörel gelirdeki %1'lik bir artış enerji sektörel etkinliğinde yaklaşık olarak sırasıyla %1.01 (CCEMG)/%1.05 (AMG), %0.97 (CCEMG)/%0.95 (AMG) ve %1.08 (CCEMG)/%1.10 (AMG) artış gösterirken en fazla olumsuz etkileyen fosil yakıtta meydana gelen %1'lik bir artış ise enerji etkinliğinde %0.59 (CCEMG)/%0.61 (AMG), %0.69 (CCEMG)/%0.63 (AMG) ve %0.75 (CCEMG)/%0.72 (AMG) azalış meydana getirmektedir.

Tüm sektörler için modeller incelendiğinde sanayi sektöründe endüstri sektörü geliri, ekonomik küreselleşme, teknoloji ihracatı ve enerji fiyat artışları enerji etkinliğini olumlu etkilediği bulunmuştur. Ancak sanayi elektrik kullanımı, sanayi sektörü CO₂ emisyonu, sanayide istihdam, ekonomik özgürlük ve iş yapma özgürlüğü ise enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Hizmetler sektöründe hizmetler geliri, hizmetler sektöründeki istihdam, hukukun üstünlüğü, sosyal küreselleşme ve politik küreselleşme enerji etkinliğini pozitif etkilerken hizmetler sektörü fosil yakıt tüketimi, hizmetler sektörü elektrik kullanımı, hizmetler sektörü biyoyakıt ve atık kullanımı ve hizmetler karbondioksit emisyonu enerji etkinliğini negatif etkilemektedir. Tarım sektöründe ise tarım sektör geliri tarım sektörü enerji verimini/etkinliğini pozitif etkilerken tarımsal fosil yakıt tüketimi, tarımsal elektrik kullanımı, tarımsal karbondioksit emisyonu ve sıcaklık değişimi enerji etkinliğini negatif etkilemektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Çin için Hang ve Tu (2007) tarafından sanayi sektöründe enerji fiyat artışının, 31 OECD ülkesi için Chang vd. (2018) tarafından hükümet etkinliğinin ve Çin için Kaya ve Bayraktar (2019) tarafından hukukun üstünlüğünün enerji etkinliğini olumlu etkilediği diğer taraftan Çin için Fisher-Vanden vd. (2004) tarafından yapılan çalışmadaki sanayi sektöründeki kömür tüketiminin, Finlandiya ekonomisi için Seppälä vd. (2011) tarafından hizmetler sektöründe fosil yakıt kullanımının, Çin için Zhang vd. (2019) tarafından tarım sektöründe kullanılan fosil yakıtın, İran için Javadi vd. (2021) endüstride elektrik kullanımının, geçiş ekonomilerinde Paakkönen (2010) tarafından ekonomik özgürlüğün

ve Türkiye için Tunç vd. (2009) tarafından sanayi sektöründe CO₂ emisyon artışlarının ise enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Sektörel model bulguları ışığında politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. İlk olarak yükselen ekonomilerde tüm sektörler için fosil yakıt kullanımı ve elektrik kullanımının sektörel enerji etkinliğini önemli derecede olumsuz etkilemesi bu ülkelerin enerji kaynakları arasında hala yoğun bir şekilde fosil yakıt bağımlılığın ve kullanımının olduğunu göstermektedir. Ayrıca yükselen ekonomilerde ekonomik özgürlük ve iş yapma özgürlüğü artışları sanayi gelirinde artışa neden olurken enerji kullanımında fosil yakıt ağırlıklı olmasından dolayı enerji etkinliği olumsuz etkilenecektir. Benzer şekilde bu sektörde yapılan istihdam artışları da sanayi gelirini artıracak ancak kişi başı düşen enerji kullanımı gelişmiş ülkelere göre neredeyse iki katı kadar olması ve fosil yakıt tüketimi yüzünden enerji etkinliği olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca yükselen ekonomiler için çoğu ekonomi kullandığı fosil yakıtı dışardan ithal etmektedir. Dolayısıyla sektörel olarak yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden politikalar bu ülkelerin enerji alanında dışa bağımlılığını azaltmanın yanında çevre kalitesini de olumlu etkileyecektir. Diğer taraftan ekonomik küreselleşmeyle beraber artan yüksek teknoloji ihracatı yükselen ekonomilerde teknolojik gelişmelere ve yeni teknolojilere sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla teknoloji alanında yapılan iyileşmeler sanayi sektöründe üretimin en önemli girdisi olan enerji alanına da yansıtacak ve enerjinin daha etkin kullanılmasına neden olacaktır.

Hizmetler sektörü dünya enerji kullanım payı olarak çok önemli bir sektördür. Etkin bir hükümet yönetiminde çevre odaklı alınacak olan enerji etkinlik politikalarının uygulanması daha kolay ve başarılı olacaktır. Bunun yanında hukuk alanında yapılacak reformlar piyasada bulunan firmalara güvenli ve şeffaf bir ortamı sağlarken aynı zamanda hizmetler sektöründe de kalite ve verimliliğin sağlanmasını sağlayacaktır. Ayrıca yabancı sermaye girişinde hizmetler kalitesi tercihi önemli olduğundan dolayı olarak hukukun üstünlüğü yabancı sermaye girişini de artıracaktır. Bu sektörde yaşanan küreselleşme ise teknolojik gelişmelere yansıtacağından hizmetlerin hızlı, etkin ve başarılı bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacaktır. Diğer taraftan dünya enerji kullanımında çok önemli paya sahip olan hizmetler sektöründe fosil yakıt kullanımı, elektrik kullanımı, biyoyakıt ve atık tüketimi enerji etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla hizmetler sektörü özelinde enerji kaynakları arasında yenilenebilir enerji kullanımı enerji etkinliğinin artması için çok önemli fırsatlar sunmaktadır.

Tarım sektörünün ise yüksek oranda fosil yakıtla bağımlı olması enerji etkinlik politikaları açısından bu alanı çok önemli bir sektör haline getirmektedir. Ayrıca fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonu zamanla çevre kalitesini olumsuz etkilemenin yanında küresel sıcaklıkların artmasına da neden olmaktadır. Artan sıcaklıklar kuraklıklara sebep olurken bu durum tarım sektörü için tarımsal faaliyetleri olumsuz etkilemekte ve yenilenebilir enerji payı içerisinde yarısından fazla paya sahip hidro kaynağını tehdit etmektedir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için çevre dostu, sürdürülebilir, güvenli, ucuz ve bol enerji kaynaklarına ihtiyaç her geçen gün şiddetini artırmaktadır.

Literatürde enerji yoğunluğunu (tersine enerji verimliliğini) etkileyen faktörlerin veri kısıtından dolayı çok az çalışmada sektörel olarak araştırıldığı görülmektedir. Bu bölüm çalışmasında sektörel enerji etkinliklerini etkileyebilecek enerji fiyatları, gelir ve diğer iktisadi değişkenlerin yanında sosyal ve politik değişkenler de kullanılmıştır.

SONUÇ

Bu tez çalışmasında yükselen ekonomiler için enerji etkinliğinin önemi ortaya konmuş ve 1990-2018 dönemi kapsamında enerji etkinliğini açıklayıcı değişkenler ve hipotezler ileri sürülüp, panel veri ekonometrik modellerle enerji etkinliği açıklanmıştır. Bu amaçla belirli bir panel ekonometri metodolojisi ile enerji etkinliği arz ve talep yanlı ekonomik değişkenlerle birlikte politik, sosyal ve kurumsal değişkenlerin de kullanıldığı modellerle genel enerji etkinliği açıklanmış, sonra sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji etkinliklerini açıklayıcı modeller kurulmuştur. Ulaşılan bulgular doğrultusunda değerlendirmeler yapıp politika önerileri getirilmiştir.

Konunun Önemi: Konunun önemine yönelik olarak; küreselleşme öncesi her ekonomi kendi içerisinde bulunan düzene göre şekillenmekte ve dış dünyayla ekonomik ilişkiler görece zayıf yürütülmekteydi. Küreselleşmeyle birlikte dünyada sermaye hareketliliğinin önündeki engellerin giderek ortadan kalkması ile birlikte ekonomiler arasında artan rekabet ve artan üretim ile beraber artan nüfus ve günlük yaşamın neredeyse her alanında enerji gerektiren aletlerin artan kullanımı beraberinde enerjiye olan ihtiyacı eskisine oranla büyük oranda artırmıştır. Ülkelerin ortaya çıkan ve giderek artan enerji ihtiyacını kendi öz kaynakları ile karşılayamaması ekonomilerini dışa bağımlı hale getirmektedir. Dolayısıyla bir ülkenin enerjiye olan ihtiyacının artması ve bunu kendi içerisinde karşılayamaması paralelinde dışa bağımlılığı aynı oranda artmaktadır. Oysa her ülke özellikle enerji alanında dışa bağımlılığı olabildiğince azaltmak istemektedir.

Ekonomilerde dışa bağımlılığın azaltılması için literatürde enerji ile ilgili yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmalar genel olarak enerji kaynakları arasında hala yüksek paya sahip olan fosil yakıt kullanımının terk edilmesi gerektiği noktasında birleşmektedir. Ancak bu durumun bir anda gerçekleşmesi mümkün olmadığı için olabildiğince hızlı bir şekilde fosil yakıt yerine çevre dostu enerji kaynaklarının ikame edilmesi, bunu yaparken de kullanılan her enerji kaynağı için enerjinin etkin kullanılma yollarını aramanın önemli olduğu yapılan bu çalışmaların sonuçlarına yansımıştır. Çünkü günümüz teknolojik inovasyonlarına rağmen petrol, kömür, gaz, biokütle, nükleer, yenilenebilir enerji girdilerinde yaşanan etkinlik/verimlilik %11 gibi düşük bir orana sahiptir (Gürler vd., 2020:16). Bu durumda yaşanacak enerji etkinlik artışları kayıp potansiyelin sisteme kazandırılmasıyla enerji maliyetlerinin azaltılmasının yanında enerji talebinin de ciddi oranda azaltılmasına neden olmaktadır. Enerjide

etkinliği artırıcı olan bu durum tasarruf edilen enerjinin değerini gösterdiğinden yeni bir enerji kaynağı olarak düşünölmektedir. Böylece enerji etkinliğinde yaşanan artış, ek yeni enerji kaynaklarının devreye sokulması için yapılacak yatırımlardan daha ekonomik olmaktadır. Dolayısıyla enerji alanında dışa bağımlı ölkeler için en önemli enerji kaynağı ya yenilenebilir enerji ya da enerjinin tasarruf edilerek kullanılmasıdır.

Enerji verimliliği/etkinliği ile ilgili literatürün çoğuunda “enerji verimliliği/etkinliği” ve “enerji verimliliğini/etkinliğini artırmak” kullanılamayan potansiyeli hayata geçirmekle gerçekteşeceği düşünölmektedir. Çünkü enerji etkinliğinin stratejik faydalarının çoğu henüz gerçekteşmemiştir. Bu yüzden bu kayıp potansiyeli dikkate alarak, önemli bir literatür, “enerji etkinliği açığı” önündeki engelleri, enerjide etkinlik iyileştirmelerinin optimal ve gerçekte başarı seviyeleri arasındaki farkı anlamaya çalışmıştır. Bu, özellikle engellerin ekonomik, sosyal, politik, davranışsal ve örgötsel olarak sınıflandırılabil-diği arz, talep, karma ve sektörel yönlü olarak enerjinin etkin kullanımına ilişkin bir durumdur.

Literatürde enerji etkinliği genel olarak enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu ile çok karıştı-rılan bir kavramdır. Ancak bu kavramlar birbirlerinden farklı kavramlardır. *Enerji etkinliği* aynı miktarda enerji kullanarak maksimum çıktı elde etmek iken (Özkara, 2015:13; Karabat ve Aydın, 2018:6), *enerji verimliliği* üreticiler için aynı miktarda hizmetler veya faydalı çıktı üretmek için daha az enerji kullanmaktır (Patterson, 1996:377). *Enerji yoğunluğu* ise bir birim Gayrı Safı Yurt içi Hasıla (GSYİH) başına kullanılan birincil enerji miktarıdır (İslatince ve Haydaroglu, 2009:157). Dolayısıyla elde edilen çıktı için enerjinin daha az kullanılması enerji verimliliğini artırmakla birlikte enerji etkinliğinin artmasına yol açmaktadır.

Araştırmaya konu olan 23 yükselen ekonomi IMF’nin 2015 yılında yayınlanan Dünya Ekonomik Raporu’nda *Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Bulgaristan, Şili, Çin, Kolombiya, Macaristan, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Filipinler, Polonya, Romanya, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezuela* olarak belirtilmiştir (IMF; WEO, 2015:124). Bu ölkeler uygulanan enerji politikaları, enerji kaynakları arasında yüksek paya sahip fosil yakıt kullanımı, artan nüfus ve genel olarak enerji alanında dışa bağımlı olmaları nedenleriyle enerjinin etkin kullanımına yönelik araştırmalar konusunda özel çalışılmalıdır.

Yükselen ekonomiler gerçekleştirdiği yüksek büyüme rakamlarıyla küresel ekonominin lokomotifleri sayılırlar. Dünya Bankası (2021) veri tabanından alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre 1995-2018 döneminde dünya GSYİH'sı yıllık olarak ortalama %2.98 artış gösterirken yükselen ekonomilerde ise bu artış %5.18 şeklinde gerçekleşmiştir. Ancak bu ekonomiler ne yazık ki bu yüksek büyüme rakamlarını kendi öz enerji kaynaklarıyla değil de dışardan ithal ettiği enerji kaynakları ile gerçekleştirebilmektedir. IEA (2021) veri tabanından alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre 1995-2018 döneminde yükselen ekonomilerde toplam ithal edilen enerji yıllık olarak ortalama %6.14 artış göstermiştir. Ayrıca yine aynı dönemde yükselen ekonomilerin ithal ettiği fosil enerji kaynakları yıllık olarak ortalama %6.18 (kömür %8.70, petrol %5.69 ve doğalgaz %5.60) artış göstermiştir. Dolayısıyla bu ekonomilerin ilgili dönemde ithal edilen enerjide yaşanan yıllık ortalama artış hızı GSYİH'sından daha büyüktür. O halde yükselen ekonomiler için daha yüksek büyüme rakamları ondan daha fazla dışa bağımlılık anlamına gelmektedir.

Diğer yandan yükselen ekonomiler için 1995-2018 döneminde IEA (2021) sitesinden alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre dünya yıllık olarak ortalama toplam enerji tüketimi %1.92 ve fosil yakıt kullanımı %1.98 (kömür %2.43, petrol %1.26 ve doğalgaz %2.60) artış gösterirken yükselen ekonomilerde ise yıllık olarak ortalama toplam enerji tüketimi %3.12 ve fosil yakıt kullanımı %3.39 (kömür %3.99, petrol %2.85 ve doğalgaz %2.81) artış göstermiştir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler Çin başta olmak üzere yüksek büyüme rakamlarıyla küresel ekonominin lokomotifleri sayılırken yüksek enerji tüketimi ve bu enerji içerisinde yüksek fosil yakıt kullanımıyla da küresel enerji kullanımının lokomotifleri sayılırlar. O halde bu ekonomiler yüksek büyüme rakamlarını çevre kirliliğini ve bozulmalarını arttıran fosil yakıt kullanımıyla gerçekleştirmektedir. Yani yükselen ekonomilerin gerçekleştirdiği yüksek büyümeler ne yazık ki “*kirli büyüme*” şeklindedir.

Yükselen ekonomilerin gerçekleştirdiği kirli büyüme yetersiz teknoloji seviyesinden dolayı yüksek enerji kayıplarıyla da sonuçlanmaktadır. 1995-2018 döneminde yükselen ekonomiler için enerjinin üretimi, iletimi ve taşınması sırasında meydana gelen enerji kayıpları yıllık olarak ortalama %2.38 artış göstermiştir. Ayrıca dünya genelinde fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonu yıllık olarak ortalama %1.97 artış gösterirken yükselen ekonomiler için yine aynı dönemde fosil yakıt kullanımı sonucu

ortaya çıkan CO₂ emisyonu yıllık olarak ortalama %3.53 artış göstermiştir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için artan enerji kayıpları daha fazla enerji tüketimi, daha fazla fosil yakıt kullanımı, daha fazla CO₂ emisyonu, daha az enerji etkinliği ve daha fazla kirlilik ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca artan enerji kayıpları daha fazla enerji ihtiyacı, daha fazla enerji maliyeti, daha fazla dışa bağımlılık, daha fazla döviz ihtiyacı, daha fazla cari açık ve daha fazla kırılgan bir ekonomi olmayı beraberinde getirmektedir. Bu yüzden yükselen ekonomiler için enerji etkinliği/verimliliği ile ilgili çalışmalar hayati önem taşımaktadır. Bu amaçla bu tez yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini/verimliliğini artırmak için arz, talep ve karma modeller yardımıyla araştırmaktadır.

Diğer taraftan toplam ekonomi düzeyinde enerji etkinliği/verimliliğinde yaşanan değişim çok genel bilgiler vermekte ve basit etkinlik ölçüsü (GSYİH/ Enerji) şeklinde hesaplanmaktadır. Ancak bu hesaplamalar sektör bazında yapıldığında etkinlik ölçüsü çok fazla bilgi barındıracağından enerji etkinliğini artırmaya yönelik politikalar etkinliği de artıracaktır. Bu yüzden sektörel bazda da enerji etkinliğini hangi faktörlerin ne yönde ve ne seviyede açıkladığını ortaya koyarak politika ve strateji belirlemek önemlidir.

Gelişmekte olan ülkelerde sanayi sektörü için enerji etkinlik/verimlilik ve tasarruf önlemleri bu alanda yeni teknolojilerin ve rekabet gücünün geliştirilmesi için önem arz etmektedir (Meral vd., 2009:34). Bunun nedeni gelişmekte olan ülkelere sanayi sektörü için bir birim iş başına ihtiyaç duyulan enerji miktarının gelişmiş ülkelere göre daha fazla olmasıdır. Dolayısıyla sanayi sektöründe üretimin ve maliyetin en önemli girdisi arasında yer alan enerji alanında yapılacak herhangi bir iyileştirme sanayi sektörü özelinde tüm ekonomiye yansıyacaktır. Ayrıca hizmetler ve tarım sektöründe yaşanacak enerji etkinlik artışları da bu sektörlerde yaşanacak olan maliyet ve zamandan tasarruf, hizmetlerde yaşanan süreklilik ve kolaylıklar, verilen hizmetlerin başarılı bir şekilde sonuçlanması ve genel kalitenin artması şeklinde sonuçlanacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla sektörel olarak enerji etkinliğinin araştırılması da önem arz etmektedir.

Diğer yandan sektörel olarak enerji etkinliğinin önemine yol açan büyüme oranı verilerine bakmak istersek, Dünya Bankası (2021) veri tabanından alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre 1995-2018 döneminde yıllık olarak ortalama dünya sanayi sektörü GSYİH'sı %2.82, hizmetler sektörü GSYİH'sı %2.99 ve tarım sektörü GSYİH'sı %2.77 artış gösterirken yükselen ekonomilerde yine aynı dönemde bu

artışlar sanayi sektörü GSYİH’ında %5.00, hizmetler sektörü GSYİH’ında %5.71 ve tarım sektörü GSYİH’ında %3.04 şeklinde gerçekleşmiştir.

Ayrıca yine aynı dönemde IEA (2021) sitesinden alınan verilerle tarafımızca yapılan hesaplamalara göre dünya sanayi, hizmetler ve tarım sektörü toplam enerji tüketimi ile dünya sanayi, hizmetler ve tarım sektörü fosil yakıt kullanımı yıllık olarak ortalama sırasıyla %2.02, %1.70 ve %0.90 ile %1.73, %1.72 ve %0.29 artış şeklinde gerçekleşmiştir. Yükselen ekonomilerde ise yine aynı dönemde sanayi, hizmetler ve tarım sektörü toplam enerji tüketimi ile dünya sanayi, hizmetler ve tarım sektörü fosil yakıt kullanımı yıllık olarak ortalama sırasıyla %3.21, %2.29 ve %0.82 ile %2.93, %3.35 ve %0.44 artış şeklinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler toplam enerji tüketimi ve toplam GSYİH’ında olduğu gibi sektörel enerji tüketimi ve sektörel GSYİH’ında da yıllık olarak dünya ortalamasından çok daha fazla ortalama artışa sahiptir. Bu yüzden bu tez çalışması genel ekonomi düzeyinde arz, talep ve karma modellerle enerji etkinliğini araştırmanın yanında sektörel olarak da enerji etkinliğini araştırarak çok geniş bir tez araştırması ortaya koymaktadır.

Bu doğrultuda, bu tezde enerji etkinliğinin faydaları ve enerji etkinliğinin tam potansiyelinin yükselen ekonomiler için nasıl gerçekleştirilebileceğini anlamayı amaçlayarak geniş bir araştırma literatürü ortaya koymanın yanında arz, talep, karma ve sektörel modeller geliştirilip ampirik olarak araştırmakta; enerji etkinliğini açıklamak için hipotez olarak ileri sürülen değişkenlerin anlamlılığını ortaya koymaktadır. Günümüz dünyası Endüstri 4.0’a doğru yol alırken ülkeler artık çevreye daha duyarlı üretim ve tüketime geçmektedir. Yeni bir endüstri standardı gelince insanlar doğal olarak daha verimli, daha efektif ve dünyaya daha az zarar veren üretim ve tüketime geçmeyi tercih etmektedir. Dolayısıyla bu şekilde kaynaklar daha etkin kullanılacak, karbon ayak izi daha da azalacak ve çevreyi kirletme oranı daha da düşecektir. Diğer bir deyişle dünya artık minimum kaynak kullanımı sonucu minimum çevre kirliliği oluşturarak yeni nesil teknolojilere yatırımı yapma amacındadır. Bu amaçla dünya genelinde çevreyi ve dünyanın yaşam kalitesini korumak ve daha yaşanılır kılmak için yükselen ekonomiler yüksek büyüme rakamlarını gerçekleştirirken enerji bağımsızlığı, sürdürülebilir enerji ve kendi geleceklerine yön verebilmeyi daha az enerjiyle, daha az fosil yakıt kullanımıyla, daha az sıcaklık değişimiyle, daha az sera gazı salınımıyla, daha az enerji kaybıyla yani daha fazla enerjinin etkin/verimli kullanılmasıyla arz, talep, karma ve sektörel yönlü

faktörler belirlenerek günümüz dünyasına ve gelecek nesillere daha temiz ve daha yaşanılabilir çevre oluşumuna yönelik farklı çalışmaları çok boyutlu olarak ele almaktır. **Ekonometrik Yöntem:** Öncelikle, değişkenler literatür araştırması doğrultusunda belirlenmiş, verisi bulunan değişkenler arasında her bir model için enerji etkinliği ile açıklayıcı değişkenler arasındaki basit korelasyon ilişkisi araştırılmıştır. Sonra arz ve talep yanlı modeller için homojen eğim varsayımı altında kullanılan ekonometrik modellerden yararlanılmıştır. Bu amaçla değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilmeden önce birimler arası korelasyon sınaması için CD_{LM1} , CD_{LM2} ve CD_{LM-Adj} testleri kullanılmış ve bunun neticesinde arz yanlı model için CIPS ve PANIC ikinci nesil birim kök testleri kullanılırken talep model için ise LLC, IPS, Fisher ADF ve Fisher PP birinci nesil birim kök testleri ile CIPS ve PANIC ikinci nesil birim kök testleri serilerin durağanlığı için kullanılmıştır. Sonra kullanılan değişkenlerden daha fazla bilgi alabilmek için alternatif modeller oluşturulmuş ve tüm modeller için testler yapılmıştır. Ekonometrik model olarak En Küçük Kareler (EKK) yöntemi tercih edilmiş ve modelde sabit ve rassal etkilerin varlığı araştırılmıştır. Sabit etkiler F testi ile rassal etkiler ise LM testi ile sınamıştır. Ayrıca bu etkilerden hangisinin anlamlı olduğuna karar verebilmek için Hausman testi kullanılmıştır. Ancak elde edilen sonuçların yanıltıcı olamaması için modellerde değişen varyans ve otokorelasyon sorununun varlığını sınamak için Wald Testi ve Bhargava et al. Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır. Ayrıca tahmin edilen tüm modeller için yatay kesit bağımlılığı CD_{LM1} , CD_{LM2} ve CD_{LM-Adj} testleri kullanılarak test edilmiş ve var olduğuna rastlanmıştır. Dolayısıyla modeller değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmalarını dikkate alan Driscoll-Kraay dirençli tahmincisi ile tahmin edilmiştir.

Diğer yandan arz, talep, karma, sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji etkinliği için eşbütünleşme ilişkisi aranmış ve uzun dönem etkiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bunun için yatay kesit bağımlılığı ve heterojen eğim varsayımı altında son dönemde geliştirilen ekonometrik modeller kullanılmıştır. Bu amaçla birimler için yatay kesit bağımlılığı CD_{LM1} , CD_{LM2} ve CD_{LM-Adj} testleri yapıldıktan sonra serilerin durağanlığı arz yanlı, karma ve sektörel modeller için CIPS ve PANIC ikinci nesil birim kök testleri ile araştırılırken talep yanlı model için ise LLC, IPS, Fisher ADF ve Fisher PP birinci nesil birim kök testleri ile CIPS ve PANIC ikinci nesil birim kök testleri ile araştırılmıştır. Sonra değişkenler arasında korelasyon testi yapılmış ve bazı değişkenler

arasında ortaya çıkan yüksek korelasyon katsayıları ve yüksek VIF değerlerinden dolayı çoklu doğrusallık problemini önlemek için alternatif modeller oluşturularak açıklayıcı değişkenlerin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmış; Durbin-Hausman eşbütünleşme testi kullanılarak modellerde bağımlı değişkenler ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Yapılan eşbütünleşme testleri sonucunda tüm modellerde eş bütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Bu durum arz, talep, karma, sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji etkinliği bağımlı değişkenleri ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkiye sahip olduklarını göstermektedir. Yani enerji etkinliği bağımlı değişkenleri ile açıklayıcı değişkenler uzun dönemde birlikte hareket etmektedir. Uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için modellerde eğim parametrelerinin homojenliği için Pesaran ve Yamagata (2008) $\tilde{A}$ ve $\tilde{A}_{adj}$ testleri ve yatay kesit bağımlılığı ise CD_{LM1} (Breusch-Pagan, 1980), CD_{LM2} (Pesaran, 2004) ve CD_{LM-Adj} (Pesaran-Ullah-Yamagato, 2008) testleri ile sınanmıştır. Daha sonra tüm modellerde yatay kesit bağımlılığının bulunduğu ve heterojen eğime sahip olduğundan Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (Common Correlated Effects Mean Group-CCEMG) ile uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar aynı varsayımlar altında kullanılabilen farklı bir tahmin yöntemi olan Genişletilmiş Ortalama Grup (Augmented Mean Group-AMG) ile sağlamlık testi olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tüm modellerde hem CCEMG hem de AMG sonuçları genel olarak birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Modeller arasında karşılaştırma ve tercih kriteri olarak kullanılan ortalama regresyon hata karelerinin ortalamasının karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) değerinin 0 (sıfır)'a, R^2 değerinin ise 1 (bir)'e yakın olması aynı bağımlı değişkene ait karşılaştırılan modeller arasındaki açıklama gücünün ve tercih edilmesinin daha uyumlu olacağını ifade ettiğinden model karşılaştırmaları ve tercih edilen modeli yorumlamak için RMSE uyumluluk ölçütü kullanılmıştır. Yani hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre 0 (sıfır)'a en yakın RMSE değerine sahip modeller yorumlamak için tercih edilmiştir. Elde edilen bulgular arz, talep, karma, sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji etkinliklerinin enerji kaynakları, enerji kayıpları, yapısal, demografik, kültürel, iktisadi, kurumsal, sosyal ve siyasal (politik) faktörlerden etkilendiğini göstermiştir.

Tahminler: Bu modellerde kullanılan enerji etkinlikleri ile açıklayıcı değişken olarak kullanılan faktörler, ilgili değişkenlere ilişkin katsayıların beklenen işaretleri ve tahmin

değerleri Tablo 45, Tablo 46, Tablo 47, Tablo 48; Tablo 48.a, Tablo 48.b ve Tablo 48.c’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Yorum ve Öneriler:

Arz Yanlı Modeller

Tablo 45 incelendiğinde arz yanlı enerji etkinliğini açıklayıcı model sonuçları ışığında genel olarak CCEMG ve AMG tahmin sonuçlarına göre bütün değişkenlerin hem işareti hem de büyüklüğü birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre toplamda 9 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde oluşturulan 3 modelden 0 (sıfır)’a en yakın RMSE değerine sahip ve tüm değişkenlerin yer aldığı Model 1 tercih edilmiş ve yorumlanmıştır. Model 1 için hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla elektrik kullanımı olumlu etkiler iken kömür kullanımı ise en fazla olumsuz etkilemiştir.

Tablo 45: Arz Yanlı Modeller ile Genel Enerji Etkinliğini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları

Değişken	Tanımı	Kullanım Amacı	Beklenen İşareti	Tahmin Aralığı
LEE	Log(GDP(2010 US\$ sabit fiyatlarıyla) / Toplam enerji kullanımı (ktoe))	Enerji etkinliği arz yanlı araştırılırken bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.		
LCOA	Log(Kömürden enerji üretimi(ktoe))	Ekonomilerde kömürün çıkarılmasında ve işlenmesinde yüksek teknoloji gerektirmemesinden dolayı fazla tercih edilmesi çevre kirliliğini çok fazla kirlenmenin yanında enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	$-0.176 \leq \beta \leq -0.168$
LOIL	Log(Petrol ürünlerinden enerji üretimi(ktoe))	Enerji alanında dışa bağımlı ülkeler için daha yüksek petrol kullanımının enerjide dışa bağımlılığı artırmanın yanında çevresel kaliteyi olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	$-0.141 \leq \beta \leq -0.081$
LNTR	Log(Doğalgazdan enerji üretimi(ktoe))	Yükselen ekonomilerin doğalgaz enerji kaynağının çoğunu dışardan ithal etmesinden dolayı daha yüksek doğal gaz kullanımının daha yüksek cari açığa sebep olmasının yanında çevre kalitesiyle beraber enerjinin etkin kullanılmasını engellemektedir.	-	$-0.168 \leq \beta \leq +0.012$
LHDR	Log(Hidrojan enerji üretimi(ktoe))	Daha yüksek hidro kullanımı çevre dostu enerji kaynağı olmasının yanında enerji etkinliğini artırmada önemli fırsatlar sunmaktadır.	+	$+0.033 \leq \beta \leq +0.286$
LWSE	Log(Güneş pv, güneş th, gelgit, rüzgâr, ısı pompası, kazan, kimya ısı ve diğerlerinden enerji üretimi(ktoe))	Daha yüksek yenilenebilir enerji kullanımı dışa bağımlılığı azaltmanın yanında enerji etkinliği ve enerji sürdürülebilirliği için önemli bir enerji kaynağıdır.	+	$-0.030 \leq \beta \leq +0.014$
LELEC	Log(Brüt elektrik üretimidir. Ayrıca hidro istasyonlardaki üretim, pompalı depolama tesislerinden üretimi içerir (ktoe))	Elektrik üretiminde enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt kaynağı bulunduran ülkeler için daha fazla elektrik kullanımı, geliri artırmanın yanında çevre kalitesi, dışa bağımlılık ve enerji etkinliği için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.	+	$+0.255 \leq \beta \leq +0.320$
LLOS	Log(Enerji dağıtım, iletimi ve taşınmasında yaşanan enerji kayıpları(ktoe))	Gereksiz enerji kullanımı herhangi bir üretime dönüşmediğinden daha fazla enerjinin yoğun kullanılmasına neden olarak enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	

Not: Esneklik katsayı (β) aralığı oluşturulurken tüm modellerde anlamlı çıkan tüm katsayılardan en küçük ve en büyük değerler uç değer olarak yazılmıştır.

Diğer yandan tüm modeller göz önüne alındığında kömür, petrol, doğalgaz ve enerji kayıpları enerji etkinliğini olumsuz etkiler iken elektrik, hidro, rüzgâr, güneş vd. kullanımı ise enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Katsayı olarak bakıldığında enerji

etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen kömür kullanımı (-0.176) iken en fazla olumlu etkileyen ise elektrik kullanımı (+0.320) olduğu görülmektedir.

Arz yanlı modellerde anlamlı çıkan değişkenler göz önüne alındığında yükselen ekonomiler için fosil yakıt (kömür, petrol ve doğalgaz) ve rüzgâr, güneş vd. kullanımının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği, hidro ve elektrik kullanımının ise enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçları elde edilmiştir. Arz yanlı modellerden elde edilen bulgular; Çin için Fisher-Vanden vd. (2004) ve Akal (2015) tarafından yapılan çalışmalarda kömür kullanım artışının, Çin için Xie vd. (2015) ve Wu vd. (2017) tarafından yapılan çalışmalarda petrol kullanım artışının, Çin için Sun vd.(2019) tarafından yapılan çalışmada doğalgaz kullanım artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla ve Hindistan için Paul ve Bhattacharya (2004) tarafından yapılan çalışmada elektrik kullanım artışının, Kanada için Robertson vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada hidro kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Arz yanlı model tahminlerinde elde edilen sonuçlar ışığında yükselen ekonomiler için enerji alanında politika yapıcılara şu öneriler getirilebilir:

- i) Yükselen ekonomilerde fosil yakıt (kömür, petrol ve doğalgaz) kullanımının enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi bu ekonomilerin hala enerji kaynakları arasında fosil yakıt payının yüksek olduğu ve bu enerji kaynaklarının çoğunu dışardan ithal ettiği ve bu yüzden daha fazla maliyet getirerek üretimde azalma ile ilişkilendirilebilir. Fosil yakıt kullanımının azaltılması ile hem enerji etkinliği artar hem de karbon dioksit salınımı azalır.
- ii) Rüzgâr, güneş vd. kaynak kullanımının enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi bu kaynakların enerji alanında dışa bağımlılığı azaltmada çok önemli bir alternatif olmasının bu ülkeleri kendine çektiğini ancak bu kaynakların kullanımı için yüksek teknoloji gerektirmesi ve ihtiyaç duyulan ekipmanların ve aletlerin dışarıdan ithal edilmesi, bu ekonomilerin ise teknoloji bakımından yeterli düzeyde olmaması ve bu yüzden bu kaynakların kullanım maliyetlerinin hala yüksek seviyelerde olması nedeniyle yeterince etkili bir şekilde faydalanılmadığı ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla bu alanda yapılacak yatırımlarla beraber gerekli olan ekipman ve aletlerin ülke içerisinde karşılanması için yapılacak teşvik ve destek politikaları enerji maliyetlerini ve en önemlisi dışa bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir, güvenilir

ve çevre dostu enerji kullanımı ve daha az maliyetle daha fazla çıktı sağlanması sağlanarak kırılgan bir ekonominin önüne geçilmektedir.

- iii) Hidro kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilemesi bu kaynağın benzer şekilde enerji alanında dışa bağımlılığı azaltmada çok önemli bir alternatif olunması ve ülke içerisinde birçok baraja sahip olunan bu ülkelerin bu alanda yeterli düzeyde teknolojiye sahip olduğu ve hidro enerji kaynağından etkili bir şekilde faydalandığı ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla artan hidro kullanımı daha az maliyetle daha fazla enerji üretimi gerçekleştirerek üretim artışına önemli etkisi olmaktadır.

Dolayısıyla yükselen ekonomiler için enerji etkinliğini olumlu etkileyebilecek fosil yakıt kullanımının yerine yenilenebilir; jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji ve güneş enerjisi gibi enerji kaynaklarına önem vermek yükselen ekonomilerde arz yanlı olarak enerji etkinliğinin artırılmasında çok önem arz etmektedir. Bu enerji kaynakları aynı zamanda çevre dostu olduğu için bu alanda yatırım teşvikleriyle arzının artırılması önerilir.

Talep Yanlı Modeller

Tablo 46 incelendiğinde talep yanlı enerji etkinliğini açıklayıcı model sonuçları ışığında genel olarak; CCEMG ve AMG tahmin sonuçlarına göre bütün değişkenlerin hem işareti hem de büyüklüğü birbirine benzer sonuçlar göstermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre enerji etkinliği bağımlı değişkeni ve dünya kömür, petrol ve doğalgaz fiyatları, sanayi, hizmetler ve tarım sektörü katma değerleri, mal ve hizmetler ithalat ve ihracatı, yatırım, doğrudan yabancı yatırım, dış ticaret açıklığı ve karbondioksit emisyonunun kullanıldığı açıklayıcı değişkenler ile toplamda 14 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde oluşturulan 9 Model den 0 (sıfır)'a en yakın RMSE değerine sahip Model 7 tercih edilmiş ve yorumlanmıştır. Model 7 için hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla sanayi geliri (üretimi) olumlu etkiler iken en fazla olumsuz etkileyen ise nüfus bulunmuştur.

Tablo 46: Talep Yanlı Modeller ile Genel Enerji Etkinliğini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları

Değişken	Tanımı	Kullanım Amacı	Beklenen İşareti	Tahmin Aralığı
LEE	Log(GDP(2010 US\$ sabit fiyatlarıyla) / Toplam enerji kullanımı (ktoe))	Enerji etkinliği talep yanlı araştırılırken bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.		
LCOA	Log(Dünya kömür fiyatları(Ton Başına US\$))	Daha yüksek kömür fiyatlarının tüketiciler için daha az enerji kullanımıyla beraber daha fazla tasarrufa neden olacağından enerji etkinliği üzerinde olumlu etkisi olması beklenmektedir.	-	$-0.020 \leq \beta \leq +0.044$
LOIL	Log(Dünya ham petrol fiyatları (Varil Başına US\$))	Petrol fiyatlarında yaşanan artış tüketiciler açısından daha az araç kullanımının yanında daha fazla toplu taşıma araçlarının ve yakıt konusunda daha verimli araçların tercih edilmesine neden olarak enerji etkinliğine olumlu etkisi olacağı düşünülmektedir.	-	$-0.016 \leq \beta \leq +0.260$
LNAT	Log(Dünya doğalgaz fiyatları (Milyon BTU başına US\$))	Doğalgaz fiyatlarında yaşanan artış enerji alanında dışa bağımlı ülkeler için özellikle konut sektöründe daha az enerji kullanımının yanında daha fazla tasarruf edilerek enerjinin etkin kullanımına olumlu katkısı olacağı düşünülmektedir.	-	$\beta = -0.024$
LIND	Log(Sanayi (Madencilik, imalat, kamu hizmetleri ve inşaat), katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Sanayi gelirinde yaşanan artış kalitesi yüksek, enerji tasarrufu sağlayıcı teknoloji içeren üretim mallarının kullanımına ve malların üretimine geçilmesiyle beraber üretim içerisinde en önemli paya sahip olan enerjinin etkin kullanımına olumlu yansıtacağı düşünülmektedir.	+	$+0.314 \leq \beta \leq +0.468$
LSRV	Log(Hizmetler (Toptan, perakende ticaret, restoranlar, oteller, Ulaşım, depolama, iletişim ve Diğer faaliyetler), katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Daha yüksek hizmetler geliri bu sektörde elektronik ve bilgisayar gibi teknolojik cihazların sayılarının artmasıyla artık daha az enerjiyle hizmetlerin daha kolay, daha kaliteli ve daha başarılı bir şekilde verilmesi düşünülmektedir.	+	$+0.239 \leq \beta \leq +0.546$
LAGR	Log((Tarım, avcılık, ormancılık, balıkçılık, katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Tarım gelirinde yaşanan artış akıllı tarımsallaşmayla birlikte tarımsal makineler, gübreleme, ilaçlama, paketleme ve taşıma gibi enerji gerektiren alanlarda fosil yakıt yerine alternatif enerji kaynaklarının kullanımına neden olacağı düşünülmekte ve enerji etkinliğini artırması beklenmektedir.	+	$+0.125 \leq \beta < +0.277$
LEXP		İhracat artışı rekabetle sağlandığından ve bir ülkenin ekonomisine gelir artış sağlayacağından ve ekonomiye olumlu	+	$-0.057 \leq \beta \leq +0.348$

	Log(Mal ve hizmetler ihracatı (2010 temel yılı US\$))	yansıyacağından enerjinin etkin kullanımını artıracığı düşünülmektedir.		
LIMP	Log(Mal ve hizmetler ithalatı (2010 temel yılı US\$))	Genelde ihraç edilen mallar için ara malların ithal edildiği, dolayısıyla artan ithalatın rekabet artışına neden olduğu ve bu rekabetin sürdürülebilir olabilmesi için önemli bir girdi olan enerjinin etkin kullanımına olumlu yansıyacağı düşünülmektedir. İthalat ayrıca uluslararası rekabeti öne alan; yüksek teknoloji sahibi uluslararası firmaların üretimi ve verimi için önemlidir.	+	$+0.038 \leq \beta \leq +0.170$
LINV	Log(Brüt sabit sermaye oluşumu (2010 temel yılı US\$))	Brüt sermaye oluşumu teknolojik ilerlemenin belirli bir sürücüsü olarak eski tesislerin yeni tesislerle değiştirilmesine olanak sağlayacağı ve daha verimli teknolojiler sunarak enerji etkinliğine olumlu yansıması beklenmektedir.	+	$+0.116 \leq \beta \leq +0.322$
LFDI	Log(Doğrudan yabancı yatırımlar, net girişler (2010 temel yılı US\$))	DYY ev sahibi ülkeye sermaye ve teknoloji transferi sağlayarak enerji etkinliğine olumlu yansıyacağı düşünülmektedir.	+	$+0.026 < \beta \leq +0.033$
LOPN	Log(Açıklık (Ticaret (2010 temel yılı US\$)) (Ticaret, olarak mal ve hizmetler ithalat ve ihracat toplamının gayri safi yurtiçi hasıla payı içindeki oranı)))	Dış Ticaret Açıklık Oranın teknolojik verimliliğinden doğan kazançlar ile aşırı üretimin getirdiği enerji israfının olumsuz etkisinden herhangi birinin üstünlüğüne göre şekillenmesi beklenmektedir.	-	$-0.167 \leq \beta \leq -0.038$
LCO ₂	Log(CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	Daha az CO ₂ salınımının enerji alanında fosil yakıt payının azalmasının yanında enerjinin etkin kullanımının arttığı düşünülmektedir.	-	$-0.651 \leq \beta \leq -0.239$
LPOP	Log(Toplam Nüfus)	Nüfus artışının konut sektörü özelinde genel olarak enerji talebini artırması ve fosil yakıt payı yüksek olan ülkelerde çevre bozulmalarının artmasına ve enerji etkinliğini olumsuz etkilemesine neden olacağı düşünülmektedir.	-	$-2.235 \leq \beta \leq -0.223$

Not: Esneklik katsayı (β) aralığı oluşturulurken tüm modellerde anlamlı çıkan tüm katsayılardan en küçük ve en büyük değerler uç değer olarak yazılmıştır.

Diğer yandan tüm modeller göz önüne alındığında dünya enerji fiyatları, açıklık, karbondioksit emisyonu ve nüfus enerji etkinliğini olumsuz etkiler iken sektörel gelirler, ithalat, ihracat, yatırım ve yabancı sermaye ise enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Katsayı olarak bakıldığında enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen nüfus (-2.235) iken en fazla olumlu etkileyen ise hizmetler geliri (+0.546) olduğu görülmektedir.

Enerji etkinliğini talep yanlı açıklayıcı tüm modellerde anlamlı çıkan değişkenler göz önüne alındığında; yükselen ekonomiler için dünya kömür, petrol ve doğalgaz fiyatı,

nüfus, ticari açıklık ve karbondioksit emisyonu enerji etkinliğini olumsuz etkiler iken tarım, endüstriyel ve hizmetler üretimi, doğrudan yabancı yatırımlar, yatırımlar, ihracat ve ithalat ise enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçları elde edilmiştir. Bu bölümde elde edilen bulgular dünya için Akal (2016) tarafından yapılan çalışmadaki GSYİH artışının, OECD ülkeleri için Chang vd. (2018) tarafından yapılan çalışmadaki sabit sermaye yatırımındaki artışın, Çin için Zhao ve Lin (2019) tarafından yapılan çalışmadaki dış ticaret artışının, Çin için Pan vd. (2019) tarafından yapılan çalışmadaki DYY artışının enerji etkinliğini olumlu etkilediği diğer taraftan Kuzey Amerika için Grossman ve Krueger (1991) tarafından yapılan çalışmadaki dış ticaret açıklık artışının, gelişmekte olan ülkeler için Nepal ve Paija(2019) tarafından yapılan çalışmadaki nüfus artışının, G7 ülkeleri için Sadorsky (2009) tarafından yapılan çalışmadaki enerji fiyat artışlarının ve Çin için Tian vd. (2016) tarafından yapılan çalışmadaki CO₂ emisyon artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Tahmin edilen talep yanlı modellerin sonuçları ışığında yükselen ekonomiler için enerji alanında politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. Bunlar;

- i) İlk olarak yükselen ekonomilerde karbondioksit emisyonlarının enerji etkinliğini önemli derecede olumsuz etkilemesi bu ekonomilerde fosil yakıt kullanımının yoğun olduğu ve çevre odaklı politikaların esnek bir şekilde uygulanmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu yüzden çevre kalitesinin ve enerji etkinliği artışını olumlu etkileyebilecek alternatif enerjilerden yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teşvik ve yatırımlara önem verilmelidir.
- ii) Dünya enerji fiyatlarında yaşanan artış enerji tüketimini azaltarak enerjinin etkin kullanımına yol açarken bu ülkelerde üretim azalışı etkisi ağır bastığından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesiyle ilişkilendirilebilir.
- iii) Yükselen ekonomilerde yaşanan nüfus artışı özellikle kentleşmenin yoğunlaşmasıyla enerji alanında yetersiz teknolojiye sahip konutlarda enerjinin etkinsiz kullanılmasını ve dolayısıyla tüm enerji görünümünü etkilemesiyle ilişkilendirilebilir.
- iv) Doğrudan yabancı yatırımların ev sahibi ülkeye sermaye ve teknoloji transferi sağlamasıyla enerji etkinliğini olumlu etkilediğiyle ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla çevre politikaları göz ardı edilmeden yabancı sermaye

yatırımlarının ülkeye sürekli çekebilecek politikaların uygulanması da önem arz etmektedir.

- v) Toplam gelir(üretim) enerji etkinliğinin birincil belirleyicisi olduğundan toplam geliri(üretimi) oluşturan sektörel gelir(üretim)lerde yaşanan artışın enerji etkinliğini olumlu etkilemesiyle ilişkilendirilebilir.
- vi) Yükselen ekonomilerin sahip olduğu büyümenin çarkı olan ihracat ise genellikle ithal edilen mallarla yapılmasının üretimi artırmasıyla enerji etkinliğini olumlu etkilediğiyle ilişkilendirilebilir.
- vii) Yükselen ekonomilerde yatırımlar; yeni olduğundan dolayı teknoloji içeren sermaye yatırımları şeklinde olması da enerji verimliliğini artırmasıyla ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla, teknoloji içeren sermaye yatırımlarının teşvik edilmesi önerilir.

Karma Modeller

Tablo 47 incelendiğinde *karma değişkenlerle* enerji etkinliğini açıklayıcı CCEMG ve AMG tahmin sonuçlarına göre bütün değişkenlerin hem işareti hem de büyüklüğü birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre veri setinde bulunan eksikliklerden dolayı 3 ayrı veri setiyle toplamda 21 değişkenin enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmış ve 0 (sıfır)'a en yakın RMSE değerine sahip Model 4, Model 7 ve Model 11 tercih edilmiş ve yorumlanmıştır. Tercih edilen Model 4 ve Model 7'ye göre kişi başı GSYİH ve Model 11'e göre toplam faktör verimliliği enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen değişkenler iken en fazla olumsuz etkileyen ise fosil yakıt kullanımı bulunmuştur.

Tablo 47: Karma Modeller ile Genel Enerji Etkinliğini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları

Değişken	Tanımı	Kullanım Amacı	Beklenen İşareti	Tahmin Aralığı
LEE	Log(GDP(2010 temel yılı US\$) / Toplam Enerji Arzı (ktoe))	Enerji etkinliğini karma değişkenler ile araştırılırken bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.		
LECO	Log(Ekonomik küreselleşme endeksi)	Artan küreselleşme ticareti ve yabancı sermaye girişini artırmasıyla teknoloji, bilgi ve tecrübe transferi yoluyla enerji etkinliğini artırması beklenmektedir.	+	$+0.115 \leq \beta \leq +0.149$
LSOC	Log(Sosyal küreselleşme endeksi)	Turizm, internet kullanımı ve refah seviyesinde artışı temsil ettiği için çevre kalitesinde artış ile beraber enerjide etkinliğin olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.	+	$+0.080 \leq \beta \leq +0.147$

LNRR	Log(Toplam doğal kaynak kiralari(2010 temel yılı US\$))	Doğal kaynak kiralalarında yaşanan artış ev sahibi ülkede faaliyet gösterecek yerli ve yabancı yatırımcılar için maliyet artışına neden olacağından, üretimde enerji maliyetlerini azaltmak için kolay ulaşılabilir ve yüksek teknoloji gerektirmemesinden dolayı kömür gibi fosil yakıt kullanımını artırarak enerji etkinliğini olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir.	-	$-0.060 \leq \beta \leq -0.014$
LCOA	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Enerjisinin çoğunu dışardan ithal eden ülkeler için enerji fiyatlarında yaşanan artış karşısında kullanılan enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasının yollarını aramaya itileceği düşünülmektedir.	+	$+0.032 \leq \beta \leq +0.058$
LOIL	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)			$+0.019 \leq \beta \leq +0.055$
LNTR	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)			$+0.022 \leq \beta \leq +0.048$
LTCH	Log(Orta ve ileri teknoloji içeren mal ihracatının toplam endüstri ihracat içindeki %oranı)	Orta ve İleri teknoloji içeren mal ihracatının toplam endüstri ihracat içindeki oranında yaşanan artış ihraç eden ülkenin üretken teknoloji seviyesi, beşeri sermayesinin kalitesi, bilgisi ve tecrübesi hakkında bilgi verecek ve bu artışın üretimde enerjinin etkin kullanımına olumlu yansıtacağı düşünülmektedir.	+	$+0.044 \leq \beta \leq +0.048$
LIND	Log(Endüstri sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe))	Sektörlerde kullanılan enerji üretimde artışa neden olmaktadır. Ancak bu artış bu ülkelerin çoğunda bir özellik olan ithal edilen fosil yakıt kullanımını artıracığından enerji etkinliğini olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir.	-	$-0.189 \leq \beta \leq -0.170$
LSRV	Log(Hizmetler sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe))			$-0.425 \leq \beta \leq -0.228$
LAGR	Log(Tarım, Orman, avcılık ve Balıkçılıkta kullanılan toplam enerji(ktoe))			$-0.076 \leq \beta \leq 0.011$
LURB	Log(Kentlerdeki toplam nüfus)	Kentleşmede yaşanan nüfus yoğunluğu, teknoloji altyapısı ileri seviyede olmayan ülkeler için konut sektörü başta olmak üzere genel enerji yoğunluğunda artış meydana getireceği ve dolayısıyla enerji etkinliğinin olumsuz etkileneceği düşünülmektedir.	-	$-1.946 \leq \beta \leq -0.651$
LFOS	Log(Kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe))	Enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkeler için fosil yakıt kullanımında yaşanan artış daha fazla döviz ihtiyacı, daha fazla cari açık, daha fazla çevre bozulmalarına neden	-	$-0.696 \leq \beta \leq -0.483$

		olacağından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.		
LREN	Log(Hidro, rüzgâr, güneş vd. tüketimi(ktoe))	Yenilenebilir enerji payını artırarak enerji verimliliğinin artırılmasını sağlayan ülkeler ekonomik faaliyet seviyesini korurken ya da arttırırken, aynı zamanda genel sürdürülebilirliği artırmasına, enerji faturasını düşürmesine, enerji bağımlılığını azaltmasına, sera gazı emisyonlarını azaltmasına ve dolayısıyla enerji etkinliğini olumlu etkilemesi gibi birçok amacı gerçekleştirmeye yardımcı olacağı düşünülmektedir.	+	$+0.038 \leq \beta \leq +0.053$
LGDP	Log(Kişi başı GSYİH(2010 temel yılı US\$))	Ekonomilerin gelirinde yaşanan artış beraberinde teknolojik gelişmeleri ve enerji tasarruf edici makine ve cihazların talep ve kullanımını arttıracığından enerji etkinliğini artırması beklenmektedir.	+	$+0.514 \leq \beta \leq +0.857$
LECI	Log(Ekonomik karmaşıklık(kompleksite) endeksi)	Ekonomik karmaşıklık(kompleksite)ta yaşanan artışın enerji etkinliğini artırması beklenmektedir. Ancak yükselen ekonomiler artan üretimine karşılık fosil yakıt kullanımını artırdığından ve yenilenebilir enerji konusunda hala yeterli düzeyde teknolojik altyapıya sahip olmadığından yükselen ekonomilerde ekonomik karmaşıklık(kompleksite)ta yaşanan artışın enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	$-0.103 \leq \beta \leq -0.050$
LCOR	Log(Yolsuzluğun Kontrolü)	Daha yüksek yolsuzluğun çevre odaklı enerji politikalarının etkin bir şekilde uygulanmasından ödün verilebileceği ve hükümet verimliliğinin zayıflamasına neden olarak enerji politikalarının katılığını azaltarak enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir. Diğer taraftan, yolsuzluğun kontrolünün artması enerji etkinliğini arttıracaktır.	+	$\beta = +0.032$
LGOV	Log(Hükümetin etkinliği)	Daha yüksek hükümet verimliliğinin çevre odaklı enerji politikalarının uygulanmasını ve başarıyla sonuçlanmasını etkileyerek enerji etkinliğini olumlu etkilemesi düşünülmektedir.	+	$+0.052 \leq \beta \leq +0.097$
		Bir ülkede hukukun zayıflaması daha düşük piyasa şeffaflığına, daha az hesap verilebilirliğe, enerji alanında yetersiz		$+0.061 \leq \beta \leq +0.148$

LLAW	Log(Hukukun Üstünlüğü)	düzenleyici ve yasal sınırlamalara yol açarak enerji etkinliğini artıracak olan enerji politikalarının uygulanmasının önündeki engellerden biri olduğu düşünülmektedir.	+	
LTFP	Log(Toplam faktör verimliliği endeksi)	Literatürde Teknolojik yenilik olarak teknolojiyi temsil eden toplam faktör verimliliğinde yaşanan artışın enerji etkinliğini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.	+	$+0.412 \leq \beta \leq +0.511$

Not: Esneklik katsayı (β) aralığı oluşturulurken tüm modellerde anlamlı çıkan tüm katsayılardan en küçük ve en büyük değerler uç değer olarak yazılmıştır.

Diğer yandan Model 4 için sosyal küreselleşme, kömür fiyatı ve kişi başı GSYİH’de meydana gelen artışlar, Model 7 için petrol fiyatı, teknoloji ihracatı ve kişi başı GSYİH’de meydana gelen artışlar, Model 11 için hukukun üstünlüğü, toplam faktör verimliliği ve kömür fiyatında meydana gelen artışlar enerji etkinliğini artırırken Model 4 için tarım sektörü enerji kullanımı ve fosil yakıt tüketiminde yaşanan artış, Model 7 için ekonomik küreselleşme, fosil yakıt tüketimi ve ekonomik karmaşıklık endeksinde meydana gelen artışlar ve Model 11 için fosil yakıt tüketimi, kentleşme, tarım sektörü enerji kullanımı ve doğal kaynak kiralarda meydana gelen artışlar ise enerji etkinliğini azaltmıştır. Diğer yandan tüm modeller göz önüne alındığında enerji etkinliğini doğal kaynak kiralari, sektörel enerji kullanımı, kentleşme, fosil yakıt kullanımı ve ekonomik karmaşıklık olumsuz etkiler iken ekonomik küreselleşme, sosyal küreselleşme, kömür, petrol ve doğalgaz enerji fiyatları, yenilenebilir enerji kullanımı, kişi başı GSYİH, toplam faktör verimliliği, hükümet etkinliği, yolsuzluğun kontrolü ve hukukun üstünlüğü ise enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Katsayı olarak bakıldığında enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen kentleşme (-1.946) iken en fazla olumlu etkileyen ise kişi başı GSYİH (+0.857) olduğu görülmektedir.

Karma modellerdeki anlamlı çıkan *ekonomik, politik, sosyolojik ve yönetimsel* değişkenlere dikkat edildiğinde enerji etkinliğini ekonomik küreselleşme, sosyal küreselleşme, kömür, petrol ve doğalgaz enerji fiyatları, yenilenebilir enerji kullanımı, kişi başı GSYİH, toplam faktör verimliliği, hükümet etkinliği, yolsuzluğun kontrolü ve hukukun üstünlüğü enerji etkinliğini olumlu etkiler iken doğal kaynak kiralari, sektörel enerji kullanımı, kentleşme, fosil yakıt kullanımı ve ekonomik karmaşıklık ise enerji etkinliğini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Karma modellerden elde edilen bulgular Çin

için Hang ve Tu (2007) tarafından yapılan çalışmada enerji fiyat artışlarının, dünya için Akal (2016) tarafından kişi başı GSYİH artışının, Çin için Pan vd. (2020) tarafından yapılan küreselleşme genişlemesinin, Çin için Huang vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada toplam faktör verimliliğinde yaşanan artışın enerji etkinliğini artırdığı ve Çin için Zhang ve Xu (2012) tarafından yapılan çalışmada sektörel enerji kullanım artışının ve Pakistan için Alam vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada kentleşmede yaşanan artışın enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Tahmin edilen karma modellerin sonuçları ışığında yükselen ekonomiler için enerji alanında politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. Bunlar;

- i) İlk olarak yükselen ekonomilerde fosil yakıt kullanımının enerji etkinliğini olumsuz, yenilenebilir enerji kullanımının ise olumlu etkilemesi enerji ithalatçısı bu ekonomiler için dışarıdan ithal edilen, cari açığa sebep olan, maliyetleri ve çevre bozulmalarını artıran fosil yakıt kullanımının yoğun kullanıldığını ve ekonomik faaliyet seviyesini koruyarak veya artırarak ve aynı zamanda enerji faturasının ve maliyetlerinin düşüşüne sebep olan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli ancak yeterli düzeyde olmamasıyla ilişkilendirilebilir.
- ii) Sektörel enerji kullanımında yaşanan artışın enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi sektörlerde yapılan faaliyetlerin çoğunlukla enerji etkinliğini olumsuz etkileyen fosil yakıtlardan karşılanmasıyla ilişkilendirilebilir.
- iii) Yükselen ekonomilerde kentleşmede yaşanan artışlar özellikle konut sektöründe yeterli teknolojik altyapıya sahip olunmamasından dolayı fosil yakıt kullanımını artırarak çevre kalitesini ve enerji etkinliğini olumsuz etkilediği değerlendirilmektedir.
- iv) Doğal kaynak kiralarında yaşanan artış yerli ve yabancı yatırımcılar için daha fazla maliyet artışına neden olduğundan yatırımcıları daha az maliyetli, daha kolay ulaşılabilir ve daha bol bulunan kömür gibi fosil yakıtların kullanımını artırmasıyla enerji etkinliğini olumsuz etkilemesiyle ilişkilendirilebilir.
- v) Ekonomik karmaşıklık(kompleksite)ta yaşanan artışın ise genel üretim seviyesini artırdığı ancak enerji kaynakları arasında fosil yakıt kullanım payı yüksek olan ekonomiler için enerji etkinliğini olumsuz etkileyen fosil yakıt kullanımını artırmasıyla ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji

alanında yapılacak olan yatırımlar ve ihtiyaç duyulan ekipmanların ülke içerisinde üretiminin teşvik edilmesiyle bu alanda uzmanlaşma, maliyetlerde ciddi bir şekilde düşme, sürdürülebilir, güvenli ve temiz enerji sağlama şeklinde enerji etkinliğini önemli bir şekilde artıracak değerlendirilmektedir.

- vi) Enerji fiyatlarında yaşanan artışlar fosil yakıt kullanımını azaltmanın yanında alternatif enerji kaynaklarına yöneltmeyle beraber kullanılan enerjinin etkin kullanımını artırdığıyla ilişkilendirilebilir. O halde enerji fiyatlarını artırıcı bir politika yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini artırmaktadır.
- vii) Hükümetin etkin olduğu ülkelerde çevre odaklı enerji politikalarının etkili bir şekilde uygulandığı ve başarıyla sonuçlandığı düşünülerek enerji etkinliğini artırmasıyla ilişkilendirilebilir.
- viii) Yolsuzluğun arttığı bir ülkede hükümet etkinliğinin zayıfladığı ve enerji etkinliğini artıracak enerji politikalarının uygulanması ve başarıyla sonuçlanmasının çok zor olmasıyla yüksek bir yolsuzluk seviyesinin enerji etkinliğini olumsuz etkilemesiyle ilişkilendirilebilir.
- ix) Hukukun üstün olduğu ekonomilerde hükümetin etkin, yolsuzluğun az, hesap verebilirliğin yüksek olmasıyla birlikte enerji etkinliğini artıracak politikalar için yasal düzenlemeler ve sınırlamalar belirlenerek bu politikaların daha etkili bir şekilde uygulanıp başarılı bir şekilde sonuçlanmasıyla enerji etkinliğini artırmasıyla ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla enerji etkinliğinin artması için öncelikle hukuk alanında yapılacak reformlar ile şeffaflık, hesap verilebilirlik, adalet ve eşitlik alanındaki yasalar düzenlenmeli ve/veya güçlendirilmelidir. Güçlendirilen bu hukuki altyapı yerli ve yabancı yatırımcılar açısından özgür ve güvenli bir yatırım ortamı sağlayacağından enerji alanında yapılacak yatırımların kalitesini ve etkililiğini artırmaktadır. Daha etkin bir hükümet ise yapılan düzenlemeler ile hukukun işleyişine destek olmaktadır. Ayrıca enerji etkinliğini ve çevre kalitesini artırıcı politikaların hayata geçirilmesi ile birlikte etkin bir hükümetin görevleri arasında bulunan refah da artacaktır. Bununla beraber etkin bir hükümette yolsuzluk da azalmaktadır.

- x) Yükselen ekonomilerde gelirde yaşanan artış teknolojik gelişmelere ve yeni teknolojilerin satın alınmasına bağlı olarak enerji etkinliğinde bir artış ile ilişkilendirilebilir.
- xi) Teknoloji seviyesi yükselen ekonomilerde, küreselleşme ile birlikte genişleyecek ve bu genişlemenin ticari ve yabancı sermaye girişini artırması, yerli ve yabancı turizmin, internet erişiminin ve refah seviyesinin yükselmesi ile beraber çevre düzenlemelerinin ve çevre kalitesinin artmasıyla enerji etkinliğini olumlu etkilemesi ilişkilendirilebilir.
- xii) Teknolojik gelişmeyi temsil eden toplam faktör verimliliğinde yaşanan artışın teknolojik gelişmelerin özümsemeye başladığını ve enerji alanına da yansiyarak enerji etkinliğini artırmasıyla ilişkilendirilebilir.

Sektörel Modeller

Tablo 48 incelendiğinde sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü enerji etkinliğini açıklayıcı model sonuçları ışığında genel olarak CCEMG ve AMG tahmin sonuçlarına göre bütün değişkenlerin hem işareti hem de büyüklüğü birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Hem CCEMG hem de AMG sonuçlarına göre *sanayi sektörü* için enerji etkinliği bağımlı değişkeni ve endüstri sektörü geliri, ekonomik küreselleşme, ileri teknoloji içeren mal teknoloji ihracatı, kömür ve petrol enerji fiyatları, sanayi sektörü elektrik kullanımı, sanayi sektörü CO₂ emisyonu, sanayi sektörü fosil yakıt kullanımı, sanayi sektöründe istihdam, ekonomik özgürlük ve iş yapma özgürlüğü açıklayıcı değişkenleri ile toplamda 12 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1995-2018 döneminde oluşturulan 7 Model den 0 (sıfır)'a en yakın RMSE değerine sahip Model 2 tercih edilmiş ve yorumlanmıştır. *Hizmetler sektörü* enerji etkinliği bağımlı değişkeni ve hizmetler sektörü geliri, hizmetler sektöründeki istihdam, hukukun üstünlüğü, sosyal küreselleşme, politik küreselleşme, hükümet etkinliği, ekonomik karmaşıklık(komleksite), hizmetler sektörü fosil yakıt tüketimi, hizmetler sektörü elektrik kullanımı, hizmetler sektörü biyoyakıt ve atık kullanımı ve hizmetler sektörü karbondioksit emisyonu açıklayıcı değişkenleri ile toplamda 12 değişkenin kullanıldığı 23 yükselen ekonomi için 1996-2018 döneminde oluşturulan 4 Model den 0 (sıfır)'a en yakın RMSE değerine sahip Model 4 tercih edilmiş ve yorumlanmıştır. *Tarım sektörü* için ise enerji etkinliği bağımlı değişkeni ve tarım sektör geliri, tarımsal fosil yakıt tüketimi, tarımsal elektrik kullanımı, tarımsal karbondioksit emisyonu ve sıcaklık

değişimi açıklayıcı değişkenleri ile toplamda 6 değişkenin kullanıldığı 21 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde oluşturulan 3 Model den 0 (sıfır)'a en yakın RMSE değerine sahip Model 1 tercih edilmiş ve yorumlanmıştır.

Tablo 48: Sektörel Enerji Etkinliklerini Etkileyen Değişkenler ve Esneklik Katsayıları

Değişken	Tanımı	Kullanım Amacı	Beklenen İşareti	Tahmin Aralığı
LEEI	Log(Sanayi üretimi (2010 temel yılı US\$) / Sanayi sektöründe kullanılan toplam enerji (ktoe)))	Sanayi sektörü enerji etkinliğini açıklayıcı değişkenler ile araştırılırken bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.		
LFOSI	Log(Sanayi sektöründe kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi (ktoe))	Enerji alanında dışa bağımlı olan ülkeler için fosil yakıt kullanımında yaşanan artış üretimde daha fazla maliyete yol açarak ülke genelinde daha fazla döviz ihtiyacı, daha fazla cari açık, daha fazla çevre bozulmalarına neden olacağından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	$-0.693 \leq \beta \leq -0.576$
LELCI	Log(Sanayi sektöründe elektrik kullanımı (ktoe))	Sektörel elektrik kullanımında yaşanan artış sektörel gelirlerin artışına neden olmakla beraber enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt kaynağı bulunduran ülkeler için daha fazla elektrik kullanımı daha fazla maliyet, daha düşük çevre kalitesi, daha fazla dışa bağımlılık yaparak enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi düşünülmektedir.	-	$-0.455 \leq \beta \leq -0.347$
LIND	Log(Sanayi sektörü katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Sektörel gelirler sektörel enerji etkinliğinin birincil belirleyicilerinden olduğundan sektörel gelirlerde yaşanan artışın enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.	+	$+0.894 \leq \beta \leq +1.066$
LICO ₂	Log(Sanayi sektöründe CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	Sektörel olarak artan üretim ve büyüme enerji talebini artırmaktadır. Bu artan talep enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı yüksek olan yükselen ekonomiler için fosil yakıt kullanımını artırarak daha fazla CO ₂ emisyonu oluşumuna etkisi	-	$-0.589 \leq \beta \leq -0.525$

		olacağı ve enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesi beklenmektedir.		
LECO	Log(Ekonomik küreselleşme endeksi)	Ekonomik küreselleşmenin yükselmesiyle yabancı sermayenin ev sahibi ülkeye gelmesi ve teknoloji transferinin yayılım etkisiyle sanayi sektöründe yüksek teknoloji gerektiren malların üretimine, makinelerin yerini bilgisayarların almasına ve enerji girdisine olumlu yansıtacağından enerji etkinliğinin olumlu etkilenmesine neden olacaktır.	+	$+0.049 \leq \beta \leq +0.056$
LTCH	Log(Orta ve ileri teknoloji içeren mal ihracatının toplam endüstri ihracat içindeki % oranı)	Teknoloji içeren ihracatta yaşanan artış sanayi sektöründe daha fazla teknolojinin kullanıldığını göstererek bu gelişimin enerji girdisine de yansıtılarak enerji etkinliğini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.	+	$\beta = +0.071$
LJFR	Log(İş yapma özgürlük endeksi)	Sanayi sektörü için artan ekonomik ve iş yapma özgürlüğü üretimde daha fazla kar amacıyla çıkarma ve işleme işlemlerinde yüksek teknoloji gerektirmemesi ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle fosil yakıt kaynakları arasında özellikle kömürün tercih edilmesini sağlayarak enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi düşünülmektedir.	-	
LEFR	Log(Ekonomik özgürlük endeksi)			$-0.060 \leq \beta \leq -0.213$
LCOA	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş kömür fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)	Enerji etkinliğinin temel belirleyicilerinden olan enerji fiyatları sanayi sektörü için önemli bir girdi ve önemli bir maliyet getirdiğinden enerji fiyatlarında yaşanan artış enerji etkinliğini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.	+	$\beta = +0.054$
LOIL	Log(Enflasyona göre düzeltilmiş Brent petrol fiyatı x ortalama nominal döviz kuru w.r.t. Amerikan Doları)			$+0.029 \leq \beta \leq +0.031$
		Sanayi sektöründe istihdamda yaşanan artışın bu sektörde teknolojik olarak makineleşme		

LEMPI	Log(Sanayi sektöründe istihdam (toplam istihdamın% 'si) (modellenmiş ILO tahmini)	üzerine değil de hala insan gücüne bağlı olduğunu ve ayrıca gelişmiş ülkelere göre bir birim iş için kullanılan enerjinin daha fazla olması nedeniyle enerji etkinliğini olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir.	-	$\beta = -0.332$
Değişken	Tanımı	Kullanım Amacı	Beklenen İşareti	Tahmin Aralığı
LEES	Log(Hizmetler üretimi(2010 temel yılı US\$) / Hizmetler sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe)))	Hizmetler sektörü enerji etkinliğini açıklayıcı değişkenler ile araştırılırken bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.		
LFOSS	Log(Hizmetler sektöründe kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe))	Enerji alanında dışa bağımlı olan ülkeler için fosil yakıt kullanımında yaşanan artış üretimde daha fazla maliyete yol açarak ülke genelinde daha fazla döviz ihtiyacı, daha fazla cari açık, daha fazla çevre bozulmalarına neden olacağından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	$-0.689 \leq \beta \leq -0.352$
LELCS	Log(Hizmetler sektöründe elektrik kullanımı(ktoe))	Sektörel elektrik kullanımında yaşanan artış sektörel gelirlerin artışına neden olmakla beraber enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt kaynağı bulunduran ülkeler için daha fazla elektrik kullanımı daha fazla maliyet, daha düşük çevre kalitesi, daha fazla dışa bağımlılık yaparak enerji etkinliğini için olumsuz etkilemesi düşünülmektedir.	-	$-0.365 \leq \beta \leq -0.273$
LBWS	Log(Hizmetler sektöründe biyoyakıt ve atık kullanımı(ktoe))	Biyoyakıt ve atık kullanımında yaşanan artış fosil yakıtlara göre daha çevre dostu bir enerji kaynağı olduğundan çevre kalitesinin yanında enerji etkinliğine olumlu etkisi olabileceği düşünülmektedir.	+	$-0.235 \leq \beta \leq -0.149$
LSRV	Log(Hizmetler sektörü katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Sektörel gelirler sektörel enerji etkinliğinin birincil belirleyicilerinden olduğundan sektörel gelirlerde yaşanan	+	$+0.717 \leq \beta \leq +0.968$

		artışın enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.		
LSCO ₂	Log(Hizmetler sektöründe CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	Sektörel olarak artan üretim ve büyüme enerji talebini artırmaktadır. Bu artan talep enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı yüksek olan yükselen ekonomiler için fosil yakıt kullanımını artırarak daha fazla CO ₂ emisyonu oluşumuna etkisi olacağı ve enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesi beklenmektedir.	-	$-0.322 \leq \beta \leq -0.331$
LEMPs	Log(Hizmetler sektöründe istihdam (toplam istihdamın% 'si) (modellenmiş ILO tahmini)	Ekonomideki dinamik sistemin önemli bir parçası olan hizmetler sektöründe ise artan istihdamın hizmetlerde kolaylığı, hızlığı ve başarıyı artıracığı, düşük ücretlere neden olacağından dolayı üretimi daha fazla artırarak enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.	+	$\beta = +0.143$
LECI	Log(Ekonomik karmaşıklık endeksi)	Daha yüksek ekonomik karmaşıklık(komleksite) daha fazla üretkenlik demek olduğundan ekonomisi fosil yakıtı bağımlı olan ülkeler için daha fazla fosil yakıt tüketimine, daha yüksek çevresel bozulmalara yol açtığından dolayı enerji etkinliğini olumsuz etkilenmesi düşünülmektedir.	-	$\beta = -0.158$
LGOV	Log(Hükümet etkinliği)	Ekonomilerde yüksek hükümet kalitesinin hükümetler için önemli olan sosyal refahı artırdığı, daha etkili çevre politikasına ve dolayısıyla daha yüksek enerji verimliliğine yol açtığından dolayısı enerji etkinliğini önemli ölçüde olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.	+	$\beta = +0.040$
LLAW	Log(Hukukun Üstünlüğü)	Hizmetler sektörü yükselen ekonomilerde yüksek enerji payına sahip olduğundan hukukun kalitesinde yaşanan artış şeffaflığı, hesap verilebilirliği, enerji alanında düzenleyici ve etkili enerji	+	$+0.126 \leq \beta \leq +0.134$

		politikalarına yol açarak en önemli paya sahip bu sektördeki enerji etkinliğinin olumlu etkilenmesine neden olacağı düşünülmektedir.		
LSOC	Log(Sosyal küreselleşme endeksi)	Hizmetler sektöründe yaşanan sosyal küreselleşme turizm, uluslararası seyahat, sermaye hareketliliği, internet kullanımı artışı ve genel refah seviyesinde artışı temsil ettiğinden çevre ve hizmetler kalitesinde artış ile beraber enerji etkinliğini olumlu etkileyeceği düşünülmüştür.	+	$+0.297 \leq \beta \leq +0.302$
LPOL	Log(Politik(siyasi) küreselleşme endeksi)	Daha etkin bir hükümetle iklim değişikliği için önem arz eden fosil yakıt kullanımını azaltma ve çevre dostu enerji kaynakları kullanma zorunluluğunu barındıran Paris antlaşması gibi uluslararası anlaşmalara imza atan ülkelerin enerji etkinliğine olumlu yansımaları beklenmektedir.	+	$+1.550 \leq \beta \leq +1.592$
Değişken	Tanımı	Kullanım Amacı	Beklenen İşareti	Tahmin Aralığı
LEEA	Log(Tarım üretimi(2010 temel yılı US\$) / Tarım sektöründe kullanılan toplam enerji(ktoe)))	Tarım sektörü enerji etkinliğini açıklayıcı değişkenler ile araştırılırken bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.		
LFOSA	Log(Tarım sektöründe kömür, petrol ve doğalgaz tüketimi(ktoe))	Enerji alanında dışa bağımlı olan ülkeler için fosil yakıt kullanımında yaşanan artış üretimde daha fazla maliyete yol açarak ülke genelinde daha fazla döviz ihtiyacı, daha fazla cari açık, daha fazla çevre bozulmalarına neden olduğundan enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.	-	$-0.815 \leq \beta \leq -0.719$
		Sektörel elektrik kullanımında yaşanan artış sektörel gelirlerin artışına neden olmakla beraber enerji kaynakları arasında yüksek oranda fosil yakıt kaynağı bulunduran ülkeler için daha		

LELCA	Log(Tarım sektöründe elektrik kullanımı(ktoe))	fazla elektrik kullanımı daha fazla maliyet, daha düşük çevre kalitesi, daha fazla dışa bağımlılık yaparak enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi düşünülmektedir.	-	$-0.227 \leq \beta \leq -0.169$
LAGR	Log(Tarım sektörü katma değeri (2010 temel yılı US\$))	Sektörel gelirler sektörel enerji etkinliğinin birincil belirleyicilerinden olduğundan tarımsal gelir artışlarının tarım sektörü enerji etkinliğini olumlu etkilemesi beklenmektedir.	+	$+1.031 \leq \beta \leq +1.297$
LACO ₂	Log(Tarım sektöründe CO ₂ emisyonu (Metrik Ton CO ₂ eşdeğeri))	Artan tarımsal üretim ve büyüme enerji talebini artırmaktadır. Bu artan talep enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı yüksek olan yükselen ekonomiler için fosil yakıt kullanımını artırarak daha fazla CO ₂ emisyonu oluşumuna etkisi olacağından dolayı enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesi beklenmektedir.	-	$-0.564 \leq \beta < -0.551$
LTMP	Log(Sıcaklık Değişimi °C)	Yüksek sıcaklıkların yüksek oranda fosil yakıt kullanımı sonucu çevreye salınan CO ₂ emisyonlarından dolayı meydana geldiği ve bu durumun küresel ısınmaya sebep olmakta ve yenilenebilir enerji payı içerisinde önemli olan hidroju da tehdit etmektedir. Bu tehdit dolayısıyla sıcaklık artışlarının tarımsal enerji kullanımında etkinsizliğe yol açması beklenmektedir.	-	$-0.051 \leq \beta \leq -0.025$

Not: Esneklik katsayı (β) aralığı oluşturulurken tüm modellerde anlamlı çıkan tüm katsayılardan en küçük ve en büyük değerler uç değer olarak yazılmıştır.

Tablo 48.a incelendiğinde *sanayi sektörü* enerji etkinliğini açıklayıcı Model sonuçları ışığında yorumlamak için tercih edilen Model 2'e göre hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla endüstri sektörü geliri olumlu etkiler iken en fazla olumsuz etkileyen ise sanayi sektöründe kullanılan fosil yakıt kullanımı bulunmuştur. Diğer yandan sanayi sektörü için tüm modeller göz önüne alındığında sanayi sektörü enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen sanayi sektörü

fosil yakıt kullanımı (-0.693) iken en fazla olumlu etkileyen ise endüstri sektörü geliri (+1.066) etkilemektedir.

Tablo 48.b incelendiğinde *hizmetler sektörü* enerji etkinliğini açıklayıcı model sonuçları ışığında yorumlamak için tercih edilen Model 4'e göre hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hizmetler geliri iken en fazla olumsuz etkileyen ise hizmetler sektöründe kullanılan fosil yakıt kullanımı bulunmuştur. Diğer yandan hizmetler sektöründe istihdam ve hükümet etkinliği enerji etkinliğini olumlu etkiler iken ekonomik karmaşıklık(kompleksite) ise olumsuz etkilemiştir. Ayrıca hizmetler sektörü için tüm modeller göz önüne alındığında hizmetler sektörü enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen hizmetler sektörü fosil yakıt kullanımı (-0.689) iken en fazla olumlu etkileyen ise politik (siyasi) küreselleşme (+1.592) etkilemektedir.

Tablo 48.c incelendiğinde ise *tarım sektörü* enerji etkinliğini açıklayıcı model sonuçları ışığında yorumlamak için tercih edilen Model 1'e göre hem CCEMG hem de AMG sonuçları göz önüne alındığında uzun dönemde enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen tarımsal gelir iken en fazla olumsuz etkileyen ise tarım sektöründe kullanılan fosil yakıt kullanımı bulunmuştur. Diğer yandan tarım sektöründe kullanılan elektrik ve sıcaklık değişimi de enerji etkinliğini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca tarım sektörü için tüm modeller göz önüne alındığında tarım sektörü enerji etkinliğini en fazla olumsuz etkileyen tarım sektörü fosil yakıt kullanımı (-0.815) iken en fazla olumlu etkileyen ise tarım geliri (+1.297) etkilemektedir.

Tüm modellerde anlamlı çıkan değişkenler göz önüne alındığında ise yükselen ekonomiler için sanayi sektöründe endüstri sektörü geliri, ekonomik küreselleşme, orta ve ileri teknoloji içeren mal ihracat payı ihracatı ve enerji fiyat artışları enerji etkinliğini olumlu etkiler iken sanayi sektörü fosil yakıt kullanımı, sanayi sektörü elektrik kullanımı, sanayi sektörü CO₂ emisyonu, sanayi sektöründeki istihdam ve ekonomik özgürlük ise enerji etkinliğini olumsuz etkilemiştir. Hizmetler sektöründe hizmetler sektör geliri, hizmetler sektöründeki istihdam, hukukun üstünlüğü, hükümet etkinliği, sosyal küreselleşme ve politik küreselleşme enerji etkinliğini pozitif etkilerken hizmetler sektörü fosil yakıt tüketimi, hizmetler sektörü elektrik kullanımı, hizmetler sektörü biyoyakıt ve atık kullanımı, hizmetler sektörü karbondioksit emisyonu ve ekonomik karmaşıklık ise enerji etkinliğini olumsuz etkilemiştir. Tarım sektöründe ise tarım sektör geliri tarım

sektörü enerji etkinliğini olumlu etkiler iken tarımsal fosil yakıt kullanımı, tarımsal elektrik kullanımı, tarımsal karbondioksit emisyonu ve sıcaklık değişimi ise enerji etkinliğini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca sektörlerde ortak olarak kullanılan açıklayıcı değişkenlerin işaret ve büyüklüğü dikkate alındığında fosil yakıt kullanımı ve CO₂ emisyonu enerji etkinliğini sanayi ve hizmetler sektörlerine göre tarım sektöründe daha fazla olumsuz etkiler iken elektrik kullanımı ise sanayi sektöründe daha fazla olumsuz etkilediği bulunmuştur. Diğer taraftan sektörel gelir artışlarının ise enerji etkinliğini en fazla olumlu etkilediği sektör tarım sektörü olarak bulunmuştur.

Sektörel model tahminlerinden elde edilen tüm bulgular ışığında, Çin için Hang ve Tu (2007) tarafından yapılan çalışmadaki sanayi sektöründe enerji fiyat artışının, 31 OECD ülkesi için Chang v.d. (2018) tarafından yapılan çalışmadaki hükümet etkinliğinin ve Çin için Kaya ve Bayraktar (2019) tarafından yapılan çalışmadaki hukukun üstünlüğünün enerji etkinliğini olumlu etkilediği diğer taraftan Çin için Fisher-Vanden vd. (2004) tarafından yapılan çalışmadaki sanayi sektöründeki kömür tüketiminin, Finlandiya için Seppälä vd. (2011) tarafından yapılan çalışmadaki hizmetler sektöründe fosil yakıt kullanımının, Çin için Zhang vd. (2019) tarafından yapılan çalışmadaki tarım sektöründe kullanılan fosil yakıt kullanımının, İran için Javadi vd. (2021) tarafından yapılan çalışmadaki endüstride elektrik kullanımının, geçiş ekonomilerinde Paakkönen (2010) tarafından yapılan çalışmadaki ekonomik özgürlüğün ve Türkiye için Tunç vd. (2009) tarafından yapılan çalışmadaki sanayi sektöründe CO₂ emisyon artışlarının ise enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Sektörel model tahminlerinden elde edilen bulgular ışığında analize dâhil edilen yükselen ekonomilerde sektörel olarak enerji etkinliği için politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. Bunlar;

- i) İlk olarak yükselen ekonomilerde tüm sektörler için fosil yakıt kullanımı ve elektrik kullanımının sektörel enerji etkinliğini önemli derecede olumsuz etkilemesi bu ülkelerin enerji kaynakları arasında hala yoğun bir şekilde fosil yakıta bağımlı olduğu ve kullanıldığıyla ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla yoğun fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonu da enerji etkinliğinin olumsuz etkilenmesi için beklenen bir durum olmaktadır. O halde sektörel faaliyetlerde çok önemli maliyete neden olan enerji girdisi için yenilenebilir

enerji kullanımının enerji etkinliğini ve CO₂ emisyonunu azaltacağı değerlendirilmektedir.

- ii) Diğer taraftan sektörel gelirler ise sektörel enerji etkinliklerinin birincil belirleyicileri olduğundan artan sektörel gelirler sektörel enerji etkinliklerini artırmasıyla ilişkilendirilebilir.

Yükselen ekonomilerde sanayi *sektörü enerji etkinliği* için politika yapıcılara düşen görevlere ayrıntılı olarak bakıldığında bunlar;

- i) Yükselen ekonomilerde ekonomik özgürlükte yaşanan artışın üretimi artıracığı ancak enerji kaynağı olarak yenilenebilir enerji alt yapısı ve kullanımının düşük seviyelerde olması ve fosil yakıtla ulaşımın kolay olmasından dolayı enerji etkinliğini olumsuz etkileyen fosil yakıt kullanımının artmasıyla ilişkilendirilebilir.
- ii) Benzer şekilde artan ekonomik özgürlük yine sanayi sektöründe istihdamı; dolayısıyla üretimi artırmaktadır. Ancak yükselen ekonomiler için sanayi sektöründe yetersiz teknoloji seviyesi ve bu sektörde insan gücüne daha fazla bağımlılık enerji kaynakları arasında fosil yakıt payı yüksek olan bu ülkelerde kişi başı düşen enerji kullanımının gelişmiş ülkelere göre neredeyse iki katı kadar olduğundan daha fazla fosil yakıt kullanımıyla sonuçlanacağından enerji etkinliğini olumsuz etkilemesiyle ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla sanayi sektörü yükselen ekonomilerin büyümesi, uluslararası arenada rekabet edebilmesi ve söz sahibi olabilmesinde çok önemli olduğundan bu sektörde yapılacak iyileştirmeler de çok önemli hale gelmektedir. Öncelikle yükselen ekonomileri diğer ekonomilerden ayıran yüksek büyüme rakamları için kullanılan enerji girdisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması bu ülkelere bol, ucuz, sürdürülebilir, güvenilir ve çevre dostu enerji sağlamaktadır. Ayrıca fosil yakıtın yakın gelecekte tükenecek olması bu alanda kullanılan teknolojiye sahip olan ekonomilerin daha fazla büyümesine, daha fazla rekabet edebilmesine ve daha fazla söz sahibi olmasına neden olacağından ekonominin kendisi için sahip olduğu avantajlarla beraber küresel arenada da çok önemli avantajlara sahip olunacağı değerlendirilmektedir.

- iii) Diğer taraftan yükselen ekonomilerde sanayi sektöründe artan teknoloji seviyesi enerji etkinliğini artırmaktadır. Dolayısıyla artan teknoloji seviyesi yükselen ekonomilerde ekonomik küreselleşmenin genişlemesi ve yüksek teknoloji içeren malların ihracat paylarının artmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu durum bu ekonomilerin yeterli olmasa da teknolojik gelişmelere ve yeni teknolojilere sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla teknoloji alanında yapılan iyileştirmeler sanayi sektöründe üretimin en önemli girdisi olan enerji alanına da yansıdığını ve enerjinin daha etkin kullanılmasına neden olduğuyla ilişkilendirilebilir.
- iv) Enerji fiyatlarında yaşanan artış ise sanayi sektörü için üretimde maliyet artışına neden olacağından kullanılan enerjinin etkin ve tasarruflu kullanımına yol açmaktadır. Ancak bu sektörde artan enerji fiyatları beraberinde azalan üretimle sonuçlanır ise büyümenin çarkı olan sanayi sektörü için hükümetin enerji alanında bol, ucuz ve sürdürülebilir enerji politikaları uygulamasını, yatırımcılara alternatif enerji alanında teşvikler vermesini ve tüm sektörlerle yansımaya yardımcı olacağı değerlendirilmektedir.

Yükselen ekonomilerde *hizmetler sektörü enerji etkinliği* için politika yapıcılara düşen görevlere ayrıntılı olarak bakıldığında bunlar;

- i) Hizmetler sektörü enerji kullanım payı olarak dünya için çok önemli bir sektör olduğu gibi yükselen ekonomiler için de çok önemli bir sektördür. Yükselen ekonomiler için daha etkin bir hükümetin yönetiminde çevre odaklı enerji etkinliğini artıracak politikaların uygulandığı ve başarıyla sonuçlandığıyla ilişkilendirilebilir.
- ii) Bunun yanında yükselen ekonomilerde hukukun üstünlüğünü artıracak olan reformlar piyasada bulunan firmalara güvenli ve şeffaf bir ortamı sağlarken aynı zamanda hizmetler sektöründe kalite ve verimliliğin sağlanmasını da artırmaktadır. Ayrıca yabancı sermaye girişinde hizmetler kalitesi tercihi önemli olduğundan, hukukun üstünlüğü yabancı sermaye girişini de artırmaktadır. Dolayısıyla yabancı sermaye girişi sonucu artan sermaye, yerli ve yabancı yatırımcıların güven ortamında yaptığı yatırım sonucu artan üretim beraberinde teknolojik gelişmeleri getirerek hizmetler alanında daha fazla teknolojinin kullanımına, daha fazla kaliteli, kolay ve başarılı hizmetlere

neden olarak enerji kullanımında çok önemli paya sahip olan bu sektörde enerji etkinliğinin artmasına neden olmasıyla ilişkilendirilebilir.

- iii) Ayrıca bu sektörde yaşanan sosyal küreselleşme genişlemesi geniş internet kullanım kolaylığı, uluslararası ulaşım ve uluslararası turizm sonucu çevresel kalite ve düzenlemelerini artıracak politikaların uygulanması ve böylece refah seviyesinde yaşanan artış sonucu enerji etkinliğinin olumlu etkilendiğiyle ilişkilendirilebilir.
- iv) Benzer şekilde bu sektörde yaşanan politik küreselleşme genişlemesi bu ekonomilerin uluslararası arenada daha fazla aktif olduğunu, yaşanılabilir bir dünyanın geleceği için daha fazla ilgi ve endişe duyduğunu, iklim değişikliği için fosil yakıt kullanımını azaltma, yeşil enerji kaynaklarına yönelme ve çevre kalitesini artırma gibi zorunluluğu barındıran Paris Antlaşması ve benzeri antlaşmalara taraf olması ve uygulamasının enerji etkinliğini artırması ile ilişkilendirilebilir.
- v) Diğer yandan yükselen ekonomilerde artan ekonomik karmaşıklık(kompleksite) bir ekonomide daha fazla ürün üretiminin sağlanması anlamına geldiğinden bu üretim için gerekli olan enerjinin de daha fazla tüketimine neden olmaktadır. Bu üretimin gerçekleşmesi ise daha fazla hizmetler gerektirecektir. Dolayısıyla artan karmaşıklık(kompleksite) daha fazla hizmetler anlamına gelmektedir. Bu ekonomiler için hizmetler sektöründe hala yoğun bir şekilde fosil yakıt kullanıldığı dikkate alınırsa enerji etkinliğini olumsuz etkileyen fosil yakıt kullanımının daha fazla kullanım artışına neden olmasıyla ilişkilendirilebilir.
- vi) Ayrıca bu sektörde yaşanan istihdam artışı hizmetlerin hızlı ve başarıyla sonuçlanmasının yanında çıktıyı artırmaktadır. Bunun yanında sanayi sektöründe yaşanan istihdam azalışı da düşük ücret karşılığı bu sektöre kayacağından daha fazla çıktı artışına neden olmaktadır. Artan çıktı enerji kullanımından daha ağır basması sonucu enerji etkinliğinin artmasıyla ilişkilendirilebilir.

Yükselen ekonomilerde *tarım sektörü enerji etkinliği* için politika yapıcılara düşen görevlere ayrıntılı olarak bakıldığında ise bunlar;

- i) Tarım sektörünün yüksek oranda fosil yakıta bağımlı olması enerji etkinlik politikaları açısından bu alanı çok önemli bir sektör haline getirmektedir.
- ii) Ayrıca fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan CO₂ emisyonu zamanla çevre kalitesini olumsuz etkilemenin yanında küresel sıcaklıkların artmasına da neden olmaktadır. Artan sıcaklıklar kuraklıklara sebep olurken bu durum tarım sektörü için tarımsal faaliyetleri olumsuz etkilemekte ve yenilenebilir enerji payı içerisinde yarısından fazla paya sahip olan hidro kaynağını da tehdit etmektedir. Dolayısıyla tarım sektöründe yükselen ekonomiler için telafisi olmayan veya telafisi çok maliyet gerektiren sıcaklık değişimleri ve sürdürülebilir, güvenli, ucuz ve bol çevre dostu enerji kaynakları için yenilenebilir enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün şiddetini artırmaktadır.

Bu tez çalışması birçok farklılıkları açısından benzeri çalışmalardan ayrılmaktadır. İlk olarak literatürde enerji yoğunluğunu(tersine enerji verimliliğini) etkileyen faktörlerin birçok çalışmada arz ve talep ayrımı yapmadan birkaç değişkenle araştırıldığı görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise enerji etkinliğini açıklayıcı faktörler arz, talep, karma, sektörel; sanayi, hizmetler ve tarım sektörü olarak geniş bir şekilde ayrı ayrı araştırılmıştır. İkincisi, literatürde enerji yoğunluğunu(tersine enerji verimliliğini) etkileyen faktörler sadece birkaç değişkenle araştırılırken bu tezde iktisadi teoriye ve beklentiye uygun bir şekilde birçok değişken ile araştırılmıştır. Üçüncüsü, literatürde kullanılan ekonomik değişkenlerden farklı olarak enerji kaynakları, enerji kayıpları, yapısal, demografik, kültürel, iktisadi, kurumsal, sosyal ve siyasal(politik) faktörlerle enerji etkinlikleri arasındaki uzun dönem ilişkiler ortaya konmuştur. Dördüncüsü, uzun dönemli araştırılan ilişki son dönemde geliştirilen güncel ekonometrik yöntemlerle ortaya konmuştur.

Bu tezi izleyen araştırmalarda yükselen ekonomilerin de aralarında bulunduğu ülke grupları için daha güncel ve daha geniş veri setleri ile araştırmalar yine arz, talep, karma ve sektörel olarak geniş bir şekilde araştırılabilir. Ayrıca çalışılacak ülke grupları için enerji ithalatçısı veya ihracatçısı şeklinde homojen gruplara ayrılarak enerji etkinliği geniş bir şekilde araştırılabilir. Son olarak yükselen ekonomiler ile gelişmiş ülkeler veya diğer ülke grupları için enerji etkinliği araştırılarak ne gibi benzer ve farklılıklara sahip olunduğu ortaya konabilir.

KAYNAKÇA

- Abbas, S. K., Lan, H. (2020), Commodity Price Pass-Through and Inflation Regimes, *Energy Economics*, 92 (2020),1-11.
- Abrahamse, W., Steg, L. (2011), Factors Related to Household Energy Use and Intention to Reduce It: The Role of Psychological and Socio-Demographic Değişkens, *Human Ecology Review*, 18 (1), 30-40.
- Adıgüzel, M. (2013), Ekonomik Küreselleşmenin Türkiye Ekonomisine Etkileri, *Akademik Bakış Dergisi*, 35, 1-20.
- Adom, P. K. (2015a), Asymmetric Impacts of The Determinants of Energy Intensity in Nigeria, *Energy Economics*, 49, 570-580.
- Adom, P. K. (2015b), Determinants of Energy Intensity in South Africa: Testing for Structural Effects in Parameters, *Energy*, 89 (2015), 334-346.
- Afonso, A., Jalles, J. T. (2017), Fiscal Reaction Functions Across The World: A Battle of Statistical (in-) Significance, 1-33.
- Ahmad, M., Zhao, Z. Y., Li, H. (2019), Revealing Stylized Empirical Interactions Among Construction Sector, Urbanization, Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in China, *Science of The Total Environment*, 657, 1085-1098.
- Akal, M. (2015), A Varx Modelling of Energy Intensity Interactions Between China, The United States, Japan and EU, *Opec Energy Review*, 39 (1), 103-124.
- Akal, M. (2016a), Modeling of Energy Intensity in Turkey, *Energy Sources, Part B:Economics, Planning, and Policy*, 11 (9), 807–814.
- Akal, M. (2016b), Modeling World Energy Use Efficiency, Price, and GDP, *Energy Sources, Part B:Economics, Planning, and Policy*, 11 (10), 911–919.
- Akal, M., Gökmenoğlu, S. M. (2012), OECD Ülkelerinde Rekabet Gücünün Nedensellik İlişkisi: Ampirik Bir Analiz, *TISK Academy/TISK Akademi*, 7(13), 103-129.
- Akal, M., Kabasakal, A., Gökmenoğlu, S. M. (2012), OECD Ülkelerinin Rekabet Gücünü Açıklayıcı Kurumsal ve Karma Modeller, *Business & Economics Research Journal*, 3(1), 109-130.
- Akbostancı, E., Tunç, G. I., Türüt-Aşık, S. (2011), CO2 Emissions of Turkish Manufacturing Industry: A Decomposition Analysis, *Applied Energy*, 88 (6), 2273-2278.
- Akdağ, S., Iskenderoğlu, Ö. (2018), Avrupa Birliğine Üye ve Aday Ülkelerde Yenilenemeyen Enerji, Yenilenebilir Enerji ve Nükleer Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi, *Turkish Studies*, 13 (30), 1-14.

- Aktan, C. C., Vural, I. Y. (2002), Yoksullukla Mücadele ve Negatif Gelir Vergisi Önerisi. Ankara: Hak-İş Konfederasyonu Yayınları, 2002, 1-11.
- Alam, S., Fatima, A., Butt, M. S. (2007), Sustainable Development in Pakistan in The Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation, *Journal of Asian Economics*, 18 (5), 825-837.
- Alper, C.E. ve Torul, O. (2008), Oil Prices, Aggregate Economic Activity and Global Liquidity Conditions: Evidence From Turkey, *Economics Bulletin*, 17 (4), 1-8.
- Altıntaş, H., Mercan, M. (2015), Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi, *Ankara Üniversitesi Sbf Dergisi*, 70 (2), 345-376.
- Altiner, A., Bozkurt, E., Toktaş, Y. (2018), Küreselleşme ve Ekonomik Büyüme: Yükselen Piyasa Ekonomileri İçin Bir Uygulama, *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (639), 1117-1161.
- Altun, T. (2018), Hanelerde Enerji Verimliliği: Davranışsal Müdahaleler ve Kamu Politikaları İçin Anahtar İlkeler, *Electronic Turkish Studies*, 13 (22), 91-106.
- Andor, M. A., Frondel, M., Gerster, A., Sommer, S. (2019), Cognitive Reflection and The Valuation of Energy Efficiency, *Energy Economics*, 84 (104527), 1-8.
- Antonietti, R., Fontini, F. (2019), Does Energy Price Affect Energy Efficiency? Cross-Country Panel Evidence, *Energy Policy*, 129(2019), 896-906.
- Antweiler, W., Copeland, B. R., Taylor, M. S. (2001), Is Free Trade Good for The Environment?, *American Economic Review*, 91 (4), 877-908.
- Apergis, N., Payne, J. E. (2011), A Dynamic Panel Study of Economic Development and The Electricity Consumption-Growth Nexus, *Energy Economics*, 33 (5), 770-781.
- Arellano, M. (1987), Computing Robust Standard Errors for Within-Groups Estimators, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 49 (4), 431-434.
- Aslan, A. (2009), Convergence Analysis of Per Capita Carbon Dioxide Emissions: 1950-2004, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 9 (4), 1427-1439.
- Assaf, A. G., Tsionas, M., Tasiopoulos, A. (2019), Diagnosing and Correcting The Effects of Multicollinearity: Bayesian Implications of Ridge Regression, *Tourism Management*, 71, 1-8.
- Asteriou, D., Hall, S. G. (2007), A Modern Approach Using Eviews and Microfit, Revize Edilmiş Baskı, Palgrave Mcmillan, New York.
- Ayal, E. B., Karras, G. (1998), Components of Economic Freedom and Growth: An Empirical Study, *The Journal of Developing Areas*, 32 (3), 327-338.

- Aydın, Y. (2019), GAP Bölgesi Yarı Kurak İklim Koşullarında Class A Pan'dan Oluşan Günlük Buharlaştırmanın Penman ve Priestley-Taylor (Pt) Modelleri ile Tahmini, *Current Research and Assesments for Agricultural Science*, 207-220.
- Bahar, O. (2005), Türkiye'de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme, *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (14), 35-59.
- Bai, J., Ng, S. (2010), Panel Unit Root Tests with Cross-Section Dependence: A Further Investigation, *Econometric Theory*, 1088-1114.
- Bakas, D. P., T., Pelloni, G. (2016), on The Significance of Labour Reallocation for European Unemployment: Evidence From A Panel of 15 Countries, *Journal of Empirical Finance*, 39 (2016), 229-240.
- Bakirtas, T., Akpolat, A. G. (2018), The Relationship Between Energy Consumption, Urbanization, and Economic Growth in New Emerging-Market Countries, *Energy*, 147 (2018), 110-121.
- Bakirtas, T., Karbuz, S., Bildirici, M. (2000), An Econometric Analysis of Electricity Demand in Turkey, *Metu Studies in Development*, 27 (1), 23-34.
- Balıtskiy, S., Bilan, Y., Strielkowski, W., Štreimikienė, D. (2016), Energy Efficiency and Natural Gas Consumption in The Context of Economic Development in The European Union, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55 (2016), 156-168.
- Ballı, S. & Cinel, M. (2011), Altın Fiyatlarının İMKB 100 Endeksi'ne Etkisi ve Bu Etkinin Ölçülmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25 (3-4), 45-63.
- Baltagi, B. H., Wu, P. X. (1999), Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR(1) Disturbances, *Econometric Theory*, 15 (06), 814-823.
- Baltagi, B. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*. United Kingdom. John Wiley and Sons.
- Barassi, M. R., Zhou, Y. (2012), The Effect of Corruption on FDI: A Parametric and Non-Parametric Analysis, *European Journal of Political Economy*, 28 (3), 302-312.
- Barbieri, L. (2007), Panel Cointegration Tests: A Review, *Quaderni Del Dipartimento Di Scienze Economiche E Sociali Serie Rossa*, Università Cattolica Del Sacro Cuore, Piacenza, 43(2006), 1-53.
- Barnes, D.F., Krutilla, K., Hyde, W.F. (2005), *The Urban Household Energy Transition: Social and Environmental Impacts in The Developing World*, Resources for The Future, Washington, DC.
- Batley, S. L., Colbourne, D., Fleming, P. D., Urwin, P. (2001), Citizen Versus Consumer: Challenges in The UK Green Power Market, *Energy Policy*, 29 (6), 479-487.

- Bayraç, H. N., Doğan, E. (2016), Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 11 (1), 23-48.
- Beaumont, R. (2012), An Introduction to Statistics Correlation, Erişim Adresi: <http://www.floppybunny.org/robin/web/virtualncrassroom/stats/basics/part9.pdf> (Erişim Tarihi: 07.10.2019),
- Bedir, M., Hasselaar, E., Itard, L. (2013), Determinants of Electricity Consumption in Dutch Dwellings, Energy and Buildings, 58 (2013), 194-207.
- Bekun, F. V., Alola, A. A., Sarkodie, S. A. (2019), Toward A Sustainable Environment: Nexus Between CO2 Emissions, Resource Rent, Renewable and Nonrenewable Energy in 16-EU Countries, Science of The Total Environment, 657, 1023-1029.
- Belgin, Ö. (2010), Hizmetler Sektöründe Verimlilik, Aylık Bilişim Kültürü Dergisi, 127, 113-114.
- Berndt, E. R. (1990), Energy Use, Technical Progress and Productivity Growth: A Survey of Economic Issues, Journal of Productivity Analysis, 2 (1), 67-83.
- Bersano, A., Segantin, S., Falcone, N., Panella, B., Testoni, R. (2020), Evaluation of A Potential Reintroduction of Nuclear Energy in Italy to Accelerate The Energy Transition, The Electricity Journal, 33 (7), 1-9.
- Beser, N. O., Soyyigit, S. (2019), The Effects of High Technology Export and Per Capita Income on Carbon Emission: An Investigation on G20 Countries, Business and Economic Horizons, 15 (4), 542-559.
- Bessec, M., Méritet, S. (2007), The Causality Link Between Energy Prices, Technology and Energy Intensity, in The Econometrics of Energy Systems, Palgrave Macmillan, London, 121-145.
- Bhadbhade, N., Yilmaz, S., Zuberi, J. S., Eichhammer, W., Patel, M. K. (2020), The Evolution of Energy Efficiency in Switzerland in The Period 2000–2016, Energy, 191, 1-13.
- Bhargava, A., Franzini, L., Narendranathan, W. (1982), Serial Correlation and The Fixed Effects Model, Review of Economic Studies, 49 (4), 533-49.
- Bigerna, S., Polinori, P. (2014), Italian Households’ Willingness to Pay for Green Electricity, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34 (2014), 110-121.
- Bildirici, M. E., Bakirtas, T. (2014), The Relationship Among Oil, Natural Gas and Coal Consumption and Economic Growth in BRICS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) Countries, Energy, 65 (2014), 134-144.
- Bilişik, M. T. (2015), Gelişmekte Olan ve Hızlı Büyüyen Ülkelerin Tarım Sektörünün Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ile Analizi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17 (2), 77-97.

- Bird, L., Bolinger, M., Gagliano, T., Wiser, R., Brown, M., Parsons, B. (2005), Policies and Market Factors Driving Wind Power Development in The United States, *Energy Policy*, 33 (11), 1397-1407.
- Bjørnskov, C. (2005), Does Political Ideology Affect Economic Growth?, *Public Choice*, 123 (1-2), 133-146.
- Blackburne Iıı, E. F., Frank, M. W. (2007), Estimation of Nonstationary Heterogeneous Panels, *The Stata Journal*, 7 (2), 197-208.
- Boqiang, L., Hongxun, L. (2015), Do Energy and Environment Efficiency Benefit From Foreign Trade?—The Case of China's Industrial Sectors. *Economic Research Journal*, 9 (11), 127-141.
- Boyd, G. A., Pang, J. X. (2000), Estimating The Linkage Between Energy Efficiency and Productivity, *Energy Policy*, 28 (5), 289-296.
- Boylu, A. A., Yertutan, C. (2012), Erkeklerin Evde Enerji ve Su Tasarrufu Konusundaki Alışkanlık ve Satın Alma Odaklı Davranışlarının İncelenmesi, *Sosyoekonomi*, 17 (17), 157-172.
- Bozkurt, B. (2008), An Automatic Pitch Analysis Method for Turkish Maqam Music, *Journal of New Music Research*, 37 (1), 1-13.
- Bozkurt, E., Altın, A. (2018), Finansal Erişimin Belirleyicileri, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8 (16), 295-308.
- Bölükbaşı, Ö. F. (2018), Çok Boyutlu Panel Veri Modelleri: Firma Karakteristiklerinin Sermaye Yapısı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, (Yayımlanmış Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Breusch, T. S., Pagan A. R. (1980), The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics, *Review of Economic Studies*, 47 (1), 239-253.
- Brittan, L. (1998), Globalisation Vs. Sovereignty? The European Response: The 1997 Rede Lecture and Related Speeches and Articles, Cambridge University Press.
- Brown, M. B., Alan B. F. (1974), Robust Tests for Equality of Variances, *Journal of The American Statistical Association* 69 (346), 364–367.
- Bulavskaya, T., Reynès, F. (2018), Job Creation and Economic Impact of Renewable Energy in The Netherlands, *Renewable Energy*, 119 (2018), 528-538.
- Cabalu, H., Koshy, P., Corong, E., Rodriguez, U. P. E., Endriga, B. A. (2015), Modelling The Impact of Energy Policies on The Philippine Economy: Carbon Tax, Energy Efficiency, and Changes in The Energy Mix, *Economic Analysis and Policy*, 48 (2015), 222-237.
- Cadoret, I., Padovano, F. (2016), The Political Drivers of Renewable Energies

- Policies, *Energy Economics*, 56 (2016), 261-269.
- Carlsson, F., Lundström, S. (2002), Economic Freedom and Growth: Decomposing The Effects, *Public Choice*, 112 (3), 335-344.
- Carlsson-Kanyama, A., Lindén, A. L., Wulff, P. (2005), Energi Effektivisering I Bostaden, Förändringar I Hushållsarbete För Kvinnor Och Män, *Isviçre*, FOI.
- Cengiz, M. S., Mamiş, M. S. (2015), Endüstriyel Tesislerde Verimlilik ve Güneş Enerjisi Kullanımı. VI Enerji Verimliliği Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi, 21-25.
- Chang, C. P., Berdiev, A. N. (2011), The Political Economy of Energy Regulation in OECD Countries, *Energy Economics*, 33 (5), 816-825.
- Chang, C. P., Lee, C. C., Berdiev, A. N. (2015), The Impact of Government Ideology on Energy Efficiency: Evidence From Panel Data, *Energy Efficiency*, 8 (6), 1181-1199.
- Chang, C. P., Wen, J., Zheng, M., Dong, M., Hao, Y. (2018), Is Higher Government Efficiency Conducive to Improving Energy Use Efficiency? Evidence From OECD Countries, *Economic Modelling*, 72 (2018), 65-77.
- Chang, J., Leung, D. Y., Wu, C. Z., Yuan, Z. H. (2003), A Review on The Energy Production, Consumption, and Prospect of Renewable Energy in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 7 (5), 453-468.
- Chang, T. H., Huang, C. M., Lee, M. C. (2009), Threshold Effect of The Economic Growth Rate on The Renewable Energy Development From A Change in Energy Price: Evidence From OECD Countries, *Energy Policy*, 37 (12), 5796-5802.
- Chen, H., Jia, B., Lau, S. S. Y. (2008), Sustainable Urban Form for Chinese Compact Cities: Challenges of A Rapid Urbanized Economy, *Habitat International*, 32 (1), 28-40.
- Chen, X., Shuai, C., Zhang, Y., Wu, Y. (2020), Decomposition of Energy Consumption and Its Decoupling with Economic Growth in The Global Agricultural Industry, *Environmental Impact Assessment Review*, 81, 1-10.
- Chen, Y. E., Fu, Q., Zhao, X., Yuan, X., Chang, C. P. (2019), International Sanctions'impact on Energy Efficiency in Target States, *Economic Modelling*, 82 (2019), 21-34.
- Cheng, M., Zhu, Y. (2014), The State of The Art of Wind Energy Conversion Systems and Technologies: A Review, *Energy Conversion and Management*, 88 (2014), 332-347.
- Chi, D. A., Moreno, D., Navarro, J. (2018), Impact of Perforated Solar Screens on Daylight Availability and Low Energy Use in Offices, *Advances in Building Energy Research*, 1-25.

- Choi, I. (1994), Durbin-Hausman Tests for Cointegration, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18(2), 467-480.
- Chong, C. H., Tan, W. X., Ting, Z. J., Liu, P., Ma, L., Li, Z., Ni, W. (2019), The Driving Factors of Energy-Related CO₂ Emission Growth in Malaysia: The LmdI Decomposition Method Based on Energy Allocation Analysis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 115 (2019), 2-19.
- Ciarreta, A., Zarraga, A. (2010), Economic Growth-Electricity Consumption Causality in 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach, *Energy Policy*, 38(7), 3790-3796.
- Cole, M. A. (2006), Does Trade Liberalization Increase National Energy Use?, *Economics Letters*, 92 (1), 108-112.
- Coşkun, A. G. C., Oktay, Z., Ertürk, Ö. G. M. (2009), Konutların Isıtma Sezonunda Seçilen İç Ortam Sıcaklık Parametresinin Enerji-Maliyet-Çevre Açısından Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama Örneği, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Nisan Kongresi, İzmir, 28-35.
- Çelik, M. Y. (2012), Boyutları ve Farklı Algılarıyla Küreselleşme, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32 (2), 57-73.
- Çınar, S. (2015), Doğal Kaynaklar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, *Marmara University Journal of Economic & Administrative Sciences*, 37 (2), 171-190.
- Da Silva, P. P., Cerqueira, P. A., Ogbe, W. (2018), Determinants of Renewable Energy Growth in Sub-Saharan Africa: Evidence From Panel Ardl, *Energy*, 156 (2018), 45-54.
- Dablan, E., Yılmaz A. E. (2020), Toplumsal Cinsiyet Rollerinin Çevreye Duyarlı Tüketim Davranışı Üzerine Etkisinin Ölçülmesine Yönelik Bir Araştırma, *Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi*, 11 (26), 164-181.
- Dawei, G., Dequn, Z., Qunwei, W. (2010), International Trade, R&D Technology Spillovers and Its Effect on Total-Factor Energy Efficiency in China, *Management Review*, 8, 122-128.
- De Haan, J., Sturm, J. E. (2000), on The Relationship Between Economic Freedom and Economic Growth, *European Journal of Political Economy*, 16 (2), 215-241.
- Delmas, M. A., Fischlein, M., Asensio, O. I. (2013), Information Strategies and Energy Conservation Behavior: A Meta-Analysis of Experimental Studies From 1975 to 2012, *Energy Policy*, 61 (2013), 729-739.
- Demir, M. (2013), Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, VAR Analizi ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 5 (9), 2-27.
- Dias, M. O., Ensinas, A. V., Nebra, S. A., Maciel Filho, R., Rossell, C. E., Maciel, M. R.

- W. (2009), Production of Bioethanol and Other Bio-Based Materials From Sugarcane Bagasse: Integration to Conventional Bioethanol Production Process, *Chemical Engineering Research and Design*, 87 (9), 1206-1216.
- Dias, R. A., Mattos, C. R., Balestieri, J. A. (2004), Energy Education: Breaking up The Rational Energy Use Barriers, *Energy Policy*, 32 (11), 1339-1347.
- Doğan, S., Tüzer, M. (2011), Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri, *Cü İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12 (1), 21-34.
- Doucouliağos, H., Ulubaşoğlu, M. A. (2008), Democracy and Economic Growth: A Meta-Analysis, *American Journal of Political Science*, 52 (1), 61-83.
- Dreher, A. (2006), Does Globalization Affect Growth? Evidence From A New Index of Globalization, *Applied Economics*, 38 (10), 1091-1110.
- Driscoll, J. C., Kraay, A. C. (1998), Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data, *Review of Economics and Statistics*, 80 (4), 549-560.
- Du Can, S. D. L. R., Leventis, G., Phadke, A., Gopal, A. (2014), Design of Incentive Programs for Accelerating Penetration of Energy-Efficient Appliances, *Energy Policy*, 72 (2014), 56-66.
- Duran, S. (2013), Kısa Vadeli Yabancı Yatırımların Kobi Finansmanına Etkileri: İMKB’de Bir Uygulama, (Yayımlanmış Doktora Tezi), Gebze /Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze.
- Eberhardt, M., Bond, S. (2009), Cross-Section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator, 1-26.
- Eberhardt, M., Teal, F. (2010), Productivity Analysis in Global Manufacturing Production, *Economics Series Working Papers 515*, University of Oxford, Department of Economics.
- Ediger, V. Ş. (2009), Türkiye’nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi, *TUBA, Günce*, 39, 18-25.
- Egan, C., Brown, E. (2001), An Analysis of Public Opinion and Communication Campaign Research on Energy Efficiency and Related Topics. American Council for An Energy-Efficient Economy. Report No. A013, Washington, DC.
- Elmas, B., Polat, M. (2016, Mayıs), Bıst Kurumsal Yönetim Endeksine Kayıtlı İmalat Firmaları Özelinde Ar-Ge Yatırımlarının Firma Performansına Etkisinin Araştırılması, in *Global Business Research Congress*, İstanbul.
- Erdoğan, Z., Aydınbaş, G. (2020), Factors Affecting International Tourism Revenues, 10 (4), 709-726.
- Ergün, S., Polat, M. A. (2017), G7 Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve

- Büyüme İlişkisi, Siyaset Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 5 (2), 257-272.
- Erten, S. (2002), Kız ve Erkek Öğrencilerin Evde Enerji Tasarrufu Yapma Davranış Amaçlarının Planlanmış Davranış Teorisi Yardımıyla Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (22), 67-73.
- Esen, Ö., Bayrak, M. (2015), Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Geçiş Sürecindeki Türk Cumhuriyetleri Üzerine Bir Uygulama, Bilig, (73), 231-248.
- Eşiyok, B. A. (2014), Türkiye-AB arasında dış ticaretin teknolojik yapısı, rekabet gücü ve endüstri-içi ticaret: Ampirik bir değerlendirme, Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, 13(1), 91-124.
- ETKB (2017), Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü-01 Ocak 2017 İtibarıyla, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Sayı: 15.
- Fan, E. X. (2002), Technological Spillovers From Foreign Direct Investment-A Survey, Asian Development Bank, 1-36.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of The United Nations). (2021), Temperature Change, www.fao.org, Erişim Tarihi: 06.02.2021.
- Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Liu, H., Tao, Q. (2004), What Is Driving China's Decline in Energy Intensity?, Resource and Energy Economics, 26 (1), 77-97.
- Fisher, I. (1932), Booms and Depressions: Some First Principles (P. Viii), New York: Adelphi Company.
- Franco, A., Vaccaro, M. (2014), A Combined Energetic and Economic Approach for The Sustainable Design of Geothermal Plants, Energy Conversion and Management, 87 (2014), 735-745.
- Fredriksson, P. G., List, J. A., Millimet, D. L. (2003), Bureaucratic Corruption, Environmental Policy and Inbound Us FDI: Theory and Evidence, Journal of Public Economics, 87 (7-8), 1407-1430.
- Fredriksson, P. G., Vollebergh, H. R., Dijkgraaf, E. (2004), Corruption and Energy Efficiency in OECD Countries: Theory and Evidence, Journal of Environmental Economics and Management, 47 (2), 207-231.
- Fridleifsson, I. B. (2001), Geothermal Energy for The Benefit of The People, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5 (3), 299-312.
- Froot, K. A. (1989), Consistent Covariance Matrix Estimation with Cross-Sectional Dependence and Heteroskedasticity in Financial Data, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 333-355.
- Galang, R. M. N. (2012), Victim or Victimizer: Firm Responses to Government Corruption, Journal of Management Studies, 49 (2), 429-462.

- Gamtessa, S., Olani, A. B. (2018), Energy Price, Energy Efficiency, and Capital Productivity: Empirical Investigations and Policy Implications, *Energy Economics*, 72 (2018), 650-666.
- Gaspar, R., Antunes, D. (2011), Energy Efficiency and Appliance Purchases in Europe: Consumer Profiles and Choice Determinants, *Energy Policy*, 39 (11), 7335-7346.
- Golder, B. (2011), Energy Intensity of Indian Manufacturing Firms: Effect of Energy Prices, Technology and Firm Characteristics. *Science, Technology and Society*, 16 (3), 351-372.
- Göçer, I., Mercan, M., Hotunluoğlu, H. (2012), Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi, *Maliye Dergisi*, (163), 449-467.
- Gökmenoğlu, S. M., Akal, M., ALTUNIŞIK, R. (2012), Ulusal Rekabet Gücünü Belirleyen Faktörler Üzerine Değerlendirmeler, *Competition Journal/Rekabet Dergisi*, 13(4), 3-43.
- Gönen, E., Kalıncara, V. (1991), Kadınların Elektrikli Ev Araçlarının Kullanımında Enerji Tasarrufuna Yönelik Tutum ve Davranışları, *Kadın ve Enerji Tasarrufu Sempozyumu*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.
- Gözgör, G., Can, M. (2017), Causal Linkages Among The Product Diversification of Exports, Economic Globalization and Economic Growth, *Review of Development Economics*, 21 (3), 888-908.
- Greene, W. H. (2000), *Econometric Analysis 4th Edition, International Edition*, New Jersey: Prentice Hall, 201-215.
- Griliches, Z. (2007), 12. R&D and Productivity: The Unfinished Business. in *R&D and Productivity* (Pp. 269-284), University of Chicago Press, 269-284.
- Grossman, G. M., Krueger, A. B. (1991), Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement, *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, National Bureau of Economic Research, 1-39.
- Gu, W., Zhao, X., Yan, X., Wang, C., Li, Q. (2019), Energy Technological Progress, Energy Consumption, and CO2 Emissions: Empirical Evidence From China, *Journal of Cleaner Production*, 236 (2019), 2-15.
- Gujarati, D. N. (2003), *Basic Econometrics*, Mcgraw: Hill Education.
- Güney, T. (2017), Population Growth and Sustainable Development in Developed-Developing Countries: An IV (2SLS) Approach, *Population*, 22 (4), 1255-1277.
- Gürler, A. Z., Budak, D. B., Ayyıldız, B. & Kaplan, U. E. (2020), *Enerji Ekonomisi*, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Gwartney, J. D., Lawson, R. A., Holcombe, R. G. (1999), *Economic Freedom and The*

- Environment for Economic Growth, Journal of Institutional and Theoretical Economics (Jite)/Zeitschrift Für Die Gesamte Staatswissenschaft, 643-663.
- Hancevic, P. I., Lopez-Aguilar, J. A. (2019), Energy Efficiency Programs in The Context of Increasing Block Tariffs: The Case of Residential Electricity in Mexico, Energy Policy, 131 (2019), 320-331.
- Hang, L. & M. Tu (2007), The Impacts of Energy Prices on Energy Intensity: Evidence From China, Energy Policy, 35 (5), 2978-2988.
- Hao, H., Geng, Y., Hang, W. (2016), Ghg Emissions From Primary Aluminum Production in China: Regional Disparity and Policy Implications, Applied Energy, 166, 264-272.
- Hatzigeorgiou, E. & H. Polatidis & D. Haralambopoulos (2011), CO2 Emissions, GDP and Energy Intensity: A Multivariate Cointegration and Causality Analysis for Greece 1977–2007, Applied Energy, 88 (4), 1377-1385.
- Hausman, J. A. (1978), Specification Tests in Econometrics, Econometrica: Journal of The Econometric Society, 1251-1271.
- Hayaloğlu, P., Artan, S., Demirel, S. K. (2019), Sürdürülebilir Gelişme Bağlamında Çevresel-Sosyal Faktörler ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiler, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 7 (2), 52-66.
- Henning, D., Trygg, L. (2008), Reduction of Electricity Use in Swedish Industry and Its Impact on National Power Supply and European CO2 Emissions, Energy Policy, 36 (7), 2330-2350.
- Hepaktan, C. E., Çınar, S. (2011), OECD Ülkeleri Vergi Sistemi Esnekliğinin Panel Eşbütünleşme Testleri ile Analizi, Sosyal Bilimler Dergisi, 4(2), 133-153.
- Herring, H., Roy, R. (2007), Technological Innovation, Energy Efficient Design and The Rebound Effect, Technovation, 27 (4), 194-203.
- Hisarcıklıoğlu, R. (2001), Küreselleşme ve Türkiye. İktisat Dergisi, 416, İstanbul: IFMC Yayınları
- Hoechle, D. (2007), Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence, The Stata Journal, 7 (3), 281-312.
- Holtedahl, P., Joutz, F. L. (2004), Residential Electricity Demand in Taiwan, Energy Economics, 26 (2), 201-224.
- Holtinen, H., Tuhkanen, S. (2004), The Effect of Wind Power on CO2 Abatement in The Nordic Countries, Energy Policy, 32 (14), 1639-1652.
- Holzmann, A., Schmid, E.. (2018), Consumer Behaviour in The Residential Heating Sector in Austria: Findings From A Bottom-up Modelling Approach, Energy and Buildings, 158 (2018), 486-493.

- Hossain, M. S. (2011), Panel Estimation for CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries, *Energy Policy*, 39 (11), 6991-6999.
- Hsiao, C. (2014), *Analysis of Panel Data*, New York: Cambridge University Press.
- Huang, J., Du, D., Hao, Y. (2017), The Driving Forces of The Change in China's Energy Intensity: An Empirical Research Using Dea-Malmquist and Spatial Panel Estimations, *Economic Modelling*, 65, 41-50.
- Huang, J., Du, D., Tao, Q. (2017), An Analysis of Technological Factors and Energy Intensity in China. *Energy Policy*, 109, 1-9.
- Huh, S. Y., Jo, M., Shin, J., Yoo, S. H. (2019), Impact of Rebate Program for Energy-Efficient Household Appliances on Consumer Purchasing Decisions: The Case of Electric Rice Cookers in South Korea, *Energy Policy*, 129, 1394-1403.
- Hull, D., Gallachóir, B. P. Ó., Walker, N. (2009), Development of A Modelling Framework in Response to New European Energy-Efficiency Regulatory Obligations: The Irish Experience, *Energy Policy*, 37 (12), 5363-5375.
- Iddrisu, A. A., Alagidede, I. P. (2020), Revisiting Interest Rate and Lending Channels of Monetary Policy Transmission in The Light of Theoretical Prescriptions, *Central Bank Review*, 2-10.
- IEA (International Energy Agency). (2015), *Energy Efficiency Market Report*, Paris: International Energy Agency, Issues, *Energy Policy*, 24(5), 377-390.
- IEA (International Energy Agency). (2020), *Data and Statistics*, Erişim Adresi: www.iea.org. (Erişim Tarihi: 06/02/2020).
- IEA (International Energy Agency). (2021), *Data and Statistics*, Erişim Adresi: www.iea.org . (Erişim Tarihi: 06/02/2021).
- Im, K. S., Pesaran, M. H. & Shin, Y. (2003), Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels, *Journal of Econometrics*, 115 (1), 53-74.
- IMF (International Monetary Fund). (2015), *World Economic Ooulook*, Erişim Adresi: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/pdf/text.pdf>. (Erişim Tarihi: 06/02/2020),
- Irandoost, M. (2016), The Renewable Energy-Growth Nexus with Carbon Emissions and Technological Innovation: Evidence From The Nordic Countries, *Ecological Indicators*, 69, 118-125.
- İslatince, H., Haydaroğlu, C. (2009), Türk İmalat Sanayiinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (24), 1-7.
- Jaffe, A. B., Stavins, R. N. (1994), The Energy Paradox and The Diffusion of

- Conservation Technology, Resource and Energy Economics, 16 (2), 91-122.
- Javadi, P., Yeganeh, B., Abbasi, M., Alipourmohajer, S. (2021), Energy Assessment and Greenhouse Gas Predictions in The Automotive Manufacturing Industry in Iran, Sustainable Production and Consumption, 26, 316-330.
- Jin, T., Kim, J. (2019), A Comparative Study of Energy and Carbon Efficiency for Emerging Countries Using Panel Stochastic Frontier Analysis, Scientific Reports, 9 (1), 1-8.
- Jridi, O., Bargaoui, S. A., Nouri, F. Z. (2015), Household Preferences for Energy Saving Measures: Approach of Discrete Choice Models, Energy and Buildings, 103 (2015), 38-47.
- Kabalci, E. (2013) Design and Analysis of A Hybrid Renewable Energy Plant with Solar and Wind Power, Energy Conversion and Management, 72 (2013), 51-59.
- Kandpal, T. C., Garg, H. P. (1999), Energy Education, Applied Energy, 64 (14), 71-78.
- Kaplan, E. A. (2014), Politik İstikrarın Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Amprik Bir İnceleme, (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Karabat, S., Aydın, B. (2018), İyi Tarım Uygulamalarının Mandarin Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Ekonomik Analiz Üzerine Etkisi: İzmir İli Örneği, Toprak Su Dergisi, 7 (1), 1-10.
- Karadaş, N., Soyyiğit, S. (2019), Orta Gelir Tuzağı ve Ekonomik Karmaşıklık Düzeyi İlişkisi: Türkiye ve Seçilmiş Ülkeler Üzerine Bir İnceleme, Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi, 1 (12), 1-23.
- Kaulihowa, T., Adjasi, C. (2018), FDI and Welfare Dynamics in Africa, Thunderbird International Business Review, 60 (3), 313-328.
- Kaya, H. I., Bayraktar, Y. (2019), Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20 (1), 164-180.
- Kaya, S., Evren, S., Daşcı, E. (2016), Yarı-Kurak İklim Koşullarında A Sınıfı Kap Buharlaşmasını Tahmin İçin Çeşitli Eşitliklerin Karşılaştırılması, Bursa Uludağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 30 (2), 1-9.
- Kejun, J. (2009), Energy Efficiency Improvement in China: A Significant Progress for The 11th Five Year Plan, Energy Efficiency, 2 (4), 401-409.
- Kellenberg, D. K. (2009), An Empirical Investigation of The Pollution Haven Effect with Strategic Environment and Trade Policy, Journal of International Economics, 78 (2), 242-255.

- Koizumi, S. (2007), Energy Efficiency of Air Conditioners in Developing Countries and The Role of CDM, IEA, Information Paper, IEA, Paris.
- Korkmaz, T., Uygurtürk, H., Gökbulut, R. I. & Güğərçin, G. (2008), İMKB’de İşlem Gören Çimento İşletmelerinin Varlık Performansına Etki Eden Finansal Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, 25 (2), 565-587.
- Kumara K.S., Parikh J. (2001), Indian Agriculture and Climate Sensitivity, Global Environmental Change, 11 (2), 147–154.
- Lapatinas, A., Garas, A., Boleti, E., Kyriakou, A. (2019), Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence From A World Sample, 92833, 1-46.
- Leal Filho, W., Salvia, A. L., Do Paço, A., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., Rampasso, I. S., ... & Brandli, L. L. (2019), A Comparative Study of Approaches Towards Energy Efficiency and Renewable Energy Use At Higher Education Institutions, Journal of Cleaner Production, 237 (2019), 1-9.
- Lescaroux, F. (2008), Decomposition of Us Manufacturing Energy Intensity and Elasticities of Components with Respect to Energy Prices, Energy Economics, 30(3), 1068-1080.
- Levin, A., Lin, C. F. & Chu, C. S. J. (2002), Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties, Journal of Econometrics, 108 (1), 1-24.
- Li, T., Baležentis, T., Makutėnienė, D., Streimikiene, D., Kriščiukaitienė, I. (2016), Energy-Related CO2 Emission in European Union Agriculture: Driving Forces and Possibilities for Reduction, Applied Energy, 180, 682-694.
- Liere, K. D. V., Dunlap, R. E. (1980), The Social Bases of Environmental Concern: A Review of Hypotheses, Explanations and Empirical Evidence, Public Opinion Quarterly, 44 (2), 181-197.
- Lin, B., Wang, A. (2016), Regional Energy Efficiency of China’s Commercial Sector: An Emerging Energy Consumer, Emerging Markets Finance and Trade, 52 (12), 2818-2836.
- Lipscy, P. Y., Schipper, L. (2013), Energy Efficiency in The Japanese Transport Sector, Energy Policy, 56 (2013), 248-258.
- Liu, Y. (2009), Exploring The Relationship Between Urbanization and Energy Consumption in China Using Ardl (Autoregressive Distributed Lag) and Fdm (Factor Decomposition Model), Energy, 34 (11), 1846-1854.
- Loi, T. S. A., Le Ng, J. (2018), Analysing Households’responsiveness Towards Socio-Economic Determinants of Residential Electricity Consumption in Singapore, Energy Policy, 112 (2018), 415-426.
- Lund, J., Sanner, B., Rybach, L., Curtis, R., Hellström, G. (2004), Geothermal (Ground-

- Source) Heat Pumps: A World Overview, Geo-Heat Center Quarterly Bulletin, 25 (3), 1-10.
- Lutzenhiser, L. (1992), A Cultural Model of Household Energy Consumption, *Energy*, 17 (1), 47-60.
- Lutzenhiser, L. (2014), Through The Energy Efficiency Looking Glass, *Energy Research and Social Science*, 1 (2014), 141-151.
- Maddala, G. S. & Wu, S. (1999), A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 (S1), 631-652.
- Malinauskaite, J., Jouhara, H., Ahmad, L., Milani, M., Montorsi, L., Venturelli, M. (2019), Energy Efficiency in Industry: EU and National Policies in Italy and The UK, *Energy*, 172, 255-269.
- Mandal, S. K. (2010), Do Undesirable Output and Environmental Regulation Matter in Energy Efficiency Analysis? Evidence From Indian Cement Industry, *Energy Policy*, 38(10), 6076-6083.
- Marques, A. C., Fuinhas, J. A., Manso, J. P. (2010), Motivations Driving Renewable Energy in European Countries: A Panel Data Approach, *Energy Policy*, 38 (11), 6877-6885.
- Martinho, V. J. P. D. (2016), Energy Consumption Across European Union Farms: Efficiency in Terms of Farming Output and Utilized Agricultural Area, *Energy*, 103, 543-556.
- Meangbua, O., Dhakal, S., Kuwornu, J. K. (2019), Factors Influencing Energy Requirements and CO2 Emissions of Households in Thailand: A Panel Data Analysis, *Energy Policy*, 129 (2019), 521-531.
- Medlock II, K. B. (2009), Energy Demand Theory, *International Handbook on The Economics of Energy*, 89-111.
- Mendelsohn, R., Dinar, A. (1999), Climate Change, Agriculture, and Developing Countries: Does Adaptation Matter?, *The World Bank Research Observer*, 14 (2), 277-293.
- Meng, M., Fu, Y., Wang, X. (2018), Decoupling, Decomposition and Forecasting Analysis of China's Fossil Energy Consumption From Industrial Output, *Journal of Cleaner Production*, 177, 752-759.
- Menz, F. C., Vachon, S. (2006), The Effectiveness of Different Policy Regimes for Promoting Wind Power: Experiences From The States, *Energy Policy*, 34 (14), 1786-1796.
- Meral, M. E., Ahmet, T., Tümay, M. (2009), Elektrik Tesislerinde Enerji Verimliliği, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 14 (1), 31-

- Míguez, J. L., Lopez-Gonzalez, L. M., Porteiro, J., Paz, C., Granada, E., Moran, J. C. (2006), Contribution of Renewable Energy Sources to Electricity Production in Galicia (Spain), *Energy Sources, Part A*, 28 (11), 995-1012.
- Michaelides, E. E., Michaelides, D. N. (2020), Impact of Nuclear Energy on Fossil Fuel Substitution, *Nuclear Engineering and Design*, 366 (2020), 1-10.
- Miles, M. (1996), for The Sake of The Children: Coping Strategies of Women in Swaziland's Domestic Service Sector, *Geojournal*, 39 (1), 81-88.
- Mingyong, L., Shuijun, P., Qun, B. (2006), Technology Spillovers, Absorptive Capacity and Economic Growth, *China Economic Review*, 17 (3), 300-320.
- Mucuk, M., Uysal, D. (2009), Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, *Maliye Dergisi*, 157 (1), 105-115.
- Mudambi, R., Navarra, P., Delios, A. (2013), Government Regulation, Corruption, and FDI, *Asia Pacific Journal of Management*, 30 (2), 487-511.
- Muratoğlu, Ö. Ü. Y., Şanlı, A. G. D. OECD Ülkelerinde İnternet Kullanımı ve Beşeri Sermayenin İşgücü Başına Gelire Etkisi, *DÜSPED*, (25), 1-23.
- Nakamura, E. (2016), Electricity Saving Behavior of Households by Making Efforts, Replacing Appliances, and Renovations: Empirical Analysis Using A Multivariate Ordered Probit Model, *International Journal of Consumer Studies*, 40 (6), 675-684.
- Ndebele, T. (2020), Assessing The Potential for Consumer-Driven Renewable Energy Development in Deregulated Electricity Markets Dominated by Renewables, *Energy Policy*, 136 (2020), 1-14.
- Neagu, O., Teodoru, M. C. (2019), The Relationship Between Economic Complexity, Energy Consumption Structure and Greenhouse Gas Emission: Heterogeneous Panel Evidence From The EU Countries, *Sustainability*, 11 (2), 497-526.
- Nepal, R., Paija, N. (2019), Energy Security, Electricity, Population and Economic Growth: The Case of A Developing South Asian Resource-Rich Economy, *Energy Policy*, 132, 771-781.
- Neuenkirch, M., Neumeier, F. (2015), The Impact of Un and Us Economic Sanctions on GDP Growth, *European Journal of Political Economy*, 40 (2015), 110-125.
- Neves, S. A., Marques, A. C., Fuinhas, J. A. (2017), Is Energy Consumption in The Transport Sector Hampering Both Economic Growth and The Reduction of CO2 Emissions? A Disaggregated Energy Consumption Analysis, *Transport Policy*, 59 (C), 64-70.
- Nolan, J. M., Schultz, P. W., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J., Griskevicius, V. (2008),

Normative Social Influence Is Under Detected, Personality and Social Psychology Bulletin, 34 (2008), 913-923.

Nord-Ågren, E. (2002), The Electricity Usage Pattern for Cooker Manufacturing in Three European Countries, A Benchmarking Study of Electrolux Factories, 1-140.

NRDC (Natural Resources Defense Council). (2011), Better Light Bulbs Equal Consumer Savings in Every State, July 2011, Erişim Adresi: <https://www.Nrdc.org/Sites/Default/Files/Betterbulbs.Pdf>. (Erişim Tarihi: 06.02.2020),

Nur, H. B. ve Dilber, I. (2017), Gelişmekte Olan Ülkelerde Doğrudan Yabancı Yatırımları Belirleyen Temel Unsurlar, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32 (2), 15-45.

Nwachukwu, C. M., Wang, C., Wetterlund, E. (2021), Exploring The Role of Forest Biomass in Abating Fossil CO2 Emissions in The Iron and Steel Industry–The Case of Sweden, Applied Energy, 288 (2021), 1-15.

Oh, T. H., Lalchand, G., Chua, S. C. (2014), Juggling Act of Electricity Demand and Supply in Peninsular Malaysia: Energy Efficiency, Renewable Energy or Nuclear?, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 37 (2014), 809-821.

Opoku, R., Edwin, I. A., Agyarko, K. A.. (2019), Energy Efficiency and Cost Saving Opportunities in Public and Commercial Buildings in Developing Countries–The Case of Air-Conditioners in Ghana, Journal of Cleaner Production, 230 (2019), 937-944.

Osterhammel, J., Petersson, N. P. (2009), Globalization: A Short History, Princeton University Press, 1-200.

Özdemir, Ö. (2020), Doğrudan Yabancı Yatırımların Ekonomik Büyümeye Etkisi: Geçiş Ekonomileri Üzerine Amprik Bir Analiz, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

Özer, M., Çiftçi, N. (2009), Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23 (3), 39-50.

Özkara, Y. (2015), Türk İmalat Sanayinin Bölgesel Düzeyde Etkinlik, Verimlilik ve Enerji Verimliliğinin Analizi (2003-2012), (Yayımlanmış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,

Öztürk, H. H. (2006), Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, 1-5, Erişim Adresi: http://www.emo.org.tr/ekler/85e48a43c7f63ac_ek.pdf, Erişim Tarihi 06.02.2021.

Pääkkönen, J. (2010), Economic Freedom As Driver of Growth in Transition, Economic Systems, 34 (4), 469-479.

Pamir, A. Necdet (2003), Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları

ve Enerji Politikaları, Metalurji Dergisi, 134, Erişim Adresi: http://metalurji.org.tr/dergi/dergi134/d134_73100.pdf, Erişim Tarihi 06.02.2021.

- Pan, X., Guo, S., Han, C., Wang, M., Song, J., Liao, X. (2019), Influence of FDI Quality on Energy Efficiency in China Based on Seemingly Unrelated Regression Method, *Energy*, 192 (2019), 1-7.
- Papayrakis, E., Gerlagh, R. (2004), The Resource Curse Hypothesis and Its Transmission Channels, *Journal of Comparative Economics*, 32 (1), 181-193.
- Parikh, J., Shukla, V. (1995), Urbanization, Energy Use and Greenhouse Effects in Economic Development: Results From A Cross-National Study of Developing Countries, *Global Environmental Change*, 5 (2), 87-103.
- Patterson, M. G. (1996), What Is Energy Efficiency?: Concepts, Indicators and Methodological Issues, *Energy Policy*, 24 (5), 377-390.
- Paul, S., Bhattacharya, R. N. (2004), Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflicting Results, *Energy Economics*, 26 (6), 977-983.
- Pençe, I., Kalkan, A., Çeşmeli, M. Ş. (2019), Türkiye Sanayi Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2017-2023 Dönemi İçin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 3 (2), 206-228.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., Pout, C. (2008), A Review on Buildings Energy Consumption Information, *Energy and Buildings*, 40 (3), 394-398.
- Pesaran, H. & R. Smith & K. S. Im (1996), Dynamic Linear Models for Heterogenous Panels, in *The Econometrics of Panel Data*, Springer, 145-195.
- Pesaran, H. (2004), General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. University of Cambridge. Cambridge Working Papers in Economics, 435, 1-38, Erişim Adresi: <https://doi.org/10.1007/S00181-020-01875-7>.
- Pesaran, H., Smith, R. & Im, K. S. (1996), Dynamic Linear Models for Heterogenous Panels, in *The Econometrics of Panel Data*, Springer, 145-195.
- Pesaran, M. H. & A. Ullah & T. Yamagata (2008), A Bias-Adjusted Lm Test of Error Cross- Section Independence, *The Econometrics Journal*, 11 (1), 105-127.
- Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008), Testing Slope Homogeneity in Large Panels, *Journal of Econometrics*, 142 (1), 50-93.
- Pesaran, M. H. (2006), Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with A Multifactor Error Structure, *Econometrica*, 74 (4), 967-1012.
- Pesaran, M. H. (2007), A Simple Panel Unit Root Test in The Presence of Cross-Section Dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22 (2), 265-312.

- Pesaran, M. H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008), A Bias-Adjusted Lm Test of Error Cross- Section Independence, *The Econometrics Journal*, 11 (1), 105-127.
- Petersson, A. (2005), Analysis, Modeling and Control of Doubly-Fed Induction Generators for Wind Turbines, Chalmers University of Technology, (Yayımlanmış Doktora Tezi), Chalmers Teknoloji Üniversitesi, İsveç.
- Polat, M., Gemici, E. (2018), Bileşik Öncü Göstergelerin Borsa İçin Öncü Olma Özelliği: G7 ve E7 Ülkelerinde Karşılaştırmalı Bir Analiz, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (21), 119-134.
- Popp, D. (2012), The Role of Technological Change in Green Growth, *The World Bank*.
- Portela, C., Von Soest, C. (2012), Gıga Sanctions Dataset Codebook, *Demokratization*, 22 (6), 957-980.
- Poumanyong, P., Kaneko, S. (2010), Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO2 Emissions? A Cross-Country Analysis, *Ecological Economics*, 70 (2), 434-444.
- Quintel. (2020), Enerji Dönüşüm Modeli, Erişim Adresi: <https://Quintel.com> (Erişim Tarihi: 02/06/2020),
- Raza, S. A., Shah, N., Sharif, A. (2019), Time Frequency Relationship Between Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Degradation in The United States: Evidence From Transportation Sector, *Energy*, 173, 706-720.
- Reiss, P. C., White, M. W. (2008), What Changes Energy Consumption? Prices and Public Pressures, *The Rand Journal of Economics*, 39 (3), 636-663.
- Ringel, M., Schlomann, B., Krail, M., Rohde, C. (2016), Towards A Green Economy in Germany? The Role of Energy Efficiency Policies, *Applied Energy*, 179 (2016), 1293-1303.
- Robertson, B., Bekker, J., Buckham, B. (2020), Renewable Integration for Remote Communities: Comparative Allowable Cost Analyses for Hydro, Solar and Wave Energy, *Applied Energy*, 264 (2020), 1-17.
- Robinson, J. A., Torvik, R., Verdier, T. (2006), Political Foundations of The Resource Curse, *Journal of Development Economics*, 79 (2), 447-468.
- Rogers, W. (1994), Regression Standard Errors in Clustered Samples, *Stata Technical Bulletin*, 3 (13), 1-32.
- Rosenzweig, C., Parry, M. L. (1994), Potential Impact of Climate Change on World Food Supply, *Nature*, 367 (6459), 133-138.
- Ross, M. L. (1999), The Political Economy of The Resource Curse. *Jstor*, 51 (1999), 297-322.

- Roy, R., Potter, S., Yarrow, K. (2004), Towards Sustainable Higher Education: Environmental Impacts of Conventional Campus, Print-Based and Electronic/Open Learning Systems, Open University of Hong Kong Press, 129-145.
- Sachs, J. D., Warner, A. M. (2001), The Curse of Natural Resources, *European Economic Review*, 45 (46), 827-838.
- Sadorsky, P. (2009a), Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions and Oil Prices in The G7 Countries, *Energy Economics*, 31 (3), 456-462.
- Sadorsky, P. (2009b), Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies, *Energy Policy*, 37 (10), 4021-4028.
- Sadorsky, P. (2013), Do Urbanization and Industrialization Affect Energy Intensity in Developing Countries?, *Energy Economics*, 37 (2013), 52-59.
- Sadorsky, P. (2014), The Effect of Urbanization on CO2 Emissions in Emerging Economies, *Energy Economics*, 41 (2014), 147-153.
- Sağlam, Ü. (2017), Assessment of The Productive Efficiency of Large Wind Farms in The United States: An Application of Two-Stage Data Envelopment Analysis, *Energy Conversion and Management*, 153 (2017), 188-214.
- Sahabi, A. M. (2019), Finansal Performans Ölçütlerinin Firma Değeri Üzerindeki Etkisi: Borsa İstanbul'da Bir Araştırma, (Yayımlanmış Doktora Tezi), Anadolu Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Saito, S. (2010), Role of Nuclear Energy to A Future Society of Shortage of Energy Resources and Global Warming, *Journal of Nuclear Materials*, 398 (13), 1-9.
- Sammer, K., Wüstenhagen, R. (2006), The Influence of Eco-Labeling on Consumer Behaviour—Results of A Discrete Choice Analysis for Washing Machines, *Business Strategy and The Environment*, 15 (3), 185-199.
- Samouilidis, J. E., Mitropoulos, C. S. (1984), Energy and Economic Growth in Industrializing Countries: The Case of Greece, *Energy Economics*, 6 (3), 191-201.
- Sargan, J. D. & Bhargava, A. (1983), Testing Residuals From Least Squares Regression for Being Generated by The Gaussian Random Walk, *Econometrica: Journal of The Econometric Society*, 51 (1), 153-174.
- Sarmidi, T., Nor, A. H. S. M., Ridzuan, S. (2015), Environmental Stringency, Corruption and Foreign Direct Investment (FDI): Lessons From Global Evidence, *Asian Academy of Management Journal of Accounting and Finance*, 11 (1), 85-96.
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J. M., ... & Virtanen, Y. (2011), An Assessment of Greenhouse Gas Emissions and Material Flows Caused by The Finnish Economy Using The Envimat Model, *Journal of*

Cleaner Production, 19 (16), 1833-1841.

- Shahbaz, M., Gozgor, G., Hammoudeh, S. (2019), Human Capital and Export Diversification As New Determinants of Energy Demand in The United States, *Energy Economics*, 78, 335-349.
- Sheikh, N. J., Kocaoglu, D. F., Lutzenhiser, L. (2016), Social and Political Impacts of Renewable Energy: Literature Review, *Technological Forecasting and Social Change*, 108 (2016), 102-110.
- Shen, J., Saijo, T. (2009), Does An Energy Efficiency Label Alter Consumers' purchasing Decisions? A Latent Class Approach Based on A Stated Choice Experiment in Shanghai, *Journal of Environmental Management*, 90 (11), 3561-3573.
- Sipahutar, R., Bernas, S. M., Imanuddin, M. S. (2013), Renewable Energy and Hydropower Utilization Tendency Worldwide, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17 (2013), 213-215.
- Solarin, S. A. (2020), Towards Sustainable Development in Developing Countries: Aggregate and Disaggregate Analysis of Energy Intensity and The Role of Fossil Fuel Subsidies, *Sustainable Production and Consumption*, 24, 254-265.
- Soni, P., Taewichit, C., Salokhe, V. M. (2013), Energy Consumption and CO₂ Emissions in Rainfed Agricultural Production Systems of Northeast Thailand, *Agricultural Systems*, 116, 25-36.
- Sperling, J., Romero-Lankao, P., Beig, G. (2016), Exploring Citizen Infrastructure and Environmental Priorities in Mumbai, India, *Environmental Science and Policy*, 60 (2016), 19-27.
- Stern, P. C., Gardner, G. T. (1981), Psychological Research and Energy Policy, *American Psychologist*, 36 (4), 329-342.
- Stock, J. H. (1999), A Class of Tests for Integration and Cointegration. *Cointegration, Causality and Forecasting, A Festschrift in Honour of Clive Wj Granger*, 137-167.
- Sun, F., Zhao, X., Chen, X., Fu, L., Liu, L. (2019), New Configurations of District Heating System Based on Natural Gas and Deep Geothermal Energy for Higher Energy Efficiency in Northern China, *Applied Thermal Engineering*, 151 (2019), 439-450.
- Sun, Q., Xu, L., Yin, H. (2016), Energy Pricing Reform and Energy Efficiency in China: Evidence From The Automobile Market, *Resource and Energy Economics*, 44 (2016), 39-51.
- Sun, W., Xu, C. (2020), Carbon Price Prediction Based on Modified Wavelet Least Square Support Vector Machine, *Science of The Total Environment*, 754 (2020), 1-10.
- Swamy, P. A. (1970), Efficient Inference in A Random Coefficient Regression

- Model, *Econometrica: Journal of The Econometric Society*, 311-323.
- Swan, L. G., Ugursal, V. I. (2009), Modeling of End-Use Energy Consumption in The Residential Sector: A Review of Modeling Techniques, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (8), 1819-1835.
- Syzdykova, A.O. (2019), The Effect of Foreign Direct Investment on Economic Growth: The Case of Central Asian Countries, *International Journal of Cultural and Social Studies*, 5 (1), 291-307.
- Tan, R., Lin, B. (2018), What Factors Lead to The Decline of Energy Intensity in China's Energy Intensive Industries?, *Energy Economics*, 71, 213-221.
- Tatoğlu, F. Y. (2016), *Panel Veri Ekonometrisi: Uygulamalı Stata*, İstanbul: Beta Yayıncılık
- Taylor, P. G., D'ortigue, O. L., Francoeur, M., Trudeau, N. (2010), Final Energy Use in IEA Countries: The Role of Energy Efficiency, *Energy Policy*, 38 (11), 6463-6474.
- Telatar, O. M., Değer, M. K., DOĞANAY, M. A. (2016), Teknoloji yoğunluklu ürün ihracatının ekonomik büyümeye etkisi: Türkiye örneği (1996: Q1-2015: Q3), *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4), 921-934.
- Thøgersen, J., Grønhøj, A. (2010), Electricity Saving in Households A Social Cognitive Approach, *Energy Policy*, 38 (12), 7732-7743.
- Tian, J. D. Yang & H. Zhang & L. Liu (2016), Classification Method of Energy Efficiency and CO2 Emission Intensity of Commercial Trucks in China's Road Transport, *Procedia Engineering*, 137 (2016), 75-84.
- Trabold, H. (1995), European Economic Integration and The Export Behaviour of Firms, *DIW Discussion Papers*, 117, 1-21.
- Tregenna, F. (2011), Manufacturing Productivity, Deindustrialization, and Reindustrialization, *Wider Working Paper*, No. 2011-57, 1-26.
- Tugcu, C. T., Ozturk, I., Aslan, A. (2012), Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence From G7 Countries, *Energy Economics*, 34 (6), 1942-1950.
- Tukker, A., Jansen, B. (2006), Environmental Impacts of Products: A Detailed Review of Studies, *Journal of Industrial Ecology*, 10 (3), 159-182.
- Tunali, H., Ulubaş, M. A. (2017), Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G7 Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama (1970-2015), *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 20 (1), 1-13.
- Tunç, G. I., Türüt-Aşık, S., Akbostancı, E. (2009), A Decomposition Analysis of CO2 Emissions From Energy Use: Turkish Case, *Energy Policy*, 37 (11), 4689-4699.

- Tunçsiper, B., Biçen, Ö. (2014), Ekonomik Özgürlükler ve Ekonomik Büyüme Arasındaki ilişkinin Panel Regresyon Yöntemiyle İncelenmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 9 (2), 25-45.
- Tuominen, P., Forsström, J., Honkatukia, J. (2013), Economic Effects of Energy Efficiency Improvements in The Finnish Building Stock, Energy Policy, 52 (2013), 181-189.
- Türkeş, M., Sümer U., M., Çetiner G. (2000), Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri (2000), Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası, 7-24, 1-17.
- Uğurlu, A. A., Tuncer, I. (2017), Türkiye’de Sanayi ve Hizmetler Sektörlerinin Büyüme ve İstihdama Katkıları: Girdi-Çıktı Analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32 (1), 131-165.
- Ullah, A., Neelum, Z., Jabeen, S. (2019), Factors Behind Electricity Intensity and Efficiency: An Econometric Analysis for Pakistan, Energy Strategy Reviews, 26 (2019), 1-9.
- Ulusoy, A., Vural, T. (2001), Kentleşmenin Sosyo Ekonomik Etkileri, Belediye Dergisi, 7 (12), 8-14.
- Ulusoy, V. (2006, Mayıs), Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi: Bir Ekonometrik Uygulama, I. Ulusal Türkiye’de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu, İstanbul.
- Urban, J., Ščasný, M. (2012), Exploring Domestic Energy-Saving: The Role of Environmental Concern and Background Değişkens, Energy Policy, 47 (2012), 69-80.
- Urgenda, N.L. (2020), Hollanda Hükümetine Karşı Urgenda İklim Davası, Erişim Adresi: <https://www.Urgenda.Nl/En/Themas/Climate-Case>, Erişim Tarihi: 06.02.2020.
- Uygur, E. (2012), Doğrudan Yabancı Yatırımı Beklerken, Econstar, Erişim Adresi: <http://Hdl.Handle.net/10419/81648>, Erişim Tarihi: 06.02.2020.
- Uysal, D. (2007), Türkiye İstihdam, İşsizlik ve İstihdam Politikaları, Türkiye Ekonomisi Makroekonomik Sorunlar ve Çözüm Önerileri (Editör: Ahmet Ay), Çizgi Kitabevi, Konya.
- Uysal, D., Yapraklı, H. (2016), Kişi Başına Düşen Gelir, Enerji Tüketimi ve Karbondioksit (CO₂) Emisyonu Arasındaki ilişkinin Yapısal Kırılmalar Altında Analizi: Türkiye Örneği, Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 16 (31), 186-202.
- Ümit, R., Poortinga, W., Jokinen, P., Pohjolainen, P. (2019), The Role of Income in Energy Efficiency and Curtailment Behaviours: Findings From 22 European Countries, Energy Research and Social Science, 53 (2019), 206-214.
- Van Ruijven, B., Van Vuuren, D. P. (2009), Oil and Natural Gas Prices and Greenhouse

Gas Emission Mitigation, *Energy Policy*, 37 (11), 4797-4808.

- Vanclay, J. K., Shortiss, J., Aulsebrook, S., Gillespie, A. M., Howell, B. C., Johanni, R., ..., & Yates, J. (2011), Customer Response to Carbon Labelling of Groceries, *Journal of Consumer Policy*, 34 (1), 153-160.
- Velasquez, C. E., E Estanislau, F. B., Costa, A. L., Pereira, C. (2020), Assessment of The French Nuclear Energy System—A Case Study, *Energy Strategy Reviews*, 30, 1-8.
- Velasquez, C. E., Estanislau, F. B., Costa, A. L., Pereira, C. (2020), Assessment of The French Nuclear Energy System—A Case Study, *Energy Strategy Reviews*, 30 (2020), 1-8.
- Verhallen, T. M., Van Raaij, W. F. (1981), Household Behavior and The Use of Natural Gas for Home Heating, *Journal of Consumer Research*, 8 (3), 253-257.
- Vieira, N. D. B., Nogueira, L. A. H., Haddad, J. (2018), An Assessment of CO₂ Emissions Avoided by Energy-Efficiency Programs: A General Methodology and A Case Study in Brazil, *Energy*, 142 (2018), 702-715.
- Villca-Pozo, M., Gonzales-Bustos, J. P. (2019), Tax Incentives to Modernize The Energy Efficiency of The Housing in Spain, *Energy Policy*, 128 (2019), 530-538.
- Waechter, S., Sütterlin, B., Borghoff, J., Siegrist, M. (2016), Letters, Signs, and Colors: How The Display of Energy-Efficiency Information Influences Consumer Assessments of Products, *Energy Research & Social Science*, 15, 86-95.
- Waite, G., Roggeveen, K., Gordon, R., Butler, K., Cooper, P. (2016), Tyrannies of Thrift: Governmentality and Older, Low-Income People's Energy Efficiency Narratives in The Illawarra, Australia, *Energy Policy*, 90 (2016), 37-45.
- Wang, S. (2017), Impact of FDI on Energy Efficiency: An Analysis of The Regional Discrepancies in China, *Natural Hazards*, 85 (2), 1209-1222.
- Wang, Y. (2017), Globalization of Chinese Online Literature: Understanding Transnational Reading of Chinese Xuanhuan Novels Among English Readers. *Inquiries Journal*, 9(12), 1-16.
- Wang, Y., Wang, L., Yang, F., Di, W., Chang, Q. (2021), Advantages of Direct Input-to-Output Connections in Neural Networks: The Elman Network for Stock Index Forecasting, *Information Sciences*, 547, 1066-1079.
- Wang, Z., Sun, Q., Wang, B., Zhang, B. (2019), Purchasing Intentions of Chinese Consumers on Energy-Efficient Appliances: Is The Energy Efficiency Label Effective?, *Journal of Cleaner Production*, 238 (2019), 1-11.
- Westerlund, J. (2008), Panel Cointegration Tests of The Fisher Effect, *Journal of Applied. Econometrics*, 23 (2), 193-233.

- Wolfram, C., Shelef, O., Gertler, P. (2012), How Will Energy Demand Develop in The Developing World?, *Journal of Economic Perspectives*, 26 (1), 119-38.
- Wooldridge, J. M. (2012), *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, Asteriou, Nelson Yayıncılık, Boston.
- World Bank. (2021), *World Development Indicators Online Database*, Erişim Adresi: <https://databank.worldbank.org/source/world-developmentindicators>, Erişim Tarihi: 06 Şubat 2021.
- Worrell, E., Laitner, J. A., Ruth, M., Finman, H. (2003), Productivity Benefits of Industrial Energy Efficiency Measures, *Energy*, 28 (11), 1081-1098.
- Wu, N., Li, Z., Qu, T. (2017), Energy Efficiency Optimization in Scheduling Crude Oil Operations of Refinery Based on Linear Programming, *Journal of Cleaner Production*, 166 (2017), 49-57.
- Xie, W., Sheng, P., Guo, X. (2015), Coal, Oil, or Clean Energy: Which Contributes Most to The Low Energy Efficiency in China?, *Utilities Policy*, 35 (2015), 67-71.
- Yalman, I. N., Sandalcılar, A., Demirkoparan, F. (2011), Özgürlükler ve Ekonomik Kalkınma: Latin Amerika ve Türkiye, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25, 431-444.
- Yanar, R., Kerimoğlu, G. (2011), Türkiye’de Enerji Tüketimi, *Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi*, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 191-201.
- Yang, S., Zhao, D. (2015), Do Subsidies Work Better in Low-Income Than in High-Income Families? Survey on Domestic Energy-Efficient and Renewable Energy Equipment Purchase in China, *Journal of Cleaner Production*, 108 (2015), 841-851.
- Yang, Y., Solgaard, H. S., Ren, J. (2018), Does Positive Framing Matter? An Investigation of How Framing Affects Consumers’willingness to Buy Green Electricity in Denmark, *Energy Research and Social Science*, 46 (2018), 40-47.
- Yarrow, K., Roy, R., Potter, S. (2002), *Effects of He Courses on Student and Staff Behaviour and Attitudes Towards The Environment*, The Open University, Birleşik Krallık.
- Yassin, J., Aralas, S. B. (2019), Economic Structural Transformation and CO2 Emissions in Asian Countries: Homogeneous Vs, Heterogeneous Estimators, *Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management*, 4 (13), 57-68.
- Yay, G., Taştan, H., Oktayer, A. (2016), Globalization, Economic Freedom, and Wage Inequality: A Panel Data Analysis, *Panoeconomicus*, 63 (5), 581-601.
- Yohanis, Y. G., Mondol, J. D., Wright, A., Norton, B. (2008), Real-Life Energy Use in The UK: How Occupancy and Dwelling Characteristics Affect Domestic Electricity Use, *Energy and Buildings*, 40 (6), 1053-105

- Yumurtacı, Z., Dönmez, A. H. (2013), Konutlarda Enerji Verimliliği, Mühendis ve Makine, 54 (637), 38-43.
- Zafeiriou, E., Azam, M. (2017), CO2 Emissions and Economic Performance in EU Agriculture: Some Evidence From Mediterranean Countries, Ecological Indicators, 81, 104-114.
- Zarnikau, J. (2003), Consumer Demand for ‘Green Power’ and Energy Efficiency, Energy Policy, 31 (15), 1661-1672.
- Zeng, L., Yu, Y., Li, J. (2014), China’s Promoting Energy-Efficient Products for The Benefit of The People Program in 2012: Results and Analysis of The Consumer Impact Study, Applied Energy, 133 (2014), 22-32.
- Zeren, F., Akkuş, H. T. (2020), The Relationship Between Renewable Energy Consumption and Trade Openness: New Evidence From Emerging Economies, Renewable Energy, 147 (2020), 322-329.
- Zhang, C., Xu, J. (2012), Retesting The Causality Between Energy Consumption and GDP in China: Evidence From Sectoral and Regional Analyses Using Dynamic Panel Data, Energy Economics, 34 (6), 1782-1789.
- Zhang, J. (2014), An Analysis on The Growth and Effect Factors of TFP Under The Energy and Environment Regulation: Data From China. Comput. Model. New Technol, 18, 191-196.
- Zhang, L., Pang, J., Chen, X., Lu, Z. (2019), Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From The Agricultural Sector of China's Main Grain-Producing Areas, Science of The Total Environment, 665, 1017-1025.
- Zhang, X. P., Cheng, X. M., Yuan, J. H., Gao, X. J. (2011), Total-Factor Energy Efficiency in Developing Countries, Energy Policy, 39 (2), 644-650.
- Zhang, Y., Xiao, C., Zhou, G. (2020), Willingness to Pay A Price Premium for Energy-Saving Appliances: Role of Perceived Value and Energy Efficiency Labeling, Journal of Cleaner Production, 242 (2020), 1-12.
- Zhao, H., Lin, B. (2019), Will Agglomeration Improve The Energy Efficiency in China’s Textile Industry: Evidence and Policy Implications, Applied Energy, 237 (2019), 326-337.
- Zheng, B. F., Deng, H. B., Yan, Y., Zhao, J. Z. (2005), Analysis of China’s Energy Consumption and Its Impact on The Environment in The Future, Huan Jing Ke Xue= Huanjing Kexue, 26 (3), 1-6.
- Zheng, S., Alvarado, V., Xu, P., Leu, S. Y., Hsu, S. C. (2018), Exploring Spatial Patterns of Carbon Dioxide Emission Abatement via Energy Service Companies in China. Resources, Conservation and Recycling, 137, 145-155.
- Zheng, S., Wang, R., Mak, T. M., Hsu, S. C., Tsang, D. C. (2021), How Energy Service

Companies Moderate The Impact of Industrialization and Urbanization on Carbon Emissions in China?, *Science of The Total Environment*, 751, 1-9.

Zhou, P., Ang, B. W., Poh, K. L. (2008), Measuring Environmental Performance Under Different Environmental Dea Technologies, *Energy Economics*, 30 (1), 1-14.



EKLER

EK 1: Arz Yanlı Modellerin VIF Bilgileri

Model1			Model2			Model3		
Değişken	VIF	1/VIF	Değişken	VIF	1/VIF	Değişken	VIF	1/VIF
LOIL	6.140	0.163	LOIL	4.370	0.229	LOIL	3.02	0.330589
LLOS	4.950	0.202	LLOS	4.110	0.243	LHDR	2.27	0.441148
LHDR	2.540	0.394	LHDR	2.310	0.433	LWSE	1.3	0.771527
LCOA	2.490	0.401	LNTR	1.380	0.725	LNTR	1.25	0.801898
LBW	2.000	0.500	LELEC	1.160	0.864	Ort. VIF	1.96	0.5862905
LELEC	1.700	0.590	Ort. VIF	2.670	0.499			
LNTR	1.470	0.679						
LWSE	1.430	0.700						
Ort. VIF	2.840	0.454						

EK 2: Arz Yanlı Modellerin Sabit Birim ve Zaman Etkili (Çift Yönlü) Regresyon Tahmin Sonuçları

Birim Etkiler							
Ülkeler	Model1	Model2	Model3	Ülkeler	Model1	Model2	Model3
Bangladesh	-0.129 (0.035)***	-0.138 (0.035)	-0.164 (0.036)	Pakistan	-0.429 (0.025)***	-0.403 (0.015)	-0.413 (0.015)
Brazil	0.155 (0.042)***	0.216 (0.025)	0.208 (0.026)	Peru	0.017 (-0.021)	-0.004 (0.020)	0.051 (0.019)
Bulgaria	-0.398 (0.032)***	-0.454 (0.026)	-0.472 (0.026)	Philippines	-0.141 (0.021)***	-0.144 (0.020)	-0.136 (0.021)
Chile	-0.014 (0.019)	-0.032 (0.018)	0.034 (0.016)	Poland	-0.028 (0.028)	-0.039 (0.027)	-0.072 (0.027)
China	-0.366 (0.055)***	-0.289 (0.030)	-0.313 (0.032)	Romania	-0.179 (0.017)***	-0.194 (0.016)	-0.212 (0.017)
Colombia	0.100 (0.017)***	0.091 (0.016)	0.114 (0.017)	Russian Federation	-0.342 (0.034)***	-0.301 (0.025)	-0.37 (0.025)
Hungary	0.057 (0.046)	0.025 (0.044)	-0.024 (0.045)	South Africa	-0.194 (0.034)***	-0.202 (0.032)	-0.261 (0.031)
India	-0.311 (0.049)***	-0.233 (0.022)	-0.296 (0.022)	Thailand	-0.195 (0.025)***	-0.178 (0.021)	-0.15 (0.021)
Indonesia	-0.104 (0.030)***	-0.061 (0.019)	-0.053 (0.021)	Turkey	0.148 (0.018)***	0.155 (0.014)	0.142 (0.015)
Malaysia	-0.106 (0.020)***	-0.138 (0.018)	-0.121 (0.019)	Ukraine	-0.64 (0.023)***	-0.667 (0.021)	-0.752 (0.017)
Mexico	0.110 (0.023)***	0.139 (0.019)	0.140 (0.020)	Venezuela	0.094 (0.029)***	0.102 (0.025)	0.096 (0.017)
Toplam					-2.895	-2.749	-3.024
Ortalama					-0.132	-0.125	-0.137
Zaman Etkiler							
Zaman	Model1	Model2	Model3	Zaman	Model1	Model2	Model3
1991	0.016 (0.016)	0.019 (0.016)	0.017 (0.016)	2005	0.096 (0.017)***	0.111 (0.016)	0.086 (0.017)
1992	0.029 (0.016)*	0.030 (0.016)	0.024 (0.016)	2006	0.109 (0.017)***	0.125 (0.017)	0.099 (0.017)
1993	0.034 (0.016)**	0.036 (0.016)	0.029 (0.016)	2007	0.129 (0.017)***	0.145 (0.016)	0.12 (0.017)
1994	0.038 (0.016)**	0.041 (0.016)	0.032 (0.016)	2008	0.136 (0.018)***	0.153 (0.017)	0.128 (0.017)
1995	0.034 (0.016)**	0.038 (0.016)	0.034 (0.016)	2009	0.138 (0.018)***	0.155 (0.016)	0.13 (0.017)
1996	0.038 (0.016)**	0.044 (0.016)	0.034 (0.016)	2010	0.136 (0.018)***	0.154 (0.017)	0.126 (0.018)
1997	0.046 (0.016)***	0.052 (0.016)	0.045 (0.016)	2011	0.144 (0.018)***	0.161 (0.017)	0.137 (0.018)
1998	0.045 (0.016)***	0.052 (0.016)	0.043 (0.016)	2012	0.153 (0.018)***	0.172 (0.017)	0.146 (0.018)
1999	0.046 (0.016)***	0.055 (0.016)	0.041 (0.016)	2013	0.157 (0.019)***	0.179 (0.017)	0.149 (0.018)
2000	0.057 (0.016)***	0.067 (0.016)	0.048 (0.017)	2014	0.17 (0.019)***	0.191 (0.017)	0.161 (0.018)
2001	0.063 (0.016)***	0.075 (0.016)	0.054 (0.017)	2015	0.18 (0.019)***	0.202 (0.017)	0.171 (0.018)
2002	0.064 (0.016)***	0.076 (0.016)	0.056 (0.017)	2016	0.184 (0.019)***	0.207 (0.017)	0.177 (0.018)

2003	0.073 (0.017)***	0.085 (0.016)	0.063 (0.017)	2017	0.194 (0.019)***	0.217 (0.017)	0.189 (0.018)
2004	0.084 (0.017)***	0.100 (0.016)	0.077 (0.017)	2018	0.204 (0.019)***	0.228 (0.017)	0.199 (0.019)
Toplam					2.797	3.170	2.615
Ortalama					0.100	0.113	0.093



EK 3: Arz Yanlı Modellerin Sabit Birim Etkili Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları

Birim Etkiler (D.K)							
Ülkeler	Model1	Model2	Model3	Ülkeler	Model1	Model2	Model3
Bangladesh	0.067 (0.030)*	0.287 (0.032)***	0.120 (0.024)***	Peru	0.143 (0.011)***	0.155 (0.019)***	0.143 (0.016)***
Brazil	-0.197 (0.037)***	-0.068 (0.031)**	0.052 (0.026)*	Philippines	-0.113 (0.043)**	0.051 (0.031)	-0.068 (0.035)*
Bulgaria	-0.143 (0.037)***	-0.147 (0.043)***	-0.275 (0.035)***	Poland	0.017 (0.056)	0.193 (0.052)***	0.053 (0.048)
Chile	0.056 (0.012)***	0.082 (0.023)***	0.105 (0.013)***	Romania	-0.138 (0.051)**	-0.089 (0.064)	-0.146 (0.049)***
China	-0.892 (0.059)***	-0.670 (0.039)***	-0.572 (0.060)***	Russian Federation	-0.666 (0.056)***	-0.603 (0.047)***	-0.562 (0.051)***
Colombia	0.115 (0.026)***	0.126 (0.031)***	0.153 (0.028)***	South Africa	-0.146 (0.058)**	0.110 (0.050)**	-0.078 (0.034)**
Hungary	0.309 (0.056)***	0.524 (0.052)***	0.217 (0.050)***	Thailand	-0.254 (0.023)***	-0.056 (0.050)	-0.114 (0.018)***
India	-0.750 (0.049)***	-0.459 (0.038)***	-0.451 (0.043)***	Turkey	0.041 (0.017)**	0.118 (0.012)***	0.083 (0.018)***
Indonesia	-0.292 (0.042)***	-0.022 (0.039)	-0.095 (0.033)***	Ukraine	-0.586 (0.036)***	-0.592 (0.058)***	-0.687 (0.038)***
Malaysia	0.025 (0.013)*	-0.013 (0.033)	-0.020 (0.012)	Venezuela RB	0.166 (0.042)***	0.019 (0.030)	0.098 (0.029)***
Mexico	-0.061 (0.025)**	0.059 (0.020)***	0.036 (0.026)	Toplam	-3.826	-1.374	-2.360
Pakistan	-0.526 (0.021)***	-0.378 (0.019)***	-0.351 (0.020)***	Ortalama	-0.174	-0.062	-0.107

Not: Birim etkiler (D.K) Havuzlanmış Driscoll-Kraay sabit etkilerini vermektedir

EK 4: Talep Yanlı Modellerin VIF Bilgileri

Model1		
Değişken	VIF	1/VIF
LIND	44.31	0.023
LEXP	36.41	0.027
LINV	34.76	0.029
LIMP	28.16	0.036
LSRV	25.92	0.039
LAGR	11.76	0.085
LPOP	10.38	0.096
LOIL	7.60	0.132
LOPN	6.42	0.156
LCO ₂	6.33	0.158
LCOA	6.24	0.160
LNAT	1.70	0.588
LFDI	1.04	0.966
Ort. VIF	17.00	0.19

Model2		
Değişken	VIF	1/VIF
LIND	10.52	0.095
LSRV	10.34	0.097
LOIL	7.03	0.142
LCOA	6.15	0.163
LAGR	3.02	0.331
LNAT	1.61	0.620
Ort. VIF	6.445	0.241

Model3		
Değişken	VIF	1/VIF
LINV	9.05	0.110
LEXP	7.24	0.138
LCO ₂	5.38	0.186
LPOP	4.22	0.237
LCOA	1.21	0.824
Ort. VIF	5.42	0.299

Model4		
Değişken	VIF	1/VIF
LINV	4.54	0.220
LCO ₂	4.26	0.235
LPOP	3.19	0.314
LOPN	1.55	0.644
LOIL	1.27	0.789
Ort. VIF	2.962	0.440

Model5		
Değişken	VIF	1/VIF
LCO ₂	4.18	0.239
LEXP	3.9	0.257
LAGR	3.11	0.321
LOPN	1.75	0.570
LNAT	1.13	0.886
Ort. VIF	2.814	0.455

Model6		
Değişken	VIF	1/VIF
LSRV	5.77	0.173
LCO ₂	4.47	0.224
LIMP	4.31	0.232
LPOP	2.41	0.415
LFDI	1.01	0.991
Ort. VIF	3.594	0.407

Model7		
Değişken	VIF	1/VIF
LIMP	6.83	0.146
LIND	6.69	0.149
LCO ₂	4.53	0.221
LPOP	3.04	0.329
LOPN	2.53	0.395
Ort. VIF	4.724	0.248

Model8		
Değişken	VIF	1/VIF
LAGR	8.58	0.117
LPOP	7.43	0.135
LCO ₂	4.08	0.245
LIMP	3.32	0.302
LFDI	1.01	0.991
Ort. VIF	4.884	0.358

Model9		
Değişken	VIF	1/VIF
LCO ₂	5.31	0.188
LEXP	3.73	0.268
LPOP	3.03	0.330
LOPN	1.72	0.583
LNAT	1.15	0.873
Ort. VIF	2.988	0.448

EK 5: Talep Yanlı Modellerin Sabit Birim ve Zaman Etkili (Çift Yönlü) Regresyon Tahmin Sonuçları

	Sabit Birim Etkiler						Rassal Birim Etkiler		
	Model1	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model2	Model8	Model9
Bangladesh	-0.019 (0.045)	-0.110 (0.053)**	0.018 (0.054)	-0.186 (0.018)***	0.105 (0.048)**	-0.084 (0.046)*	0.018 (0.019)	-0.191 (0.055)***	-0.285 (0.063)***
Brazil	0.096 (0.043)**	0.262 (0.052)***	0.410 (0.049)***	0.205 (0.019)***	0.223 (0.046)***	0.103 (0.046)**	0.091 (0.021)***	0.101 (0.042)**	-0.092 (0.050)*
Bulgaria	-0.282 (0.045)***	-0.532 (0.05)***	-0.640 (0.047)***	-0.415 (0.035)***	-0.489 (0.044)***	-0.247 (0.047)***	-0.472 (0.034)***	-0.356 (0.042)***	-0.117 (0.051)**
Chile	-0.090 (0.021)***	-0.110 (0.024)***	-0.140 (0.024)***	-0.03 (0.022)	-0.101 (0.022)***	-0.085 (0.021)***	-0.053 (0.025)**	0.020 (0.024)	0.080 (0.028)***
China	0.13 (0.083)	0.141 (0.098)	0.452 (0.096)***	-0.022 (0.038)	0.367 (0.087)***	-0.017 (0.088)	-0.275 (0.045)***	-0.305 (0.080)***	-0.639 (0.095)***
Colombia	0.036 (0.013)***	0.063 (0.015)***	0.095 (0.016)***	0.089 (0.013)***	0.098 (0.013)***	0.029 (0.014)**	0.164 (0.015)***	0.074 (0.017)***	0.080 (0.019)***
Hungary	-0.148 (0.033)***	-0.288 (0.038)***	-0.347 (0.037)***	-0.131 (0.028)***	-0.298 (0.034)***	-0.093 (0.035)***	-0.199 (0.028)***	-0.159 (0.036)***	0.059 (0.043)
India	0.13 (0.084)	0.088 (0.1)	0.390 (0.099)***	-0.105 (0.031)***	0.353 (0.09)***	-0.02 (0.089)	-0.154 (0.037)***	-0.335 (0.086)***	-0.641 (0.102)***
Indonesia	0.035 (0.05)	0.017 (0.057)	0.207 (0.057)***	-0.034 (0.022)	0.229 (0.051)***	-0.081 (0.052)	0.022 (0.029)***	-0.216 (0.048)***	-0.340 (0.059)***
Malaysia	-0.105 (0.018)***	-0.248 (0.016)***	-0.211 (0.02)***	-0.143 (0.021)***	-0.142 (0.018)***	-0.153 (0.018)***	-0.079 (0.020)***	-0.313 (0.018)***	-0.136 (0.028)***
Mexico	0.067 (0.029)**	0.138 (0.032)***	0.261 (0.032)***	0.125 (0.015)***	0.124 (0.03)***	0.057 (0.031)*	-0.102 (0.018)***	-0.013 (0.029)	-0.096 (0.031)***
Pakistan	-0.069 (0.04)*	-0.203 (0.047)***	-0.079 (0.048)*	-0.315 (0.016)***	-0.021 (0.045)***	-0.149 (0.042)***	-0.182 (0.021)***	-0.411 (0.047)***	-0.451 (0.055)***
Peru	0.016 (0.013)	-0.032 (0.013)**	-0.023 (0.014)*	-0.021 (0.018)	0.063 (0.013)***	-0.021 (0.012)*	0.141 (0.021)***	0.043 (0.017)**	0.042 (0.018)**
Philippines	-0.032 (0.03)	-0.101 (0.034)***	0.026 (0.035)	-0.140 (0.016)***	0.03 (0.032)	-0.100 (0.032)***	-0.001 (0.017)***	-0.247 (0.033)***	-0.266 (0.040)***
Poland	0.02 (0.016)	-0.052 (0.013)***	-0.034 (0.014)**	-0.009 (0.022)	-0.048 (0.012)***	0.031 (0.013)**	-0.283 (0.019)***	-0.076 (0.020)***	-0.026 (0.020)
Romania	-0.112 (0.018)***	-0.214 (0.021)***	-0.249 (0.019)***	-0.117 (0.019)***	-0.140 (0.019)***	-0.115 (0.018)***	-0.157 (0.018)***	-0.137 (0.019)***	0.007 (0.024)
Russian Federation	-0.105 (0.029)***	-0.131 (0.033)***	-0.013 (0.034)	-0.161 (0.022)***	-0.064 (0.03)**	-0.136 (0.03)***	-0.537 (0.020)***	-0.263 (0.030)***	-0.411 (0.034)***
South Africa	-0.086 (0.019)***	-0.162 (0.012)***	-0.135 (0.013)***	-0.163 (0.027)***	-0.128 (0.012)***	-0.091 (0.012)***	-0.506 (0.024)***	-0.149 (0.026)***	-0.193 (0.018)***
Thailand	-0.098 (0.022)***	-0.208 (0.021)***	-0.099 (0.025)***	-0.178 (0.019)***	-0.085 (0.022)***	-0.153 (0.022)***	-0.146 (0.017)***	-0.355 (0.018)***	-0.308 (0.027)***

Turkey	0.154 (0.019)***	0.160 (0.021)***	0.231 (0.021)***	0.198 (0.018)***	0.162 (0.019)***	0.165 (0.019)***	0.202 (0.019)***	0.032 (0.018)*	0.076 (0.022)***
Ukraine	-0.292 (0.022)***	-0.547 (0.012)***	-0.511 (0.017)***	-0.540 (0.027)***	-0.392 (0.018)***	-0.331 (0.019)***	-0.752 (0.019)***	-0.589 (0.023)***	-0.541 (0.024)***
Venezuela, RB	-0.002 (0.015)	0.006 (0.015)	0.013 (0.016)	0.029 (0.014)**	0.071 (0.015)***	-0.052 (0.015)***	0.063 (0.022)***	0.105 (0.017)***	0.025 (0.020)
Toplam	-0.756	-2.063	-0.378	-2.064	-0.083	-1.543	-3.197	-3.74	-4.173
Ortalama	-0.034	-0.094	-0.017	-0.094	-0.004	-0.07	-0.145	-0.17	-0.19
	Sabit Zaman Etkiler								
	Model1	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7			
1991	0.018 (0.009)**	0.020 (0.011)*	0.041 (0.012)***	0.024 (0.013)*	0.01 (0.01)	0.013 (0.009)			
1992	0.020 (0.01)**	0.022 (0.011)**	0.051 (0.012)***	0.022 (0.013)*	0.007 (0.01)	0.017 (0.01)*			
1993	0.028 (0.011)***	0.025 (0.011)**	0.071 (0.013)***	0.01 (0.012)	0.004 (0.01)	0.019 (0.01)**			
1994	0.033 (0.011)***	0.027 (0.011)**	0.085 (0.014)***	0.016 (0.012)	0.001 (0.01)	0.021 (0.01)**			
1995	0.034 (0.011)***	0.028 (0.011)***	0.083 (0.013)***	0.025 (0.013)*	0.001 (0.01)	0.024 (0.01)**			
1996	0.030 (0.01)***	0.037 (0.011)***	0.073 (0.012)***	-0.006 (0.012)	0.002 (0.011)	0.029 (0.01)***			
1997	0.039 (0.011)***	0.038 (0.012)***	0.086 (0.013)***	0.007 (0.012)	0.007 (0.011)	0.033 (0.01)***			
1998	0.062 (0.014)***	0.042 (0.012)***	0.139 (0.016)***	0.019 (0.012)	0.008 (0.011)	0.035 (0.011)***			
1999	0.046 (0.012)***	0.047 (0.012)***	0.107 (0.014)***	0.013 (0.012)	0.01 (0.011)	0.036 (0.011)***			
2000	0.028 (0.009)***	0.063 (0.012)***	0.076 (0.011)***	-0.025 (0.011)**	0.012 (0.011)	0.039 (0.011)***			
2001	0.043 (0.01)***	0.063 (0.012)***	0.093 (0.012)***	-0.012 (0.011)	0.020 (0.011)*	0.048 (0.011)***			
2002	0.041 (0.01)***	0.066 (0.013)***	0.096 (0.012)***	0.002 (0.011)	0.018 (0.012)	0.049 (0.011)***			
2003	0.036 (0.01)***	0.068 (0.013)***	0.084 (0.011)***	-0.030 (0.012)**	0.019 (0.012)*	0.051 (0.011)***			
2004	0.028 (0.009)***	0.075 (0.013)***	0.063 (0.011)***	-0.021 (0.012)*	0.024 (0.012)**	0.058 (0.012)***			
2005	0.012 (0.008)	0.077 (0.013)***	0.029 (0.01)***	-0.042 (0.013)***	0.023 (0.013)*	0.062 (0.012)***			
2006	0.007	0.085	0.019	-0.009	0.027	0.069			

	(0.008)	(0.014)***	(0.01)*	(0.012)	(0.013)**	(0.013)***			
2007	0.013 (0.008)	0.097 (0.014)***	0.019 (0.01)*	0.008 (0.012)	0.035 (0.014)**	0.084 (0.013)***			
2008	-0.001 (0.008)	0.100 (0.014)***	-0.01 (0.011)	0 (omitted)	0.035 (0.014)**	0.087 (0.014)***			
2009	0.025 (0.008)***	0.111 (0.014)***	0.049 (0.01)***	0.054 (0.012)***	0.041 (0.014)***	0.090 (0.013)***			
2010	0.009 (0.008)	0.109 (0.014)***	0.021 (0.01)**	0.047 (0.012)***	0.035 (0.014)**	0.086 (0.013)***			
2011	0.001 (0.009)	0.117 (0.014)***	-0.005 (0.011)	0.067 (0.012)***	0.039 (0.015)***	0.096 (0.014)***			
2012	0 (omitted)	0.123 (0.015)***	0 (omitted)	0.101 (0.013)***	0.038 (0.015)**	0.101 (0.014)***			
2013	0.003 (0.009)	0.128 (0.015)***	0.009 (0.011)	0.084 (0.012)***	0.039 (0.015)**	0.104 (0.014)***			
2014	0.015 (0.009)*	0.139 (0.015)***	0.031 (0.011)***	0.081 (0.012)***	0.046 (0.015)***	0.112 (0.014)***			
2015	0.051 (0.009)***	0.147 (0.015)***	0.112 (0.011)***	0.123 (0.014)***	0.053 (0.015)***	0.117 (0.014)***			
2016	0.061 (0.01)***	0.154 (0.015)***	0.139 (0.011)***	0.130 (0.014)***	0.053 (0.016)***	0.118 (0.014)***			
2017	0.056 (0.01)***	0.162 (0.016)***	0.125 (0.011)***	0.128 (0.013)***	0.057 (0.016)***	0.125 (0.015)***			
2018	0.052 (0.009)***	0.171 (0.016)***	0.106 (0.011)***	0.138 (0.013)***	0.065 (0.017)***	0.136 (0.015)***			
Toplam	0.79	2.341	1.792	0.954	0.729	1.859			
Ortalama	0.028	0.084	0.064	0.034	0.026	0.066			

**EK 6: Talep Yanlı Modellerin Sabit Etkili (D.K) ve Rassal Etkili (A.F.R)
Tahmin Sonuçları**

	Birim Etkiler (D.K)						Rassal Etkiler (A.F.R)		
Ülke	Model1	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7	Model2	Model8	Model9
Bangladesh	0.645 (0.033)***	-0.441 (0.079)***	-0.426 (0.085)***	-0.079 (0.014)***	0.030 (0.047)	-0.326 (0.084)***	0.018 (0.009)**	-0.191 (0.050)***	-0.285 (0.138)**
Brazil	0.602 (0.032)***	-0.160 (0.088)*	-0.089 (0.112)	0.036 (0.038)	0.082 (0.046)*	-0.225 (0.075)***	0.091 (0.030)***	0.101 (0.069)	-0.092 (0.129)
Bulgaria	-0.887 (0.050)***	-0.121 (0.102)	-0.192 (0.129)	-0.120 (0.089)	-0.351 (0.065)***	0.068 (0.093)	-0.472 (0.067)***	-0.356 (0.099)***	-0.117 (0.142)
Chile	-0.238 (0.022)***	0.054 (0.041)	0.055 (0.045)	0.103 (0.040)**	-0.047 (0.024)*	0.037 (0.040)	-0.053 (0.047)	0.02 (0.044)	0.08 (0.063)
China	0.888 (0.052)***	-0.668 (0.134)***	-0.557 (0.175)***	-0.398 (0.051)***	0.145 (0.083)*	-0.644 (0.124)***	-0.275 (0.040)***	-0.305 (0.108)***	-0.639 (0.223)***
Colombia	0.252 (0.030)***	-0.002 (0.026)	0.007 (0.031)	0.122 (0.015)***	0.081 (0.013)***	-0.024 (0.023)	0.164 (0.029)***	0.074 (0.014)***	0.08 (0.028)***
Hungary	-0.586 (0.033)***	-0.003 (0.060)	-0.036 (0.082)	0.049 (0.045)	-0.213 (0.039)***	0.114 (0.065)*	-0.199 (0.053)***	-0.159 (0.059)**	0.059 (0.093)
India	1.027 (0.045)***	-0.704 (0.145)***	-0.602 (0.176)***	-0.377 (0.048)***	0.141 (0.084)	-0.629 (0.134)***	-0.154 (0.039)***	-0.335 (0.117)***	-0.641 (0.246)**
Indonesia	0.649 (0.034)***	-0.439 (0.074)***	-0.372 (0.099)***	-0.216 (0.025)***	0.114 (0.048)**	-0.437 (0.073)***	0.022 (0.041)	-0.216 (0.052)***	-0.34 (0.130)**
Malaysia	-0.254 (0.028)***	-0.179 (0.035)***	-0.162 (0.046)***	-0.192 (0.013)***	-0.105 (0.030)***	-0.118 (0.038)***	-0.079 (0.028)***	-0.313 (0.028)***	-0.136 (0.039)***
Mexico	0.266 (0.026)***	-0.133 (0.045)***	-0.075 (0.064)	0.049 (0.008)***	0.035 (0.021)	-0.172 (0.034)***	-0.102 (0.009)***	-0.013 (0.027)	-0.096 (0.071)
Pakistan	0.374 (0.040)***	-0.512 (0.060)	-0.496 (0.066)***	-0.302 (0.009)***	-0.092 (0.048)**	-0.389 (0.066)***	-0.182 (0.021)***	-0.411 (0.042)***	-0.451 (0.118)***
Peru	0.165 (0.030)***	-0.004 (0.014)***	0.011 (0.018)	0.099 (0.026)***	0.086 (0.008)***	0.006 (0.011)	0.141 (0.041)***	0.043 (0.021)**	0.042 (0.018)**
Philippines	0.351 (0.049)***	-0.334 (0.041)	-0.281 (0.054)***	-0.158 (0.016)***	-0.023 (0.039)	-0.286 (0.048)***	-0.001 (0.032)	-0.247 (0.029)***	-0.266 (0.078)***
Poland	-0.228 (0.032)***	-0.027 (0.031)	-0.034 (0.045)	0.067 (0.048)	-0.041 (0.025)	0.033 (0.025)	-0.283 (0.037)***	-0.076 (0.041)*	-0.026 (0.03)
Romania	-0.294 (0.036)***	-0.061 (0.041)	-0.110 (0.060)*	0.002 (0.034)	-0.083 (0.023)***	-0.004 (0.040)	-0.157 (0.061)**	-0.137 (0.043)***	0.007 (0.055)
Russian Federation	-0.058 (0.023)**	-0.401 (0.035)***	-0.371 (0.054)***	-0.267 (0.013)***	-0.137 (0.029)***	-0.343 (0.027)***	-0.537 (0.025)***	-0.263 (0.028)***	-0.411 (0.063)***
South Africa	-0.286 (0.027)***	-0.170 (0.022)***	-0.175 (0.027)***	-0.019 (0.060)	-0.124 (0.023)***	-0.104 (0.028)***	-0.506 (0.033)***	-0.149 (0.035)***	-0.193 (0.021)***
Thailand	0.033 (0.030)	-0.369 (0.026)***	-0.324 (0.043)***	-0.261 (0.023)***	-0.119 (0.023)***	-0.290 (0.023)***	-0.146 (0.018)***	-0.355 (0.024)***	-0.308 (0.052)***
Turkey	0.291	0.000	0.020	0.058	0.107	0.031	0.202	0.032	0.076

	(0.024)***	(0.035)	(0.046)	(0.028)*	(0.010)***	(0.025)	(0.031)***	(0.024)	(0.042)*
Ukraine	-0.549	-0.534	-0.557	-0.404	-0.363	-0.323	-0.752	-0.589	-0.541
	(0.043)***	(0.049)***	(0.064)***	(0.054)***	(0.041)***	(0.041)***	(0.058)***	(0.030)***	(0.037)***
Venezuela	-0.005	0.066	0.103	0.006	0.106	0.009	0.063	0.105	0.025
RB	(0.047)	(0.048)	(0.043)**	(0.044)	(0.026)***	(0.036)	(0.061)	(0.040)**	(0.062)
Toplam	2.158	-5.144	-4.663	-2.202	-0.770	-4.016	-3.197	-3.740	-4.173
Ortalama	0.098	-0.234	-0.212	-0.100	-0.035	-0.183	-0.145	-0.170	-0.190

Not: Birim etkiler (D.K) Havuzlanmış Driscoll-Kraay sabit etkilerini vermektedir

EK 7: Karma Modellerin VIF Bilgileri

1990-2018 Dönemi 23 Ülke							
Model1		Model2		Model3		Model4	
Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF
LSRV	3.19	LPOL	1.32	LURB	5.49	LGDP	2.62
LAGR	2.06	LGDP	1.28	LIND	5.28	LSOC	2.53
LREN	2.03	LFOS	1.26	LGDP	1.54	LFOS	1.69
LGDP	1.48	LNRR	1.26	LNRR	1.23	LAGR	1.68
LECO	1.44	LOIL	1.13	LNTR	1.19	LCOA	1.05
LNRR	1.29						
Ort. VIF	1.92	Ort. VIF	1.25	Ort. VIF	2.95	Ort. VIF	1.91

1996-2018 Dönemi 23 Ülke									
Model5		Model6		Model7		Model8		Model9	
Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF
LURB	6.63	LECO	2.38	LTCH	2.35	eco	1.68	LURB	6.41
LFOS	6.05	LSOC	2.22	LECO	2.00	LGDP	1.5	LSRV	6.41
LAGR	5.25	LIND	2.02	LECI	1.68	LGOV	1.24	LECI	1.27
LSOC	1.85	LREN	1.97	LGDP	1.52	LNRR	1.18	LCOR	1.21
LNRR	1.64	LNRR	1.28	LFOS	1.38	LSRV	1.15	LOIL	1.04
LECI	1.51	LGOV	1.25	LOIL	1.05	LCOA	1.11		
LLAW	1.33	LCOA	1.14						
LOIL	1.20								
Ort. VIF	3.18	Ort. VIF	1.75	Ort. VIF	1.66	Ort. VIF	1.31	Ort. VIF	3.27

1996-2018 Dönemi 21 Ülke			
Model10		Model11	
Değişken	VIF	Değişken	VIF
LGOV	7.46	LFOS	5.50
LTFP	6.52	LAGR	5.20
LSRV	2.48	LURB	5.19
LREN	2.30	LLAW	4.31
LECO	1.94	LTFP	3.81
LPOL	1.39	LNRR	1.59
LNRR	1.16	LCOA	1.28
Ort. VIF	3.32	Ort. VIF	3.84

EK 8: Sektörel Modellerin VIF Bilgileri**EK 8a: Sanayi Sektörü Modelleri VIF Bilgileri**

Model1		Model2		Model3		Model4	
Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF
LELC	9.83	LELC	9.36	LFOS	9.23	LFOS	4.75
LCO ₂	9.30	LFOS	9.26	LELC	9.09	LIND	4.37
LIND	4.55	LIND	5.01	LIND	4.93	LEFR	1.24
LJFR	1.27	LJFR	1.37	LEFR	1.71	LOIL	1.04
LTCH	1.23	LEMP	1.33	LECO	1.51		
Ort. VIF	5.236	Ort. VIF	5.266	Ort. VIF	5.294	Ort. VIF	2.85

Model5		Model6		Model7	
Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF
LFOS	4.66	LCO ₂	3.65	LELC	9.89
LIND	4.29	LIND	3.57	LFOS	9.20
LEFR	2.08	LEMP	1.12	LIND	4.62
LJFR	1.88	LCOA	1.12	LECO	1.13
Ort. VIF	3.23	Ort. VIF	2.36	Ort. VIF	6.24

EK 8b: Hizmetler Sektörü Modelleri VIF Bilgileri

Model1		Model2		Model3		Model4	
Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF
LPOL	1.59	LPOL	1.60	LSRV	5.39	LFOS	5.90
LSOC	1.31	LSOC	1.31	LELC	4.76	LSRV	5.73
LCO ₂	1.22	LFOS	1.23	LBW	1.44	LECI	1.19
LLAW	1.12	LLAW	1.13	LECI	1.21	LGOV	1.16
				LGOV	1.16	LEMP	1.05
Ort. VIF	1.31	Ort. VIF	1.31	Ort. VIF	2.79	Ort. VIF	3.01

EK 8c: Tarım Sektörü Modelleri VIF Bilgileri

Model1		Model2		Model3	
Değişken	VIF	Değişken	VIF	Değişken	VIF
LFOS	1.18	LCO ₂	2.70	LCO ₂	3.21
LAGR	1.18	LAGR	2.38	LAGR	2.46
LELC	1.16	LELC	1.25	LFOS	1.51
LTMP	1.00			LTMP	1.01
Ort. VIF	1.13	Ort. VIF	2.11	Ort. VIF	2.05

EK 9: Modellere Ait LM ve Hausman Testi İçin Kullanılan Stata Kodları

Stata LM test kodları

RB: rassal birim etkiler modeli

RZ: rassal zaman etkiler modeli

RBZ: rassal birim- zaman etkiler modeli

```
quietly xtmixed LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS || _all:  
R.company, mle
```

```
estimates store RB
```

```
quietly xtmixed LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS || _all: R.year,  
mle
```

```
estimates store RZ
```

```
quietly xtmixed LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS || _all:  
R.company || _all: R.year, mle
```

```
estimates store RBZ
```

```
estimates table RB RZ RBZ, stat( N r2 F chi2 p chi2_c p_c) b(%7.3g) star stfmt(%9.3f)
```

Hausman Test Kodları

```
quietly xtreg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS, fe  
estimates store fe
```

```
quietly xtreg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS, re  
estimates store re
```

```
hausman fe re
```

EK 10: Modellerde Ait Değişen Varyans ve Otokorelasyon Testi İçin Kullanılan Stata Kodları

Stata Değişen Varyans Kodu

```
quietly xtreg LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS, fe  
xttest3
```

Stata Otokorelasyon Kodu

```
xtregar LEE LCOA LOIL LNTR LHDR LWSE LBW LELEC LLOS, fe lbi
```



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mustafa NAİMOĞLU	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Cumhuriyet Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Matematik Bölümü
Yüksek Lisans	
Üniversite	Cumhuriyet Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Matematik
Programı	Uygulamalı Matematik
Makale ve Bildiriler	
1. Yükselen ekonomilerde enerji etkinliğini talep yanlı etkileyen faktörler	
2. Reel döviz kurunun dış ticaret üzerindeki etkisi: Kırılgan Beşli örneği	
3. Telif Edilmiş Değer (CV) ile Gelirde Eşdeğer Değişiklik (EV) Değerlerinin Yeniden Formülasyonu	