

**T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
İKTİSAT BİLİM DALI**



**BRICS-T ÜLKELERİNDE ENERJİ TÜKETİMİNİN  
BELİRLEYİCİLERİ: EKONOMETRİK BİR UYGULAMA**

**MAHMUT SAMİ DURAN**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
PROF.DR. MUSTAFA ACAR**

**KONYA-2020**

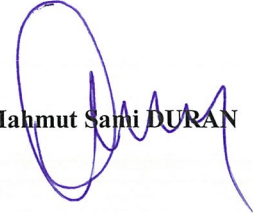
 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	---	--



### BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Mahmut Sami DURAN		
	Numarası	168109013002		
	Ana Bilim /BilimDahı	İktisat ABD.		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans		
		Doktora	X	
Tezin Adı	BRICS-T Ülkelerinde Enerji Tüketiminin Belirleyicileri: Ekonometrik Bir Uygulama			

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Mahmut Sami DURAN




 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	---	---

## ÖZET

Öğrencinin	Adı Soyadı	Mahmut Sami DURAN		
	Numarası	168109013002		
	Ana Bilim /BilimDalı	İktisat ABD.		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans		
		Doktora	X	
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Mustafa ACAR		
Tezin Adı	BRICS-T Ülkelerinde Enerji Tüketiminin Belirleyicileri: Ekonometrik Bir Uygulama			

Dünyada küreselleşmenin artışı ile birlikte ülkeler giderek birbirine bağımlı hale gelmekte ve sınırlar giderek kaybolmakta, ülkelerin ticaret hacimleri her yıl artarak büyümektedir. Bu durum tüm dünyada üretim artışına neden olmakta, dünyadaki nüfus artışı ile birlikte ise tüketim miktarları da hızla artmaktadır. Öte yandan artan bu üretim ve tüketim miktarı sanayileşme ile birlikte enerji talebini hızla artırmaktadır. Şüphesiz bir ülkenin sosyal ve ekonomik kalkınmasını gerçekleştirebilmesi için en önemli faktörlerden bir tanesi enerji olmaktadır. Bu nedenle dünya ekonomilerinin büyümesi ve sanayileşmesi, enerjiye olan bağımlılığı giderek artırmakta ve enerji tüketim miktarları her geçen yıl artarak büyümektedir. Ülkelerin her geçen yıl enerjiye olan bu artan bağımlılıkları ise enerji tüketimini belirleyen faktörlerin neler olduğunu açıklamayı gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada enerji tüketimini belirleyen faktörler açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla enerji tüketimini belirleyen faktörler BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, G.Afrika, Türkiye) ülkeleri özelinde, 1992-2018 yıllarını kapsayan bir dönem için analiz edilmektedir. Çalışmada enerji tüketimini belirleyen faktör olarak doğrudan yabancı yatırımlar, enerji fiyatları ve ekonomik büyüme kullanılmaktadır. Çalışmanın analizinden elde edilen bulgular, ilk olarak doğrudan yabancı yatırımlar, enerji fiyatları ve ekonomik büyüme değişkenlerinin her üçünün de enerji tüketimi ile uzun dönemli bir ilişki içinde olduğunu doğrulamaktadır. İkinci olarak ise yapılan analizlerde elde edilen bulgular,

 <p>KONYA</p>	<p>T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü</p>	 <p>NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</p>
--	--	---

doğrudan yabancı yatırımların panel analizimize konu olan tüm ülkelerde anlamlı, ekonomik büyüme serisinin sadece Türkiye ve Çin için anlamlı, enerji fiyatları serisinin ise Rusya, G.Afrika ve Çin’de anlamlı olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Tüketimi, GDP, FDI, Enerji Fiyatları, BRICS-T





 <b>KONYA</b>	T.C. <b>NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ</b> Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 <b>NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ</b> <b>SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</b>
---	--	--

## ABSTRACT

<b>Author's</b>	Name and Surname	Mahmut Sami DURAN		
	Student Number	168109013002		
	Department	Economics		
	Study Programme	M.A.		
		Ph.D.	X	
	Advisor/Supervisor	Prof. Dr. Mustafa ACAR		
Title of the Thesis/Dissertation	Determinants of Energy Consumption in BRICS-T Countries: An Econometric Application			

With the rise of globalization in the world, countries are becoming increasingly dependent on each other and the borders are gradually disappearing, and the trade volumes of the countries are increasing every year. This allows an increase in production all over the world, and the amount of consumption increases rapidly with the increase in the world population. On the other hand, this increasing production and consumption increases the energy demand rapidly with industrialization. Undoubtedly, one of the most important factors for a country to realize its social and economic development is energy. For this reason, the growth and industrialization of the world economies are increasing the dependence on energy and the amount of energy consumption is increasing every year. These dependencies of countries on increasing energy every year make it necessary to explain what factors determine the energy consumption.

In this study, the factors that determine energy consumption are investigated. For this purpose, the factors that determine energy consumption BRICS-T (Brazil, Russia, India, China, South Africa, Turkey) countries in particular, are analyzed for a period covering the years 1992-2018. In this study, direct foreign investments, energy prices and economic growth are used as the determining factors of energy consumption. Findings from the analysis of the study first confirm that the variables of foreign direct investment, energy prices and economic growth have a long-term relationship with energy consumption. Second, the findings obtained from analysis, direct foreign investment series is meaningful statistically in all countries, economic growth series is meaningful only for Turkey and

 <p>KONYA</p>	<p>T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü</p>	 <p>NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ KONYA SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</p>
--	--	---

China, while energy prices series shows meaningful the results as Russia, South Africa and in China.

**Keywords:** Energy Consumption, GDP, FDI, Energy Prices, BRICS-T



## İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xi
ÖNSÖZ .....	xii
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

1.1. Enerji Kavramı.....	5
1.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması .....	7
1.3. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	15
1.3.1. Kömür .....	17
1.3.2. Petrol.....	24
1.3.3. Doğal Gaz .....	33
1.3.4. Nükleer Enerji .....	40
1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	47
1.4.1. Güneş Enerjisi .....	48
1.4.2. Rüzgâr Enerjisi .....	54
1.4.3. Hidrolik Enerji.....	59
1.4.4. Jeotermal Enerji.....	65
1.4.5. Dalga Enerjisi .....	69
1.4.6. Biokütle Enerjisi.....	73

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Enerji Tüketiminin Belirleyicileri .....	77
2.1.1. Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisi .....	77
2.1.2. Enerji Tüketimi İle Enerji Fiyatları İlişkisi .....	81
2.1.3. Enerji Tüketimi İle Doğrudan Yabancı Yatırımlar İlişkisi .....	85
2.2. Literatür Araştırması .....	88
2.2.1. Uluslararası Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmalar .....	88
2.2.2. Ulusal Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmalar .....	96
2.2.3. Uluslararası Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmalar .....	100
2.2.4. Ulusal Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmalar .....	109

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

3.1. Çalışmanın Modeli .....	115
3.2. Örneklem Grubu ve Veri Seti .....	116
3.3. Çalışmanın Tanımlayıcı İstatistikleri .....	117
3.4. Çalışmanın Modeline İlişkin Testler .....	118
3.4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi .....	118
3.4.2. Homojenlik Testi .....	121
3.4.3. Birim Kök Testi .....	123
3.4.4. Eş Bütünleşme Testi .....	129
3.4.4.1. Westerlund (2007) ECM Analiz Tekniği .....	129
3.4.4.2. LM Bootstrap Eşbütünleşme Analizi .....	132
3.4.4.3. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi. 134	
3.4.4.3.1. Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup(CCEMG) Tahmincisi. 135	
3.4.4.3.2. Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (AMG) Yöntemi. 138	
<b>SONUÇ .....</b>	<b>143</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>149</b>



## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1. 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	9
Çizelge 1. 2. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketim Miktarları (mtoe).....	10
Çizelge 1. 3. Dünya Birincil Enerji Tüketiminde Kaynakların Payı (2017 %).....	12
Çizelge 1. 4. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Ülkeler Sıralaması (milyon TEP).....	13
Çizelge 1. 5. Kömür Kullanımın Avantaj ve Dezavantajları .....	20
Çizelge 1. 6. Dünyada En fazla Kömür Rezervine Sahip İlk 5 Ülkenin Kömür Üretim ve Tüketim Miktarları (Mtoe).....	22
Çizelge 1. 7. Petrol Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları .....	26
Çizelge 1. 8. En Fazla Petrol Tüketen 10 Ülke .....	28
Çizelge 1. 9. Dünyada En fazla Petrol Rezervine Sahip İlk 5 Ülkenin Petrol Üretim ve Tüketim Miktarları (2017) .....	31
Çizelge 1. 10. Doğal Gazı Oluşturan Bileşenler.....	34
Çizelge 1. 11. Doğal Gaz Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları.....	35
Çizelge 1. 12. En Fazla Doğal Gaz Tüketimi ve Üretimi Gerçekleştiren İlk 10 Ülke ...	38
Çizelge 1. 13. Dünyada En Fazla LNG İhracatı ve İthalatı Gerçekleştiren Ülkeler.....	40
Çizelge 1. 14. Nükleer Enerji Kaynaklarının Dünyadaki Dağılımı .....	43
Çizelge 1. 15. Dünyada En Çok Nükleer Enerji Üreten 15 Ülke (Elektrik Üretim %) ..	44
Çizelge 1. 16. Önümüzdeki Dönemde Nükleer Enerji Kullanmayı Düşünen Ülkeler ..	45
Çizelge 1. 17. Nükleer Enerji Kullanmayı Düşünen Ülkelerin Geldikleri Aşamalar ....	45
Çizelge 1. 18. Dünyada Meydana Gelen Büyük Nükleer Kazalar .....	46
Çizelge 1. 19. Nükleer Enerji Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları .....	47
Çizelge 1. 20. Yenilebilir Enerji Göstergeleri .....	48
Çizelge 1. 21. Dünyada Kurulu PV ( Fotovoltaik ) ve CBS Kapasitesi .....	53
Çizelge 1. 22. Dünyada En Fazla PV Kurulu Gücüne Sahip İlk 5 Ülke ve Üretimleri ..	53
Çizelge 1. 23. Güneş Enerjisi Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları.....	54
Çizelge 1. 24. Rüzgâr Enerjisinin Avantaj ve Dezavantajları .....	58
Çizelge 1. 25. Yapılarına Göre Hidroelektrik Enerji Sınıflandırması .....	60
Çizelge 1. 26. Hidroelektrik Enerji Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları .....	64
Çizelge 1. 27. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları (Sıcaklık Derecelerine Göre) .....	66
Çizelge 1. 28. Jeotermal Enerjinin Avantaj ve Dezavantajları.....	69
Çizelge 1. 29. Dalga Enerjisinin Avantaj ve Dezavantajları.....	72
Çizelge 1. 30. Biokütle Enerjisi Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları .....	76
Çizelge 2. 1. Uluslararası Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmaların Özeti .....	92
Çizelge 2. 2. Ulusal Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmaların Özeti.....	98
Çizelge 2. 3. Uluslararası Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmaların Özeti.....	105
Çizelge 2. 4. Ulusal Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmaların Özeti .....	112
Çizelge 3. 1. Analizi Oluşturan Örneklem Grubu Ülkeleri.....	116
Çizelge 3. 2. Analizde Kullanılan Veri Setleri ve Veri Kaynakları.....	117
Çizelge 3. 3. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler .....	118
Çizelge 3. 4. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Analiz Sonuçları .....	120
Çizelge 3. 5. Çalışmanın Homojenlik Testi Sonuçları.....	123
Çizelge 3. 6. Değişkenlere İlişkin Panel Birim Kök Analiz Sonuçları (Düzey) .....	126

Çizelge 3. 7. Farkı Alınmış Değişkenlerin Panel Birim Kök Analiz Sonuçları .....	128
Çizelge 3. 8. Westerland (2007) ECM Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	131
Çizelge 3. 9. Westerland ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları .....	134
Çizelge 3. 10. Pesaran (2006) CCEMG Tahmircisi Panel Genel Sonuçları .....	136
Çizelge 3. 11. Pesaran (2006) CCEMG Tahmircisi Bireysel Ülke Sonuçları .....	136
Çizelge 3. 12. CCE Tahmin Yöntemi Ülke Gruplarına Göre Anlamlılık Durumu .....	138
Çizelge 3. 13. AMG Tahmircisi Panel Genel Sonuçları (Bond ve Eberhardt, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010).....	139
Çizelge 3. 14. AMG Tahmircisi Bireysel Ülke Sonuçları (Bond ve Eberhardt, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010).....	140
Çizelge 3. 15. AMG Tahmin Yöntemi Ülke Gruplarına Göre Anlamlılık Durumu.....	142



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketiminde Kaynakların Bölgelere Göre Dağılımı .....	11
Şekil 1. 2. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi Yakıt Türleri (2017, %).....	12
Şekil 1. 3. OECD Dışı Ülkelerde Konut ve Ticari Enerji Talebi .....	15
Şekil 1. 4. Bölgeler Arası Kömür Rezervleri ( 2017 %).....	21
Şekil 1. 5. En fazla Kömür İthal Eden 10 Ülke (2018).....	23
Şekil 1. 6. En fazla Kömür İhraç Eden 10 Ülke (2018).....	24
Şekil 1. 7. Bölgesel Petrol Tüketim Miktarları (2017 %) .....	27
Şekil 1. 8. Dünya Ham Petrol Fiyatlarındaki Değişim (varil başına ABD doları).....	29
Şekil 1. 9. Bölgesel Petrol Rezervleri (2017 milyon varil %).....	30
Şekil 1. 10. En Fazla Petrol İhraç Eden 10 Ülke (2018).....	32
Şekil 1. 11. En Fazla Petrol İthal Eden 10 Ülke (2018).....	32
Şekil 1. 12. Bölgesel Doğal Gaz Rezervleri ( 2017 %) .....	36
Şekil 1. 13. Bölgesel Doğal Gaz Tüketim Miktarları (2017 milyar m <sup>3</sup> ) .....	37
Şekil 1. 14. Dünyada En Fazla Doğal Gaz Rezervine Sahip İlk 5 Ülke ve Rezerv Miktarları .....	39
Şekil 1. 15. Nükleer Enerji Reaksiyon Türleri .....	41
Şekil 1. 16. Dünyada Aktif Olarak Kullanılan Nükleer Reaktör Sayıları.....	42
Şekil 1. 17. Güneş'ten Gelen Enerji'nin Yeryüzüne Dağılım Oranları .....	50
Şekil 1. 18. Güneş Kolektörleri Tipleri.....	52
Şekil 1. 19. Dünyada En Fazla Kurulu Rüzgâr Gücüne Sahip Ülkeler (2017-MW).....	56
Şekil 1. 20. En Çok Rüzgâr Gücü Üreten İlk 10 Ülke ve Üretim Miktarları (2017-TW) .....	57
Şekil 1. 21. En Çok Rüzgâr Gücü Tüketen İlk 10 Ülke ve Tüketim Miktarları (2017-TW).....	58
Şekil 1. 22. Hidroelektrik Enerjisi Üretimi .....	60
Şekil 1. 23. Bölgesel Hidroelektrik Enerji Üretim Miktarları (2017-TWh) .....	61
Şekil 1. 24. En Çok Hidroelektrik Enerjisi Üretimi Gerçekleştiren 10 Ülke (2017-TWh) .....	62
Şekil 1. 25. Bölgesel Hidroelektrik Enerjisi Tüketim Miktarları (2017-mtoep).....	63
Şekil 1. 26. En Çok Hidroelektrik Enerjisi Tüketimi Gerçekleştiren 10 Ülke (2017-mtoep) .....	64
Şekil 1. 27. En Çok Kurulu Jeotermal Enerji Gücüne Sahip İlk 10 Ülke (2018-MW) ..	67
Şekil 1. 28. Bölgesel Kurulu Jeotermal Enerji Gücü Kapasitesi (MW) .....	68

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>TMMOB</b>	: Türkiye Makine Mühendisleri Odası Birliği
<b>EMO</b>	: Elektrik Mühendisleri Odası Birliği
<b>BP</b>	: British Petroleum
<b>OECD</b>	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>IEA</b>	: Uluslararası Enerji Ajansı
<b>IRENA</b>	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
<b>ETKB</b>	: Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>BTU</b>	: British Thermal Unit
<b>OAPEC</b>	: Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliği
<b>TP</b>	: Türkiye Petrolleri
<b>BAE</b>	: Birleşik Arap Emirlikleri
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>LNG</b>	: Liquefied Natural Gas
<b>K</b>	: Kelvin
<b>PV</b>	: Fotovoltaik
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>MW</b>	: Megawatt
<b>GW</b>	: Gigawatt
<b>TW</b>	: Terawatt
<b>TWh</b>	: Terawatt Saat
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>TFEC</b>	: Biyoenerji Toplam Nihai Enerji Tüketimi
<b>GSYH</b>	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>ARDL</b>	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model
<b>DYY</b>	: Doğrudan Yabancı Yatırımlar
<b>FDI</b>	: Doğrudan Yabancı Yatırımlar
<b>ASEAN</b>	: Güneydoğu Asya Uluslar Birliği
<b>WECM</b>	: Vektör Hata Düzeltme Modeli
<b>IMF</b>	: Uluslararası Para Fonu
<b>UNCTADs</b>	: Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
<b>GDP</b>	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>VECM</b>	: Vektör Hata Düzeltme Modeli
<b>ECON</b>	: Enerji Tüketimi
<b>DOE</b>	: Energy Information Administration

## ÖNSÖZ

Öncelikle böyle bir çalışmanın ortaya çıkmasında çok büyük katkıları olan, yoğun işleri arasında dahi benden yardımını esirgemeyen, danışmanım sayın Prof. Dr. Mustafa ACAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman desteğini yakınımnda hissettiğim Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN'e, saygıdeğer müdürüm Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÖZTAŞ'a ve bugüne kadar sağlamış olduğu hoşgörüden ve yardımlarından dolayı Doç. Dr. Ceyhun Can ÖZCAN'a diğer ilgili bütün hocalarıma, akademisyen arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca her zaman yanımda olduğu gibi bu çalışmamda da yanımda olan ve benden hiçbir şeylerini esirgemeyen aileme ve yakın arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

*Aileme...*

Mahmut Sami DURAN  
KONYA-2020

## GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi ve temel ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için en büyük ve en önemli faktörü enerji oluşturmaktadır. Isınmadan aydınlanmaya, ulaşımdan kullandığımız tüm cihazlarda enerji ihtiyacı hayati öneme sahiptir. İlk zamanlarda ilkel insanların kullanmış oldukları yöntemler, dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte zamanla yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu nedenle insanların bu ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için yeni tekniklerin geliştirilmesi çok önemli bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu ihtiyaçlar ile birlikte 1800'lü yıllarda buharlı makinelerin icat edilmesi ve Avrupa'da başlayan Sanayi Devrimi, enerjiye olan ihtiyaç ve bağımlılığı hızla artırmıştır. Özellikle Sanayi Devriminin tüm dünyaya yayılması hızla artan makineleşme ile birlikte dünyada enerji çağı diye nitelendirebileceğimiz bir dönemin başlangıcı olmuştur.

Aydınlanma çağı ile birlikte hızla artan kentleşme, nüfus artışı ve sanayileşmenin yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümelerini artırma çabaları sonucunda, dünyada hızla artan bir üretim ve tüketim talebi ortaya çıkmış ve bunun sonucunda oluşan yeni teknolojilerin gerekliliği, dünya ülkelerinin hammadde ve enerjiye olan taleplerini her geçen gün artırmıştır. 1970'li yıllara kadar dünyanın enerji kaynaklarına olan erişimi görece daha ucuz ve bol miktardayken, petrol şokları sonucunda petrol fiyatları hızla artmış ve bu durum miktar olarak da enerji kaynağına erişimi kısıtlamıştır. Bu nedenle 1970'li yıllardan sonra dünyada enerjinin önemi giderek daha da artmış ve bu durum alternatif enerji kaynakları arayışını hızlandırmıştır.

Öte yandan dünyada enerji ihtiyacı büyük oranda fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır ve bu enerji kaynaklarının rezerv miktarları her geçen gün hızla tükenmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme çabaları, bu ülkelerin bu yakıtlara olan talebini artırmaktadır. Ancak fosil yakıtların rezerv miktarları her geçen gün bu artan talebi karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle gerek gelişmiş gerekse gelişmekte olan ekonomiler için alternatif enerji kaynağı arayışı çok hayati bir hal almaktadır.

BP tarafından yayımlanan 2018 raporuna göre, küresel enerji talebi her geçen yıl artmaktadır. Toplam enerji talebinin yaklaşık olarak sırasıyla %28'ini kömür, %34'ünü petrol ve %24'ünü doğal gaz oluşturmaktadır. Bu nedenle küresel enerji talebinin büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlar diyebileceğimiz yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır. IEA tarafından yapılan enerji senaryolarına göre, 2040'lı yıllarda enerji kaynakları içerisinde fosil yakıtların payının nispeten azalacağı öngörülse bile, fosil yakıtlar enerji kaynakları içerisinde hâkim kaynak konumunu sürdürecektir. Öte yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının payının 2040'lı yıllarda yaklaşık %16,1 olması ve bu enerji kaynaklarının enerji içerisindeki payının artması beklenmektedir.

Nüfus artış hızı, ülkelerin refah düzeylerindeki artış, küreselleşmenin etkisiyle hızla artan dünya ticareti, kentleşme vs. pek çok faktörün etkisiyle her geçen yıl ısı ve güç talebinde artış yaşanması çok muhtemel görülmektedir. 2030 yılına kadar dünya nüfusunun 2 milyar kişi artması ve OECD dışındaki ülkelerde trafikteki araç sayısının yaklaşık 550 milyona yükselmesi beklenmektedir. Ayrıca büyük bir kısmı gelişmekte olan ülkelere olmak üzere dünya enerji talebinin 2030'lu yıllara geldiğimizde, günümüze göre yaklaşık %60 daha fazla olacağı öngörülmektedir. IEA tarafından yapılan senaryolara göre, 2040'lı yıllarda konut ve ticari enerji talebinin yaklaşık %20 artması beklenmektedir ve bu enerji talebindeki artışta en büyük pay Çin ve Hindistan tarafından karşılanacaktır. Çin ve Hindistan'ın enerji talebi küresel enerji talebinin yaklaşık %45'ini oluşturacaktır. Bu nedenle tüm bu faktörlerin etkisiyle dünyada enerji tüketiminin her yıl artmasını beklemek yanlış olmayacaktır.

Dünyada her yıl artış gösteren enerji tüketim miktarı, gerek gelişmekte olan ülkelere gerekse gelişmiş ülkelere pek çok makroekonomik faktör üzerinde doğrudan etki edebilecek bir unsur olarak görülmektedir. Bu nedenle enflasyondan işsizliğe, ihracattan ithalata ve üretimden tüketime kabaca pek çok unsuru doğrudan etkileyen bu faktörü belirleyen unsurları ya da etkileyen faktörleri belirlemek önemli olmaktadır.

Bu kapsamda ulusal ve uluslararası literatürde doğrudan ya da dolaylı bir şekilde enerji tüketimini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Asafu ve Adjave (2000), Wolde ve Rufael (2005), Lee (2006), Karagöl vd. (2007), Aydın (2010), Lee ve Chen (2010), Erdoğan ve Gürbüz (2014), Azam vd. (2015), Baek (2016), Paramati vd. (2018) gibi çalışmalar enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile olan ilişkisini incelemektedirler. Omri ve Kahouli (2014), Sbia vd. (2014), Leitao (2015), Doytch ve Narayan (2016), Amri (2016), Polat (2018), Paramati (2018) gibi yazarlar tarafından yapılan çalışmalar ise enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki ilişkiyi açıklayan çalışmalardır. Bunun yanında Gouda (1988), Runa (1999), Yuan vd. (2010), He vd. (2014), Osigwe ve Arawomo (2015), Chen vd. (2016), Brini vd. (2017) vs. yapılan çalışmalarda ise enerji tüketimi ile enerji fiyatları ilişkisi araştırılmaktadır. Tüm bu yapılan çalışmalar bu değişkenlerin enerji tüketimi ile olan ilişkisini doğrulamaktadırlar.

Bu çalışma, gerek endüstriyel anlamda gerekse normal yaşamda insanoğlu için vazgeçilmez bir unsur olan ve her geçen yıl bir önceki yıla göre artış gösterecek olan enerji tüketiminin belirleyicilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda yükselen ekonomiler olarak nitelendirilen BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, G. Afrika ve Türkiye) ülkeleri için 1992-2018 yıllarını kapsayan bir panel veri seti üzerinde, enerji tüketiminin belirleyicileri olarak seçilen enerji fiyatları, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların enerji tüketimi üzerindeki etkileri ekonometrik olarak analiz edilmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait veriler BP, Dünya Bankası, UNCTADs veri tabanlarından elde edilmektedir.

Çalışmanın *birinci bölümünde*, enerji kavramsal olarak geniş bir şekilde açıklanmakta ve enerji, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynakları özelinde sınıflandırılmaktadır. Bu bölümde açıklanan tüm enerji kaynakları üretim miktarlarından tüketim miktarlarına, ihracattan ithalata, avantajlarından dezavantajlarına vs. sosyal, ekonomik ve siyasal anlamda tüm yönleriyle açıklanmaya çalışılmaktadır.



*İkinci bölümde*, ulusal ve uluslararası anlamda enerji alanında yapılmış olan yaklaşık 60 çalışmanın yer aldığı geniş bir literatür araştırması yapılmaktadır. Bu kapsamda enerji alanında yapılan bu çalışmalar, hem zaman serisi analizi hem de panel analizi olarak ayrılarak incelenmekte, ayrıca bu çalışmalarda kendi içerisinde ulusal ve uluslararası literatür olarak ayrılmaktadır.

*Üçüncü bölümde* çalışmanın teorisi ile ilgili bilgilere yer verilmektedir. Bu bölümde enerji tüketiminin belirleyicisi olarak seçilen enerji fiyatları, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkenlerinin enerji tüketimi ile olan teorik ilişkisi açıklanmaya çalışılmaktadır.

Çalışmanın *dördüncü bölümü* ekonometrik analizlere ayrılmıştır. Bu bölümde çalışmada kullanılan veri seti, yöntemler ve ekonometrik modeller açıklanmakta, uygulanan testler ve tahmin sonuçlarına genişçe yer verilmektedir.

Çalışmanın *sonuç bölümünde* ise, elde edilmiş olan bulgular geniş bir şekilde özetlenmekte ve kapsamlı bir değerlendirme sunulmaktadır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

Dünya nüfusunun her geçen yıl artarak büyümesi ve sanayileşme sonucunda enerji talebi de giderek artmaktadır. Bir ülkenin sosyal ve ekonomik kalkınmasını gerçekleştirmesi, teknolojik, kültürel ve tarihsel anlamda ilerlemesi, en önemlisi de sürdürülebilir bir kalkınma gerçekleştirebilmesi için enerji çok önemli bir faktör olmaktadır. Dünya ekonomilerinin büyümesi ve sanayileşmesi enerjiye olan bağımlılığı artırırken aynı zamanda da ülkelerin birbirlerine olan bağımlılığını kaçınılmaz kılmaktadır. Enerji kaynaklarının kullanım alanlarının ve ülkeler arasında dağıtımının artarak büyümesi sonucunda fosil yakıtların yetmeme ve tükenme riski ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle dünyada son yıllarda alternatif enerji kaynakları arayışı hızla artmaktadır.

Genel olarak enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerji gibi kaynakların oluşturduğu, fosil yakıtlar olarak da bilinen enerji kaynakları birincil enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. *Yenilenemez* enerji kaynakları olarak da adlandırılan bu enerji kaynakları çevre kirliliği oluşturabilen ve tükenebilen enerji kaynaklarıdır. Öte yandan güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik enerji gibi kaynakların oluşturduğu enerji kaynakları ise *yenilenebilir* ve çevreye herhangi bir zarar vermeyen enerji kaynaklarıdır ki bu kaynaklar da ikincil enerji kaynaklarını oluşturmaktadır.

#### 1.1. Enerji Kavramı

Sanayi devriminden itibaren enerji kaynaklarına sahip olmak için ülkeler arasında kıyasıya bir mücadele başlamış, bu mücadele de dünya tarihinde yaşanan pek çok önemli büyük savaşın temel nedenlerinden birini oluşturmuştur. Dünya liderliği ile enerji kaynakları arasında doğrudan bir ilişki mevcut olduğundan, son yüzyıldaki çatışmaya varan krizlerin ortaya çıkmasında temel unsuru enerji kaynaklarına sahip olmak oluşturmuştur. Örneğin 1914-1918 yılları arasında yaşanan 1. Dünya Savaşının oluşumunda temel dinamiklerden birini petrolün yanı sıra kömür kaynaklarına erişim

oluştururken 2. Dünya Savaşı'nın (1941-1945) temel nedeni enerji kaynaklarının paylaşılmasıdır. Öte yandan 1961 yılında yaşanan Küba Krizi, tıpkı Kore Savaşı'nda olduğu gibi enerji taşıma yollarının kontrolünü ele geçirmek amacıyla hizmet ederken 1973 yılındaki Arap-İsrail savaşları petrolün stratejik bir silah olarak kullanılmasına hizmet etmiştir (Sevim, 2015: 14-17). Dünya tarihinde yaşanan bu derece önemli krizlerin temel nedenini oluşturan enerji, devletlerin küresel anlamda güçlü olmaları için stratejik bir silah olarak değerlendirilebilmektedir.

Enerjinin zor bulunuyor olması, sınırlı oluşu ve dünyada her geçen gün giderek artan enerji ihtiyacı, ülkelerin ve milletlerin tedirgin olmalarına yol açmaktadır. Enerji günümüzde milletlerin ve devletlerin adeta dostluklarını ve düşmanlıklarını tayin edecek kadar son derece stratejik bir madde haline gelmiştir. Bu nedenle ülkelerin uygulayacağı enerji politikalarını; ekonomi politikasından, sanayi politikasından ve savunma politikasından bağımsız düşünmek mümkün olamamaktadır (İlbaş, 2014: 15-16). Enerjiyi dikkate almadan bu politikalar uygulanamayacağı gibi, enerjiyi dikkate almayan her politika uzun vadede başarısız olacaktır.

21. yüzyılda da ulus devletlerin ve uluslararası ilişkilerin dış politika stratejileri olarak temel belirleyicilerinden biri enerji kaynakları olmaktadır. Bir ulus devletin dış güvenlik yaklaşımını şekillendiren unsurlardan en önemlisi enerjiye olan bağımlılığıdır. Bu nedenle ulus devletlerin uluslararası ilişkilerde yapacağı hamle ve aksiyonları enerjiye sahip olma, enerji lojistiğinde güvenliği sağlama, dünya enerji kaynakları üzerinde denetim kurma vs. unsurlar belirleyecektir (Sevim, 2015: 107-108).

İktisat biliminin ortaya çıktığı tarihten itibaren enerji bir kavram olarak kullanılmasına rağmen, enerji kavramı teorik olarak bir bütünlük kazanmaya 1970'li yıllardan sonra başlamış ve enerjinin bir üretim faktörü olduğuna dair görüşler daha çok kullanılır hale gelmiştir. 1970'li yılların ortalarında meydana gelen enerji krizleri ve 1980 yılından sonra yaşanan küreselleşme ile birlikte ekonomik büyüme bir hayli yavaşlamış, ülkeler arasında gelişmişlik açısından belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır (Yapraklı, 2013:9). Ülkeler arasındaki gelişmişlik farklılıklarının nedenlerinden biri ise şüphesiz ülkelerin sahip oldukları enerji bağımlılıkları olmuştur. Enerjiye daha az

bağımlılık duyan ülkeler daha çok bağımlı olan ülkelere göre üstün hale gelmiştir. Nihayetinde enerji bu nedenle günümüzde de dünya üzerindeki stratejik bir unsur oluşunu sürdürmüştür.

Kavramsal açıdan enerjiyi Alman bilim adamı ve Kuantum kuramının kurucusu Max Planck “bir sistemin kendisi dışında etkinlik üretme yeteneği” olarak tanımlamıştır. En genel anlamıyla enerji, iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. David I. Stern (2004) ise enerjiyi her türlü eylemin, üretimin ve değiştirilen her şeyin arkasındaki güç olarak ifade etmektedir (Stern, 2004: 37).

## 1.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Sanayi devriminden önce iş gücü hayvanlar ve insanlar tarafından karşılanırken sanayi devriminin gerçekleşmesiyle birlikte makineleşmenin hızla artması, insan ve hayvan gücünün yerini makinelerin almaya başlaması, bu gücün makineler tarafından karşılanması sonucunu doğurmuştur. I. Dünya savaşından sonra insan gücünün yerini petrol, kömür gibi doğal kaynaklar almış; 1970'lerde yaşanan enerji krizleri ile birlikte ise enerji kaynakları çeşitlenmeye başlamış ve güneş, rüzgâr gibi tükenmeyecek olan doğal kaynaklar önem kazanmıştır (Bayramoğlu, 2014: 5). Farklı açı ve unsurlar bakımından enerji ile ilgili olarak bir değerlendirme yapıldığında literatürde pek çok sınıflandırma mümkündür. Bunlar;

Kaynaklarına Göre Enerjiler; katı, sıvı, gaz yakıtlar ile nükleer, rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal, biokütle vb. enerjiler olarak ayrılabilir. Fiziksel ve Ekonomik Açıdan Enerjiler; mekanik (potansiyel ve kinetik), kimyasal, termik, fiziksel, elektromanyetik, elektrik vb. enerjiler olarak gruplandırılmaktadır.

Herhangi bir dönüşüme ya da değişime uğrayıp uğramadığına göre enerjiler iki grupta toplanabilmektedir:

*Birincil (primer) enerjiler;* güneş, rüzgâr, petrol, hidrolik, jeotermal, nükleer enerji ve kömür doğal enerjiler olarak da adlandırılan birincil enerji kaynaklarıdır.

*İkincil (seconder) enerjiler;* birincil enerjilerin ya da ikincil enerjilerin dönüştürülmesi sonucu elde edilen ve türetilen enerjiler olarak da adlandırılan enerjiler

elektrik, termik (ısı), mekanik, kimyasal, elektromanyetik ve ışık enerjilerinden oluşmaktadır.

Hammaddelerinin özgül enerji içeriklerine göre enerjiler; yoğun (petrol, kömür, hidrolik, atom, uranyum toryum vs.), yoğun olmayan (güneş, rüzgâr vs.) enerjiler olarak ayrılmaktadır. Depolanabilme özelliğine göre enerjiler; tam olarak depo edilebilenler (kömür, petrol, uranyum, toryum vs.), kısmen depo edilenler ve edilemeyenler (doğal gaz, su, güneş vs.) enerjilerdir.

Enerji maddesinin ticari ve ekonomik olup olmadığına göre enerjiler; günümüzde tüm enerji kaynaklarının ticari boyutunun olduğu kabul edilmektedir. Enerji maddesinin çevreye olan etkisi de şüphesiz göz ardı edilmemektedir. Bu nedenle enerjiler temiz enerji (güneş, rüzgâr, hidrolik vs.) ve temiz olmayan enerjiler (petrol, kömür vs.) olmak üzere değerlendirilmektedir.

Enerji maddesinin alternatif olup olmamasına göre enerjiler ise iki grupta değerlendirilmektedir: *Yenilenebilir Enerjiler (alternatif enerjiler)*, doğal çevreden sürekli veya tekrarlamalı olarak akan enerjiden elde edilen enerjiye denir. Bu enerji türü çevremizden bir enerji akımı halinde geçmektedir: Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, dalga enerjisi, biyogaz enerjisi, biyokütle enerjisi vs. enerjiler bu tür enerjiye örnek olarak verilebilmektedir. *Yenilenemez Enerjiler*, insan müdahalesi olmadıkça salınmayan ve bağlı bulunan statik enerji depolarında elde edilen enerji türüdür. Bu enerjiler nükleer enerji ve fosil yakıtlardan (kömür, petrol, doğalgaz vs.) oluşmaktadır. Çizelge 1.1’de enerji kaynakları farklı kategorilere ayrılarak kendi içerisinde sınıflandırılmıştır.

Çizelge 1. 1.Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Kullanımlarına Göre Enerjiler		Dönüştürülebilirliklerine Göre Enerjiler	
Yenilenemez (Tükenir) Enerjiler	Yenilenebilir (Tükenmez) Enerjiler	Birincil (Primer) Enerjiler	İkincil (Sekonder) Enerjiler
<b>A) Fosil Kaynaklı</b> *Kömür *Doğalgaz *Petrol <b>B)Çekirdek Kaynaklı</b> *Uranyum *Toryum	*Güneş *Rüzgâr *Jeotermal *Hidrolik *Hidrojen *Biokütle *Deniz Kökenli Enerjiler	*Kömür *Petrol *Doğalgaz *Nükleer *Biokütle *Hidrolik *Güneş *Rüzgâr *Deniz Enerjiler	*Elektrik, Benzin, Mazot, Motorin *İkincil Kömür *Kok, Petro Kök * Hava Gazı *Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)

**Kaynak:** (Koç ve Şenel, 2013: 33).

İster ekonomik, sosyal ve kültürel olsun, isterse siyasi anlamda olsun dünya üzerinde yaşanabilecek herhangi bir olumlu ya da olumsuz gelişme enerji unsurunu da büyük oranda etkilemektedir. Özellikle 1970’li yılların başlarında ortaya çıkan petrol krizi ve krizin hemen akabinde yaşanan petrol ambargoları süreci, öncelikle gelişmiş batı ülkelerini ve küçük büyük tüm dünya ekonomilerini enerji konusunda acil olarak tedbirler almaya yöneltmiştir. Bu tarihten yaklaşık 50 yıl önce yaşanan bu sürece acil müdahale olarak; enerji üretimini ve verimliliğini artırmaya yönelik çalışmaların önemi giderek artmıştır. Bu anlamda alternatif enerji kaynaklarının neler olabileceği ve başta nükleer enerji santralleri olmak üzere pek çok yeni çalışma tartışılmaya başlanmıştır (TMMOB EMO, 2012: 11).

Özellikle 1973 ve 1979/1980 yıllarında yaşanan petrol fiyatları krizi, 1990’lı yılların başında yaşanan küresel ekonominin yavaşlaması ve SSCB’nin dâhil edilmesiyle doğu bloğunun yeniden yapılandırılma süreci, dünya çapında enerji tüketim artışının önemli ölçüde azaldığı yıllar olurken 1990’lı yılların ortalarında dünya birincil enerji kaynakları tüketimi son derece hızla artmaya başlamıştır. 1990’ların sonuna doğru, dünya birincil enerji tüketimindeki artış, 21. yüzyılın ilk on yılının başında gözle görülür şekilde artması için yeniden yavaşlamıştır (Kaltschmitt vd., 2007: 5).

Bir yandan dünya nüfusunun ve ekonomisinin her yıl giderek büyümesi, öte yandan teknoloji de yaşanan gelişmeler ve iyileşmeler, özellikle de ülkeler arasındaki

sınırların kalkması sonucu artan küreselleşme ile birlikte, enerjiye olan bağımlılık günümüzde de hızla büyümüşür. Bunun neticesinde artan küresel enerji talebinin ve enerji tüketiminin son dönemlerde her yıl arttığı görülmüştür.

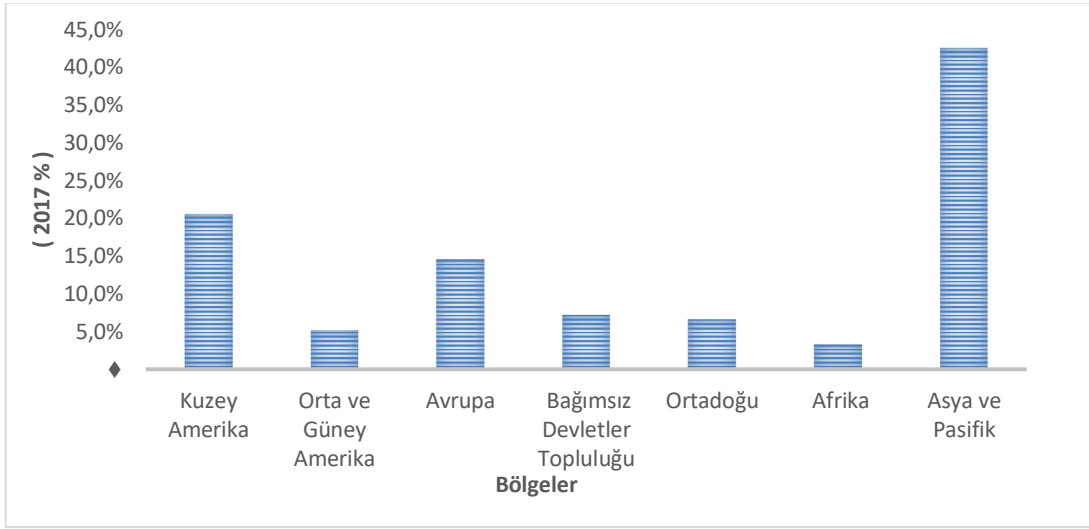
BP (British Petroleum) enerji kaynakları verilerine göre, birincil enerji kaynakları tüketimi her yıl bir önceki yıla göre artarak büyümektedir. BP İstatistik 2018 Raporuna göre, küresel enerji talebi 2017 yılında yaklaşık olarak % 2,7 oranında büyümüşür. Bu oran 2016 yılına göre % 1,2 daha fazla olurken, 2013 yılından beri yaşanan en hızlı büyüme oranı olarak gerçekleşmiştir. Bu oran on yıllık ortalama %1,7'lik bir artışı ifade etmektedir (BP Report, 2018). Çizelge 1.2'de dünya birincil enerji kaynakları tüketiminin coğrafi açıdan dağılımı gösterilmiştir.

**Çizelge 1. 2. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketim Miktarları (mtoe)**

Ülkeler/ Kaynaklar	1990	1995	2000	2005	2008	2010	2015	2017
<b>Kuzey Amerika</b>	2280,7	2466,9	2699,4	2775,6	2759,4	2720,7	2739,7	2772,8
<b>Orta ve Güney Amerika</b>	331,1	408,3	476,1	533,6	605,8	632,5	701,1	700,6
<b>Avrupa</b>	1853,3	1836,2	1932,1	2037,4	2038,5	2001,1	1908,7	1969,5
<b>Bağımsız Dev. Topluluğu</b>	1350,3	951,2	888,5	942,3	998,1	967,8	960,7	978,0
<b>Ortadoğu</b>	260,0	352,4	414,9	553,7	657,1	714,3	848,3	897,2
<b>Afrika</b>	223,3	243,4	273,4	326,5	368,7	386,9	429,4	449,5
<b>Asya ve Pasifik</b>	1812,8	2306,7	2671,9	3724,3	4310,8	4696,1	5472,4	5743,6
<b>Dünya</b>	8111,6	8565,2	9356,4	10893,6	11738,5	12119,4	13060,2	13511,2

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Çizelge 1.2'yi incelediğimizde, dünya toplam enerji tüketiminin 1990 yılından 2017 yılına kadar yaklaşık %65 arttığı görülmektedir. Dünyada enerji tüketiminin her yıl artan oranlarda büyüdüğü dikkatimizi çekmektedir. 2010 yılında dünya ekonomisi, 2009 yılında yaşanan küresel ekonomik kriz ile birlikte kaybettiği büyüme hızını tekrar yakalamıştır. 2008 yılında dünya birincil enerji kaynakları tüketimi 11.738 milyon ton eş değer petrol (mtoe) ile 1973'ten beri en yüksek miktara ulaşmıştır. 2015 yılında bu oran 13.060 milyon ton eş değer petrol (mtoe) ve 2017 yılında 13.511 milyon ton eş değer petrol (mtoe) olarak gerçekleşmiştir.



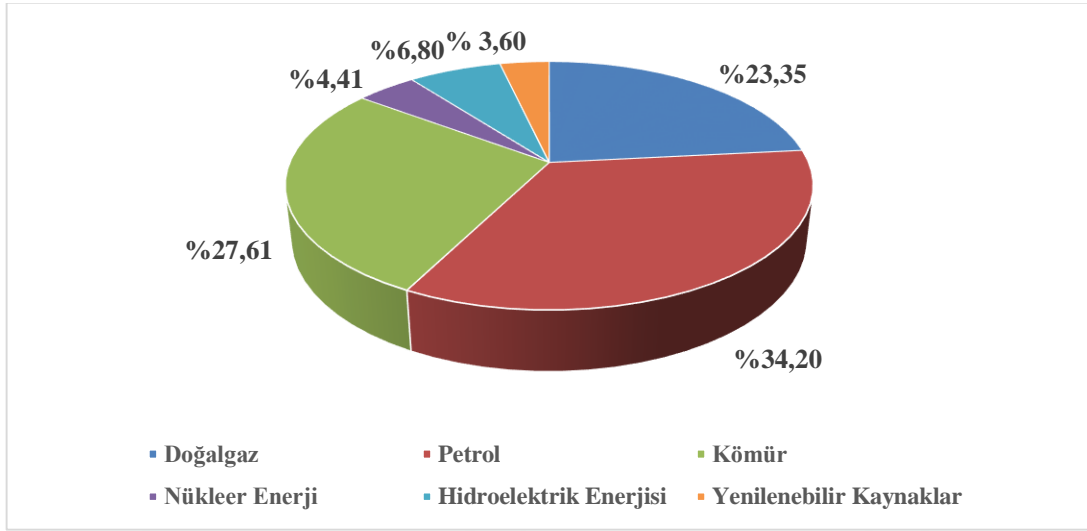
**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 1. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketiminde Kaynakların Bölgelere Göre Dağılımı (2017, %)**

Öte yandan Şekil 1.1 coğrafi anlamda değerlendirildiğinde, 2017 yılında en fazla tüketim gerçekleştiren üç bölge sırasıyla Asya-Pasifik, Kuzey Amerika ve Avrupa olurken bu bölgeleri Bağımsız Devletler Topluluğu ve Ortadoğu bölgesi takip etmiştir. 2017 verilerine göre, dünyada birincil enerji kaynakları tüketiminde en büyük payı % 42,5 enerji tüketimi ile Asya ve Pasifik ülkeleri oluşturmaktadır. Özellikle Çin, Hindistan gibi ülkeler artan hızlı büyüme oranları nedeniyle enerji bağımlılığı fazla olan ve enerji talebi çok hızlı artan ülkelerdir. Dünya birincil enerji tüketiminin en fazla olduğu Kuzey Amerika bölgesinde %20,5 ve Avrupa bölgesinde enerji tüketimi % 14,6 olarak gerçekleşmiştir.

Dünya birincil enerji kaynakları tüketimi, yakıt tüketimleri olarak değerlendirildiğinde enerji tüketiminde en büyük payı petrol karşılarken kömür ve doğal gaz sırasıyla en fazla tüketilen kaynaklar olmaktadır. Şekil 1.2’de Dünya birincil enerji kaynakları tüketiminin yakıt türleri yüzdesi görülmektedir. Petrol tüketimi toplam tüketimin %34,20’sini, kömür %27,61’ini, doğal gaz ise %23,35’ini oluşturmaktadır. Buradan hareketle dünya birincil enerji kaynaklar tüketiminde en büyük payın fosil yakıtlar tarafından karşılandığı anlaşılmaktadır.





**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 2. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi Yakıt Türleri (2017, %)**

2018 BP enerji kaynakları verilerine göre küresel enerji talebi giderek artan bir şekilde büyüme göstermektedir. 2017 yılına kadar yaşanan bu büyüme artışı özellikle OECD ve AB tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu durum ekonomik büyümedeki toparlanma ve OECD ülkelerindeki alışılmadık güçlü büyümeden kaynaklanmaktadır. Ayrıca küresel enerji tüketimindeki artışın %80 gibi büyük bir çoğunluğunun gelişen ekonomilerden kaynaklanması dikkat çekicidir (BP Report, 2018).

**Çizelge 1. 3. Dünya Birincil Enerji Tüketiminde Kaynakların Payı (2017 %)**

Ülkeler/ Kaynaklar	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer Enerji	Hidro Elektrik	Yenilenebilir Diğer Kaynaklar
<b>Kuzey Amerika</b>	24,0	25,7	9,7	36,2	17,9	22,5
<b>Orta ve Güney Amerika</b>	6,9	4,7	0,9	0,8	17,7	6,7
<b>Avrupa</b>	15,8	14,5	7,9	32,3	14,2	33,2
<b>Bağımız Devletler Topluluğu</b>	4,4	15,7	4,2	11,1	6,2	0,2
<b>Ortadoğu</b>	9,1	14,6	0,2	0,3	0,5	0,3
<b>Afrika</b>	4,2	3,9	2,5	0,6	3,2	1,1
<b>Asya ve Pasifik</b>	35,6	21,0	74,5	18,7	40,4	36,0
<b>Dünya</b>	100	100	100	100	100	100

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Çizelge 1.3'de dünya birincil enerji tüketiminde kaynak türleri ve payları görülmektedir. Çizelgedeki veriler değerlendirildiğinde petrol, kömür, hidroelektrik ve yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin en fazla Asya-Pasifik bölgesinde, doğal gaz ve nükleer enerji tüketiminin ise en fazla Kuzey Amerika bölgesinde olduğu

saptanmaktadır. Ayrıca, dünya birincil enerji tüketiminin en fazla olduğu beş ülke sırasıyla Çin, ABD, Hindistan, Rusya ve Japonya iken, 2018 BP enerji verilerine göre Türkiye'nin 15. sırada yer aldığı çizelge 1.4'te görülmektedir.

Başta IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) olmak üzere, enerji alanında etkin olan kuruluşlar, enerji şirketleri, hükümetler, kamu kurumları, karteller vs. pek çok yapı önümüzdeki dönemler için enerji senaryoları geliştirmektedir. Bu senaryoların en çok bilineni IEA'nın yayımlanmış olduğu "Dünya Enerji Görünümü" raporudur. Ayrıca BP (British Petroleum), IRENA (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı), ETKB (Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) gibi kurumlar da; nüfus, fiyat, teknoloji, ekonomik büyüme, tüketim ve üretim vs. pek çok faktörü kullanarak geleceğe yönelik enerji senaryoları oluşturmaktadırlar (Pamir, 2017:67-68).

**Çizelge 1. 4. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Ülkeler Sıralaması (milyon TEP)**

Ülkeler	2015	2016	2017	2017 Büyüme	Sıra
<b>Çin</b>	3009,8	3047,2	<b>3132,2</b>	% 3,1	<b>1</b>
<b>ABD</b>	2227,0	2228,0	<b>2234,9</b>	% 0,6	<b>2</b>
<b>Hindistan</b>	686,9	722,3	<b>753,7</b>	% 4,6	<b>3</b>
<b>Rusya</b>	676,8	689,6	<b>698,3</b>	% 1,5	<b>4</b>
<b>Japonya</b>	453,0	451,2	<b>456,4</b>	% 1,4	<b>5</b>
<b>Kanada</b>	331,1	339,0	<b>348,7</b>	% 3,2	<b>6</b>
<b>Almanya</b>	323,3	328,2	<b>335,1</b>	% 2,4	<b>7</b>
<b>G. Kore</b>	284,9	292,2	<b>295,9</b>	% 1,6	<b>8</b>
<b>Brezilya</b>	299,1	293,0	<b>294,4</b>	% 0,8	<b>9</b>
<b>İran</b>	254,1	259,8	<b>275,4</b>	% 6,3	<b>10</b>
<b>S. Arabistan</b>	258,7	264,5	<b>268,3</b>	% 1,7	<b>11</b>
<b>Fransa</b>	242,3	238,9	<b>237,9</b>	% -0,1	<b>12</b>
<b>Birleşik Krallık</b>	194,4	192,2	<b>191,3</b>	% -0,1	<b>13</b>
<b>Meksika</b>	181,6	194,9	<b>189,3</b>	% -2,6	<b>14</b>
<b>Türkiye</b>	137,5	144,4	<b>157,7</b>	% 9,5	<b>15</b>
<b>İtalya</b>	152,2	153,8	<b>156,0</b>	% 1,8	<b>16</b>
<b>Avustralya</b>	138,0	139,5	<b>139,4</b>	% 1,7	<b>17</b>
<b>İspanya</b>	135,3	136,7	<b>138,8</b>	% 1,8	<b>18</b>
<b>Tayland</b>	124,9	126,9	<b>129,7</b>	% 2,5	<b>19</b>
<b>G. Afrika</b>	120,6	123,0	<b>120,6</b>	% -1,6	<b>20</b>
<b>Tayvan</b>	112,9	114,0	<b>115,1</b>	% 1,3	<b>21</b>
<b>BAE</b>	106,3	109,6	<b>108,7</b>	% -0,5	<b>22</b>
<b>Polonya</b>	95,3	99,5	<b>102,1</b>	% 2,9	<b>23</b>
<b>Mısır</b>	84,4	88,2	<b>91,6</b>	% 4,2	<b>24</b>
<b>Ukrayna</b>	84,0	86,1	<b>81,9</b>	% -4,6	<b>25</b>

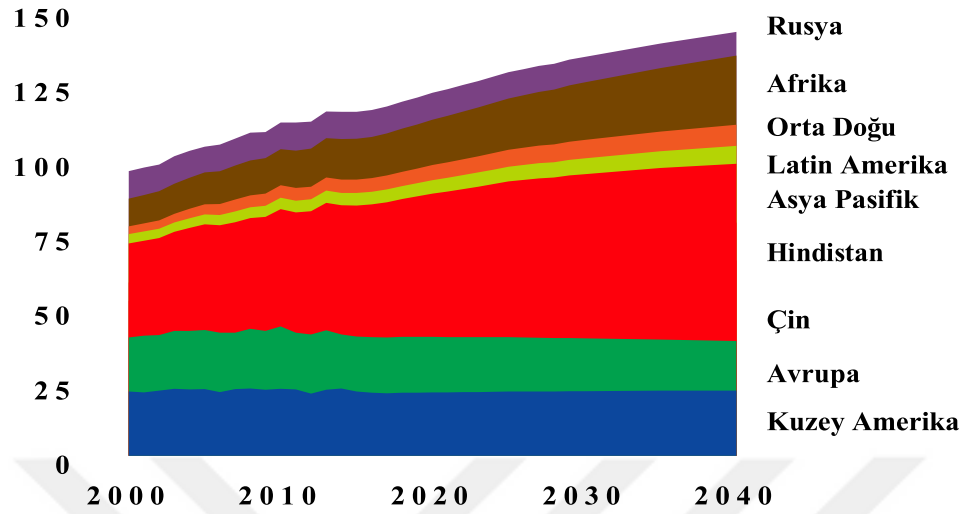
**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Yapılan enerji senaryolarına göre, 2040'lı yıllara kadar olan dönemde enerji kaynakları içerisinde fosil kaynakların payı nispeten azalmasına rağmen, bu kaynakların enerji üzerindeki hâkim kaynak oluşu sürecektir. Dünya birincil enerji kaynakları payı içerisinde nükleer enerjinin payının artması beklenirken yenilenebilir enerji kaynaklarının payının 2040 yılında yaklaşık %16,1 olması beklenmektedir. Öte yandan mevcut enerji politika senaryolarına göre küresel elektrik talebinin dolayısıyla küresel enerji talebinin 2040 yılına kadar yıllık ortalama % 2,3 olmak üzere %80'in üzerinde artacağı ortaya koyulmaktadır (ETBK, 2017: 3).

2040 yılına kadar OECD dışındaki ülkelerin enerji talebinin, küresel enerji talebinin %70'ini oluşturması beklenmektedir. Toplam küresel enerji talebine Çin ve Hindistan'ın yapacağı katkı %45 civarında seyredecektir. Aynı dönemde ABD ve Avrupa'nın toplam payı %20 civarında olacaktır. Özellikle enerji endüstriyel faaliyetlerde hammadde kaynağı ve yakıt olarak kullanıldığından, endüstrinin her alanında 2040 yılına kadar enerji tüketim miktarında %20 oranında bir artış beklenmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2018).

Hane sayılarındaki artış, refah düzeylerinin yükselmesi ve ticari faaliyetlerin artması, evlerde ve ofislerde aydınlatma, ısı ve güç talebini artıracaktır. Toplam nüfus artışı ile tutarlı olarak konut ve ticari enerji talebinin dolayısıyla bu alanlardaki enerji tüketiminin 2040 yılına kadar %20 artması beklenmektedir. Temel anlamda bu alanlarda yaşanan büyümeler ve iyileşmeler, OECD üyesi olmayan ülkelerde enerji talebinin %40'nı oluşturacaktır. Afrika ve Çin, konut ve ticari enerji talebindeki artışın yaklaşık %30' unu oluşturacaktır.

### Bölgelere Göre Talep USDs



**Kaynak:** Exxon Mobil. 2018 Outlook for Energy: A View to 2040.

### Şekil 1.3. OECD Dışı Ülkelerde Konut ve Ticari Enerji Talebi

Şekil 1.3'te Exxon Mobil'in enerji tahminlerine göre OECD dışı ülkelerde ticari ve konut enerji talebi gösterilmektedir. Burada yapılan tahminlerde 2040'lı yıllara doğru Kuzey Amerika ve Avrupa'da konut ve ticari enerji talebinde diğer ülkelere göre nispeten artış eğiliminin daha az olacağı görülmektedir.

### 1.3. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Günümüzden 300-400 milyon yıl öncesinde bataklıklar ve denizlerin gezegeni kaplamasıyla birlikte bu denizlerde ve bataklıklarda ağaçlar, bitki türü canlılar ve otlar meydana gelmiştir. Balıklar ve diğer canlılar denizleri ve gölleri doldururken denizlerde ayrıca çok sayıda küçük bitki ve plankton adı verilen hayvanlar da barınmıştır. Bu şekilde denizlerde çok büyük miktarda canlı madde oluşmuştur. Bu oluşan canlıların çürümesi ve zamanla ölmesi, hemen akabinde üzerlerinin kirli bir madde ile kaplanmasını ve daha sonra oluşan basınç ile birlikte sert bir katmanın oluşmasına yol açmıştır. Artan ısı ve basınç ile birlikte ise oluşan bu ölü maddeler fosil yakıtlara dönüşmüştür. Bataklıkta yaşayan bitkiler kömür halini alırken plankton ve diğer canlılar ise doğal gaz ve petrol kaynaklarının oluşumunu meydana getirmiştir (Geoffrey, 2010: 7).

Aynı zamanda yenilenemez enerji kaynakları bir diğer ifade ile fosil enerji kaynakları, eski jeolojik çağlarda biyolojik ve/veya jeolojik işlemlerle oluşan enerji stoklarından oluşmaktadırlar. Ayrıca bunlar, biyolojik fosil enerji kaynakları (yani biyolojik temelli enerji stok maddeleri) ve mineral fosil enerji kaynakları (yani mineral kökenli veya biyolojik olmayan enerji stok maddeleri) olarak ikiye ayrılmaktadır. Biyolojik temelli fosil kaynaklar; kömür, doğal gaz ve petrolden oluşurken mineral kökenli fosil kaynakları ise daha çok uranyum yatakları ve nükleer füzyon enerji işlemlerini içeren nükleer enerjiden oluşmaktadır (Kaltschmitt vd., 2007: 3).

“Fosil” kelimesi “kazınmak” anlamına gelen Latince bir kelimedenden gelmektedir. Kömür, petrol ve doğal gaz depoları halen deniz altında bulunmaktadır. Ancak fosil yakıtlar sonsuza dek dayanmayacak olan türde yakıtlardır. Bu nedenle insanlar fosil yakıtları hızlı bir şekilde tüketmektedirler ve bu tüketim dünyanın yapabileceği kapasitenin çok üzerinde gerçekleşmektedir (Geoffrey, 2010: 6).

Nüfus oranlarında zamanla meydana gelen artışlar, ilk zamanlarda avcılık ile geçimini sürdüren insanların başka alanlarda çalışmalarını gerekli kılmıştır. İnsanların artan ihtiyaçlarını gün geçtikçe doğa karşılayamaz olmuştur. Zaman içerisinde toplumların gelişmeye başlaması, geçmişten bugüne yaşanan büyük savaşlar, sanayileşme hareketleri ve toplumların gücü elinde bulundurma arzusu, kaynak çeşitliliğini artırmanın gerekliliğini ortaya koymuştur. Toplumların bu yeni kaynak arayışları 18 yy. ile birlikte fosil yakıtların kullanım miktarlarını artırmıştır ve bu kaynakların sürekliliğini sağlamıştır (Wrigley, 2010:94-95).

Endüstriyel topluma geçilmesinin temel yapı taşlarından birini şüphesiz fosil yakıtların oluşturduğu söylenebilmektedir. Öte yandan bu enerji kaynaklarının kolay elde edilmesi yanı sıra, ucuz olması da çok fazla tüketiliyor olmasını geçerli kılan temel faktör olarak değerlendirilebilmektedir (Yılmaz, 2015: 6).

BP 2018 küresel enerji tüketim raporunu incelediğimizde, küresel enerji tüketiminin kömür % 27,61’ini, petrol %34,20’sini ve doğal gaz % 23,35’ini karşıladığı görülmektedir. Her ne kadar küresel enerji tüketiminin büyük bir kısmı fosil

yakıtlar tarafından karşılanıyor olsa bile, bu kaynaklar sonu olan kaynaklar olup tükenme tehlikesi ile karşı karşıyadır.

Dünyada 2030 yılına kadar nüfus miktarının 2 milyar kişi artması ve OECD dışında trafikteki araç sayısının 550 milyona yükselmesi beklenmektedir. Dünyada 2030 yılına kadar enerji talebinin, büyük bir kısmı gelişmekte olan ülkelerden kaynaklanmak üzere, günümüze göre %60 daha fazla olacağı öngörülmektedir. Buradan hareketle fosil yakıtların bugün olduğu gibi gelecekte de dünya enerji talebinde önemini sürdürmeye devam edeceği söylenebilmektedir. 2002 yılında toplam enerji talebinde % 80 olan fosil kaynaklar payının, 2030 yılında %82 olması beklenmektedir. Bu dönem içerisinde petrol en fazla tüketilen enerji kaynağı olma özelliğini koruyacaktır. Fosil kaynaklar içerisinde en büyük talep artışının ise doğal gaz kullanımında olması beklenmektedir (Acaroğlu, 2013: 15).

### **1.3.1. Kömür**

Kömür, dünyadaki birçok toplumda çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Çin'den dönmesi üzerine Marco Polo (1254-1324) odun gibi yanan bir siyah taş tanımlamıştır. Kendisine yabancı olan bu malzeme Çinliler tarafından - belki de milattan önce 1000 yıl kadar erken bir zamanda - metal eritmek için kullanılmıştır. Romalılar İngiltere'de maden kömürü yapıyorlarken Columbus'un gelişinden çok önce güneybatının yerli Amerikalıları kömür kullanmaktadırlar (Tabak, 2009: 3-4).

Kömür işletmeciliğine ait ilk bilgilerin 12. yüzyıla ait olduğu tahmin edilmekle birlikte, kömürün yoğun olarak kullanımı 18. yüzyılın ikinci yarısında başlamaktadır. Özellikle gelişen sanayi ve endüstri kömürün kullanımını artırmış kömürü önemli bir mineral haline getirmiştir. Kömür başta demir çelik sanayisinde hammadde olarak kullanılmış, ayrıca buharlı motorlarda yakıt türü olarak da kullanılmıştır (Acaroğlu, 2013: 26).

Çoğu erken toplumda, kömürün alternatifi olarak odun kullanılmıştır. Tarihsel olarak tabii ki de odun da önemli bir enerji kaynağı olmuştur, ancak bazı erken toplumların kömüre geçişlerinin iki önemli nedeni bulunmaktadır. Birincisi, ağırlık olarak ölçüldüğünde, kömür yakıldığı zaman aynı miktarda odundan daha fazla ısı

açığa çıkarmaktadır. İkincisi, odun kömürden daha düşük bir ısıtma değerine sahip olduğu için, odun ısısına bağımlı olan enerji tüketicileri çok fazla yakmak zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca odunun aksine kömürün yalnızca bir yakıt olarak kullanılabilir olması toplumların kömüre geçişini hızlandırmıştır (Tabak, 2009: 4). Öte yandan kömürün bilinen ilk fosil yakıtlardan olduğu kabul edilmekle birlikte, en kirli olan ve en yavaş büyüme özelliği gösteren, buna rağmen en geç süreyle tükenmesi beklenen yenilenemeyen enerji kaynaklarından birisidir (Grant, 2004: 5).

Kömür, çeşitli katı organik yakıtlar için bir küme isimdir ve sürekli bir kalite ölçeğini kapsayan bir dizi yanıcı tortul kaya malzemesini ifade etmektedir. Sağladığı fayda ve kullanım uygunluğuna göre, bu sürekli dizi genellikle dört kategoriye ayrılmaktadır (IEA,2007):

- Antrasit
- Bitümlü Kömür
- Alt-Bitümlü Kömür
- Linyit / Kahverengi Kömür

Bu kömür sınıflandırması karbon içeriğine ve ısınma değerlerine göre değerlendirilmektedir. Kömürün ısıtma değeri pound başına BTU cinsinden ifade edilirken kömür oluşumunun öncüsü “turba” olmaktadır. Yaklaşık 4.500 BTU’luk bir ısıtma değerine sahip torf malzeme, kurutulduğunda % 60’a kadar karbon içermektedir. Turba zamanla sertleşmekte ve oluşan baskı ile yaklaşık %70 karbon içermektedir. Bu oluşan ve ucuz olan kömür türü kahverengi kömür olarak da adlandırılan linyite dönüşmektedir. Linyit, yaklaşık 7.000 BTU’luk bir ısıtma değerine sahiptir. Öte yandan 9,300 BTU’luk ısıtma değerine sahip alt-bitümlü kömür, yaklaşık % 78 oranında karbon içermektedir. Bitümlü kömür daha gelişmiş bir kömür türüdür ve kömürün en yaygın kullanılan biçimidir. Yaklaşık 11.250 - 14.350 BTU arasında değişen bir ısıtma değeri ile ortalama % 85 oranında karbon bulundurmaktadır. En sert ve en pahalı kömür olan antrasit, yaklaşık 13.600 BTU’luk bir ısıtma değerine sahiptir ve % 92-95 arasında karbon içermektedir (Little and Match, 2009: 5).

Farklı kullanımları için kömürü, uluslararası düzeyde pratik olarak sınıflandırmak iki nedenden dolayı zorlaşmaktadır: Kömür kategorileri arasındaki

ayrışmalar, kalorifik değere, uçucu madde içeriğine, sabit karbon içeriğine, topaklanma ve koklaşmaya dayanma özelliklerine veya bu kriterlerin iki veya daha fazlasının bir kombinasyonuna göre hem ulusal hem de uluslararası sınıflandırma sistemleri arasında değişiklik gösterir. Her ne kadar kömürün belirli bir kategori içindeki bağıl değeri nem, kül ile seyreltme derecesine ve kükürt, klor, fosfor ve bazı iz elementler ile kirlenme derecesine bağlı olsa da, bu faktörler kategoriler arasındaki bölünmeyi etkilememektedir. Kömür kalitesi değişebilmektedir ve mevcut tanımlayıcı ve analitik bilgilerin gerçekten sözünü ettiği kömür gövdesini temsil etmesini sağlamak her zaman mümkün olmamaktadır (IEA, 2007).

Bir enerji kaynağı olarak kömür ısı üretmek, elektrik üretmek ve pek çok sanayi alanında üretimi gerçekleştirmek gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu nedenle çok geniş bir kullanım alanı olan kömür birçok avantajı bünyesinde barındırdığı gibi, bir o kadar da dezavantajı barındırmaktadır. Çizelge 1.5'te kömür kullanımının ne gibi avantajları ve dezavantajları olabileceği kısaca özetlenmektedir.

Petrol ve doğal gaz ile kıyaslandığında kömür, yeryüzünün büyük bir bölümünde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Bu nedenle kömür, kullanım yerleri ve miktarı bakımından yüksek bir orana sahiptir. Bununla birlikte kömürün üretim maliyetlerinin düşük olması onu diğer fosil yakıtlardan ayırmaktadır ve kömürü küresel ölçekte ön plana çıkarmaktadır. Özellikle Kuzey Amerika, Rusya, Çin ve Avustralya bölgelerinde yoğun rezerv potansiyeline sahip kömür, bunun yanında Avrupa ve Güney Afrika'da da yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Kavaz, 2019: 11).



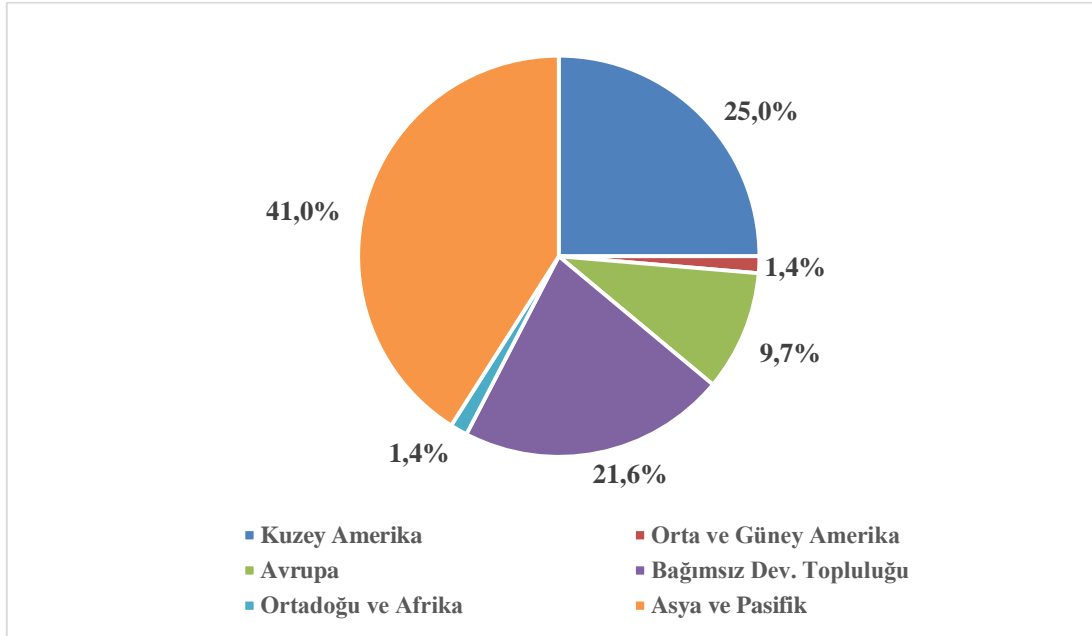
Çizelge 1. 5. Kömür Kullanımın Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
<b>1.Bol miktarda bulunan bir enerji kaynağıdır.</b> Özellikle ABD, Çin, Hindistan ve Rusya gibi sanayileşmiş ülkelerin uygun miktarlarda kömür rezervlerine sahip oldukları bilinmektedir. Bazı yapılan senaryolara göre ABD'nin 400 yıl yetecek kadar kömür rezervine sahip olduğu tahmin edilmektedir.	<b>1.Yenilenebilir bir enerji kaynağı değildir.</b> Fosil yakıtlar her ne kadar çok rezerve sahip gibi görünseler de tükenebilecek olan kaynaklardır.
<b>2.Yüksek oranda bir güç faktörüne sahiptir.</b> Bir yakıt türü olarak kömür kullanımı toplumlara sürekli bir güç potansiyeli sağlamaktadır.	<b>2.Yüksek oranda karbondioksit içermektedir.</b> Bilim adamları küresel ısınmaya en çok katkıyı elle üretilen karbondioksitlerin yaptığına dikkat çekmektedirler.
<b>3.Kömür oldukça düşük sermaye yatırımları sunmaktadır.</b> Yakıt ve enerji üretim teknolojilerinin çoğu hali hazırda kömür kullanmak için tasarlanmıştır. Bu nedenle Nükleer ya da yenilenebilir enerji kaynakları ile kıyaslandığında, yatırım miktarları daha sınırlıdır ve daha az maliyetlidir.	<b>3.Kömür enerjisi yüksek oranda radyasyon yaratabilmektedir.</b> Scientific American'a göre, bir kömür santrali bir nükleer santralden 100 kat daha çok radyasyon üretebilmektedirler.
<b>4.Kömür farklı formatlarda bir yakıt türüne dönüşebilmektedir.</b> Kömür gaz ya da sıvı halde bir rafine olarak kullanılabilir.	<b>4.Kömür emisyonları ciddi sağlık problemleri ortaya çıkarabilmektedir.</b>
<b>5.Emisyonları azaltmak için kömür yenilenebilir kaynaklarla kullanılabilir.</b> Biyokütle teknolojileri aynı santralde çift yakıt kaynağı sağlayan mevcut kömür tesislerine dâhil edilebilirler.	<b>5.Temiz kömür bile hâla yüksek oranda metan gazı seviyesine sahiptir.</b> En iyi teknoloji kullanılsa bile, kömür kullanımı karbondioksit ve çevresel kirleticileri fazlaca üretebilmektedir.
<b>6.Tam zamanlı bir enerji kaynağıdır.</b> Güneş ve rüzgâr gibi enerji türlerinin aksine, kömür 7/24 yakıt olarak kullanılabilir.	<b>6.Kömür üretim alanları ciddi çevresel problemlere neden olarak canlı türlerinin taşınmasına ve imhasına neden olmaktadır.</b>
<b>7.Dünya üzerindeki mevcut küresel kömür rezerv miktarının oldukça fazla olduğu tahmin edilmektedir.</b>	

**Kaynak:** Yazar tarafından hazırlanmıştır. Erişim: <https://vittana.org/14-advantages-and-disadvantages-of-coal>. Erişim Tarihi: 04.04.2019.

2018 yılı BP enerji verilerine göre, dünyadaki toplam kömür rezervi 2017 sonu itibari ile 1.035 trilyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu kömür rezerv miktarının 718 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömürden oluşurken 316 milyar tonu ise alt bitümlü ve linyit kömüründen oluşmaktadır. Ayrıca kömür rezervleri bölgesel olarak incelendiğinde; toplam dünya kömür rezervinin %48,1 OECD üyesi ülkeler tarafından karşılanırken OECD üyesi olmayan diğer ülkeler ve Avrupa Birliği üyesi ülkeler sırasıyla toplam kömür rezervinin %51,9'unu ve %7,4'ünü karşılamaktadırlar. Öte

yandan kömür rezerv miktarının en çok olduğu ülke ABD (251 milyar ton) olurken bu ülkeyi Rusya (160 milyar ton), Avustralya (145 milyar ton), Çin (139 milyar ton) ve Hindistan (98 milyar ton) takip etmektedir (BP, 2018).



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 4. Bölgeler Arası Kömür Rezervleri ( 2017 %)**

Şekil 1.4'te kömür rezervlerinin bölgesel dağılımı görülmektedir. 2017 yılı sonundaki 1.035 trilyon ton kömür rezervinin, %41'ini Asya ve Pasifik bölgesi, %25'ini Kuzey Amerika, %21,6'sını Bağımsız Devletler Topluluğu oluşturmaktadır. Bu bölgeleri sırasıyla Avrupa, Ortadoğu ve Afrika ve Güney Amerika bölgeleri izlemektedir.

Dünya kömür üretim miktarının son otuz yılda iki kattan daha fazla arttığı bilinmektedir. Özellikle son yıllardaki kömür üretimindeki bu artış, çoğunlukla başta Çin olmak üzere Asya kıtasındaki ülkelerin elektrik enerjisi talebindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Özellikle Asya bölgesindeki Çin gibi ülkelerin elektrik enerjisi üretimi her yıl artarak büyümektedir ve söz konusu üretimin yaklaşık %80 gibi bir kısmı kömüre dayalı termik santrallerden elde edilmektedir (WCA 2014, s.2). Ülkeler kömür üretim miktarına göre kıyaslandığında en fazla kömür rezervine sahip olan ABD'nin üretim miktarı olarak Çin'in bir hayli gerisinde kaldığı görülmektedir. BP

2018 enerji verilerine göre Çin 1.747,2 milyar ton üretim miktarı ile dünyada en fazla kömür üreten ülke olmaktadır.

**Çizelge 1. 6. Dünyada En fazla Kömür Rezervine Sahip İlk 5 Ülkenin Kömür Üretim ve Tüketim Miktarları (Mtoe)**

Ülkeler	Rezerv Miktarı (milyar ton)	Üretim Miktarı (Mtoe)	Tüketim Miktarı (Mtoe)
<b>ABD</b>	251	371,3	332,1
<b>Rusya</b>	160	206,3	92,3
<b>Avustralya</b>	145	297,4	42,3
<b>Çin</b>	139	1.747,20	1.892,60
<b>Hindistan</b>	98	294,2	424

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Dünya da en fazla kömür rezervine sahip olan ülkeler Çizelge 1.6'da gösterilmektedir. Çizelgeye göre en fazla üretim ve tüketim miktarını Çin gerçekleştirmektedir. Küresel enerji üretimi ve tüketiminde ilk sırada yer alan Çin'i, ABD takip ederken Rusya ve Avustralya'nın yapmış oldukları üretimden çok daha az bir tüketim gerçekleştirdikleri görülmektedir. Ayrıca Hindistan'ın kömür üretiminin, bu ülkenin tüketim miktarını karşılayamadığı dikkatimizi çekmektedir.

Kömürün dünya genelinde yaygın ve bol miktarda bulunması ve her geçen gün kullanım alanlarındaki büyüme ve özellikle de gelişmekte olan ülkelerin artan sanayileşme oranları, bu enerji kaynağının küresel piyasalar açısından önemini artırmaktadır. Başta Hindistan ve gelişmekte olan Asya ülkelerinde kömüre olan talep miktarının ülkelerin endüstrileşmesine paralel olarak artacağı düşünülmektedir. Almanya ve İngiltere gibi çevreye daha duyarlı enerji üretimine öncelik veren ülkelerde ise kömür kullanımının giderek azaltılması, daha temiz enerji kaynaklarına öncelik verilmesi beklenmektedir. Sonuç olarak bazı ülkeler çevresel etmenleri göz önünde bulundurarak kömür üretim ve tüketim miktarlarını azaltmaya giderken diğerleri kömürün daha az maliyetli bir enerji kaynağı olmasından ötürü ve mevcut potansiyellerini ekonomilerine kazandırmak için söz konusu kaynağı kullanmayı sürdürmektedirler (Kavaz, 2019: 12). Bu nedenle bazı ülkeler üretim miktarlarını tüketme amacıyla kullanırken fazla üretim yapan ülkeler ürettikleri malları başka ülkelere ihraç

etmektedirler. Öte yandan üretimi kendi ülkesindeki kullanıma yeterli olmayan ülkeler ise bu enerji kaynağını başka ülkelere ithal etme yoluna gitmektedirler.

Ayrıca kömür, enerji güvenliği açısından da önemli bir kaynak özelliği göstermektedir; çünkü olası bir siyasi müdahale, endüstriyel anlaşmazlıklar ve terörizmden kaynaklanabilecek enerji kaynaklarındaki aksaklıkları en aza indirebilecek bir kaynak özelliğini göstermektedir. Bu nedenle kömürün uluslararası alanda geniş bir yelpazede işlem görüyor oluşu ve küresel kömür pazarının her kıtadaki birçok üretici ve tüketiciyle birlikte büyük ve çeşitli olması, kömür tedarikinde tüketicileri sadece bir bölgenin arz güvenliğine ve istikrarına bağlı kılmamaktadır (WCI, 2005: 16).

Sıra	Ülkeler	İthalat (Bin Ton)
1	Çin	360,415.00
2	Japonya	211,162.00
3	Hindistan	182,369.00
4	Kore	139,454.00
5	Tayvan	74,998.00
6	Almanya	55,678.00
7	İngiltere	54,456.00
8	Rusya	32,655.00
9	Türkiye	29,358.00
10	Hollanda	28,465.00

**Kaynak:** <https://www.indexmundi.com/energy/?product=coal&graph=imports&display=rank>.

#### Şekil 1. 5. En fazla Kömür İthal Eden 10 Ülke (2018)

Kömürün uluslararası ticareti, etkili bir şekilde iki bölgesel pazara (Atlantik ve Pasifik) bölünmektedir. Atlantik pazarı, özellikle İngiltere, Almanya ve İspanya olmak üzere Batı Avrupa'daki ithalatçı ülkelere oluşmaktadır. Pasifik pazarı ise gelişmekte olan ve OECD Asya ithalatçılarından, özellikle Japonya, Kore, Çin ve Tayvan'dan oluşmaktadır. Pasifik pazarı şu anda dünyadaki kömür ticaretinin yaklaşık %60'dan fazlasını oluşturmaktadır (WCI, 2005: 15).

Küresel kömür ticareti incelendiğinde en fazla kömür ithal eden 3 ülkenin sırasıyla Çin, Japonya ve Hindistan olduğu Şekil 1.5'te görülmektedir. Bu durum bize

dünya üzerinde Asya bölgesi ülkelerinin net kömür ithalatçısı konumunda olduğunu göstermektedir.

Sıra	Ülkeler	İhracat (Bin ton)
1	Endonezya	467,738.00
2	Avustralya	394,696.00
3	Rusya	155,554.00
4	ABD	117,659.00
5	Kolombiya	82,407.00
6	Güney Afrika	82,195.00
7	Kanada	40,352.00
8	Kazakistan	36,049.00
9	Moğolistan	19,277.00
10	Kore	18,396.00

**Kaynak:** <https://www.indexmundi.com/energy/?product=coal&graph=exports&display=rank>.

**Şekil 1. 6. En fazla Kömür İhraç Eden 10 Ülke (2018)**

Öte yandan Endonezya, Avustralya ve Rusya dünya kömür ihracatında ilk 3 sırada yer alan ülkeleri oluşturmaktadır. Endonezya yaklaşık 467 (mtoe) ile dünyanın en büyük kömür ihracatçısı olmaktadır. Şekil 1.6'da en fazla kömür ihraç eden 10 ülke gösterilmektedir. ABD dünya üzerinde en fazla kömür rezerv miktarına sahipken, ihraç ettiği kömür miktarı olarak 4. sırada yer almaktadır. Ayrıca en fazla kömür üretim ve tüketim miktarına sahip olan Çin'in ihracat miktarında ilk 10 içerisinde olmaması dikkatleri çekmektedir.

### 1.3.2. Petrol

Petrolün tarihi çok eski zamanlara dayanmaktadır. Dini kaynaklara göre Hz. Nuh'un gemisini asfalt (zift) ile kapladığı, Sümer hükümdarı Adab'ın İstanbul müzesinde bulunan heykelinin göz çukurlarında da asfalt bulunduğu bilinmektedir. Babil döneminde toplumsal yaşamda, siyasi yaşamda ve iktisadi hayatta önemli bir yeri bulunan petrol, Hamurabi kanunlarında da yerini almıştır. Petrol o dönemde özellikle Sümer, Babil ve Asur uygarlıklarında mozaikleri yapıştırmada, yol yapımında, gemi kalafatlamada, boya bileşikleri hazırlamada vs. pek çok yerde kullanılmıştır. Ünlü yunan tarihçisi Herodot da petrolün önemi üzerinde fazlaca

durmuş ve eserinde Babil duvarları yapımında safranın yani petrolün kullanıldığını belirtmiştir (Acaroğlu, 2013: 18).

Petrolün türevleri çok eski zamanlardan beri biliniyor ve kullanılıyor olsa da, petrolün endüstri olarak doğuğu, aydınlatma amacıyla gaz yağı üretiminin gerçekleştirilmesiyle başlamaktadır. 19. yüzyılda Kanadalı bilim adamı Abraham Gesner yeryüzüne sızan petrolden gaz yağı üretme yöntemiyle aydınlatma ihtiyaçını sürekli olarak ve daha az maliyetli bir şekilde karşılamıştır. Bu şekilde gerçekleştirilen gaz yağı üretimi ile petrol sanayisinin doğuğuna katkıda bulunmuştur. Böylelikle petrolün insanoğluna sızıntı şekliyle ulaştığı dönem kapanmış ve bilinçli petrol arama, işletme dönemi başlamıştır. Bu durum ise petrolün yeni alanlarda kullanılabileceği düşüncesini oluşturmuş, insanların kontrolünde yeryüzüne çıkarılabileceği fikrini teşvik etmiştir (ark, 2016: 25). Petrolün bir enerji kaynağı olarak kullanılma sürecinin 19. yüzyılın ortalarına denk geldiği söylenebilmektedir. Her ne kadar bitüm çok eski zamanlardan beri var olsa da petrolün bir endüstri aracı olarak ticarî faaliyetlerde kullanılması, sondajla aranması ile başlamaktadır (Taşman, 1980: 9). Özellikle 1859 yılında ABD'nin Titusville şehrinde Albay Drake'in açtırmış olduğu kuyudan petrol fişkırması, petrolün enerji kaynağı olarak kullanılması sürecini hızlandırmıştır. Bu döneme kadar ısınma, aydınlanma ve geleneksel sağlık alanında kullanılan petrolün değer, endüstri devrimi ile katlanarak büyümeye başlamıştır. Hemen akabinde benzinle çalışan otomobilin ardından 1905 yılında Alman Diesel firmasının içten yanmalı motoru icat etmesi, petrol için ikamesinin olmayacağı bir tüketim alanı oluşturmuştur (Emeklier ve Ergül, 2010: 61). Fazlaca sektörde temel enerji girdisi olarak kullanılan petrolün, enerji kaynağı olarak tercih edilmesi birçok avantajı barındırdığı gibi dezavantajı da barındırmaktadır. Petrolün kullanılmasının ortaya çıkarılabileceği olası avantaj ve dezavantajlar izelge 1.7'de özetlenmektedir.

Çizelge 1. 7. Petrol Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

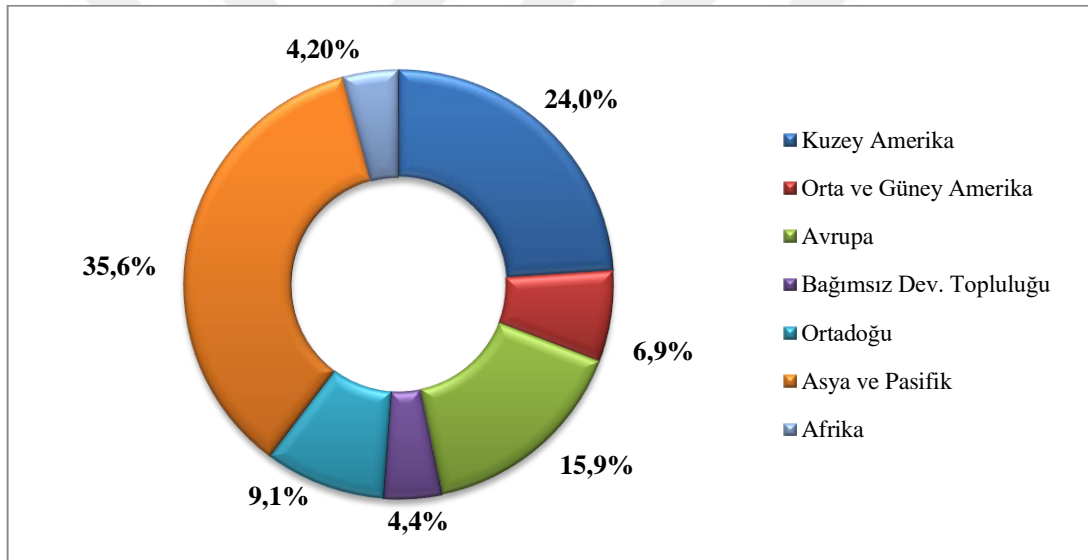
Avantajları	Dezavantajları
<p><b>1. Kolayca çıkarılabilen bir enerji kaynağıdır.</b> Son yıllarda petrol çıkarmak için kullanılan teknolojiler iyi gelişmiştir. Bu nedenle günümüzde, petrol birikintilerini farklı jeolojik koşullarda kullanmak son derece kolaylaşmaktadır.</p>	<p><b>1. Sınırlı bir enerji kaynağıdır.</b> Diğer herhangi bir fosil yakıt gibi, petrol de sınırlı bir kaynaktır. Modern toplumun yüksek enerji talepleri, geleneksel petrol rezerv kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır.</p>
<p><b>2. Yüksek derecede yoğunluğa sahiptir.</b> Ortalama 1 kilogram yanmış yağ 10.000 kilokalori üretebilir. Bu, sadece küçük miktarlarda petrolün kayda değer miktarda enerji üretebileceği anlamına gelir.</p>	<p><b>2. Çevre kirliliğine katkıda bulunmaktadır.</b> Petrolün çıkarılması ve yakılması, çevre kirliliğine ve dolayısıyla küresel ısınmaya katkıda bulunan sera gazları üretmektedir. Bu nedenle ana enerji kaynağımız olarak petrolü seçersek ekosistemlerimizin bozulma hızı artacaktır.</p>
<p><b>3. Kolayca taşınabilmekte ve depolanabilmektedir.</b> Petrolün sıvı halde olması nedeniyle taşınması kolaydır. Ek traksiyon alanlarından elektrik santrallerine borular veya araçlar yoluyla getirilebilir.</p>	<p><b>3. Tehlikeli maddeler üretmektedir.</b> Petrolün, özellikle de rafine edilmesinin üretimi, plastik de dâhil olmak üzere zararlı ve toksik malzemeler üretmektedir.</p>
<p><b>4. Geniş bir uygulama alanına sahiptir.</b> Modern dünyanın enerjiye olan yüksek talebi karşılamak için enerji santrallerinin birincil enerji kaynağı olmasının yanı sıra, ağır ekipman, enerji jeneratörleri ve araçlar dahil olmak üzere her türlü makineye enerji vermek için kullanılmaktadır.</p>	<p><b>4. Yenilenemeyen bir enerji şeklidir.</b> Elektrik üretmek için yakıldığında petrol değiştirilemeyen bir enerji kaynağı türüdür. Bu nedenle tükenebilecek bir kaynak olmaktadır.</p>
<p><b>5. Sanayi ve taşımacılık başta olmak üzere endüstrinin pek çok alanında en önemli kaynak olmaktadır.</b></p>	<p><b>5. Taşınması esnasında çevresel zararlar ortaya çıkarabilmektedir.</b> Eğer petrol su kütlelerine dökülürse, deniz yaşamında olumsuz etkilere neden olmaktadır.</p>
<p><b>6. Sürekli enerji gücü kullanımını destekleyebilmektedir.</b> Güneş ve rüzgâr gibi alternatif enerji kaynaklarının aksine, petrol 7/24 güç üretebilir ve oldukça güvenilirdir.</p>	<p><b>6. Dünyada terörizm ve şiddetin artışında en önemli faktörlerin başında gelmektedir.</b></p>

**Kaynak:** Yazar tarafından hazırlanmıştır. Erişim: <https://greengarageblog.org/16-marked-advantages-and-disadvantages-of-petroleum>. Erişim Tarihi: 18.04.2019

Yer altından çıkarılmış olan petrol ham halde yani işlenmemiş halde bulunduğu için bu durum kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır. Ancak ham petrolün işlenmesi yoluyla elde edilen benzin, fueloil, motorin gibi petrol ürünleri oldukça geniş bir kullanım alanı oluşturmaktadır (Bayramoğlu, 2014:7). Bu nedenle petrol, günümüzün ekonomileri açısından oldukça önemli bir enerji girdisi olarak kullanılmaktadır. Bunun en önemli sebeplerinden biri, petrolün Dünya toplam enerji tüketimi içerisindeki payının oldukça yüksek olmasıdır. Öte yandan petrolün yoğun olarak kullanılmasının en önemli sebebini ise yaygın tüketim ağı oluşturmaktadır. Günümüzde elektrik

üretiminden taşımacılığa, ısıtmaya kadar, kimya, plastik vb. pek çok sanayi alanında büyük bir yelpaze de kullanımı söz konusu olmaktadır (Gökçe, 2014: 144).

Bu denli geniş bir yelpazede kullanım alanına sahip olan petrolün üretimini gerçekleştirebilen ülkeler çok sınırlı sayıda kalırken petrol tüketiminin fazla olduğu ülkelerin genellikle gelişmiş ülkeler oldukları bilinmektedir. Çünkü petrol tüketimi daha çok ülkelerin ekonomik büyüklükleri ve sanayi alanındaki gelişmeleriyle ilgili olan bir durumdur (Yiğit, 1993: 22). Bu anlamda petrol tüketimleri incelendiğinde sanayileşmiş ve gelişmiş olarak kabul edilen Amerika, Uzakdoğu ve Avrupa gibi bölgelerde dünya petrol tüketiminin bir hayli fazla olduğu görülürken bu bölgelerde gelişmiş ülkelerin petrol üretimlerinde geri kaldıkları görülmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 7. Bölgesel Petrol Tüketim Miktarları (2017 %)**

Şekil 1.7’de petrolün tüketim miktarları bölgesel olarak gösterilmektedir. BP 2018 enerji verilerden oluşturulmuş olan şekli incelediğimizde, en fazla petrol tüketiminin gerçekleştirildiği bölgenin %35,6 ile Asya-Pasifik olduğu görülmektedir. Bu bölgeyi sırasıyla Kuzey Amerika bölgesi, Avrupa ve Ortadoğu bölgeleri izlemektedir. Bu bölgelerin toplam petrol tüketim miktarı, toplam dünya petrol tüketim miktarının yaklaşık % 85’ini oluşturmaktadır. Gelişmiş ve sanayileşmiş



ülkelerin yer aldığı bu bölgelerde petrol tüketim miktarının %85 olması bu ülkelerin dünya tüketiminin büyük bir çoğunluğunu oluşturduğunu göstermektedir.

**Çizelge 1. 8. En Fazla Petrol Tüketen 10 Ülke**

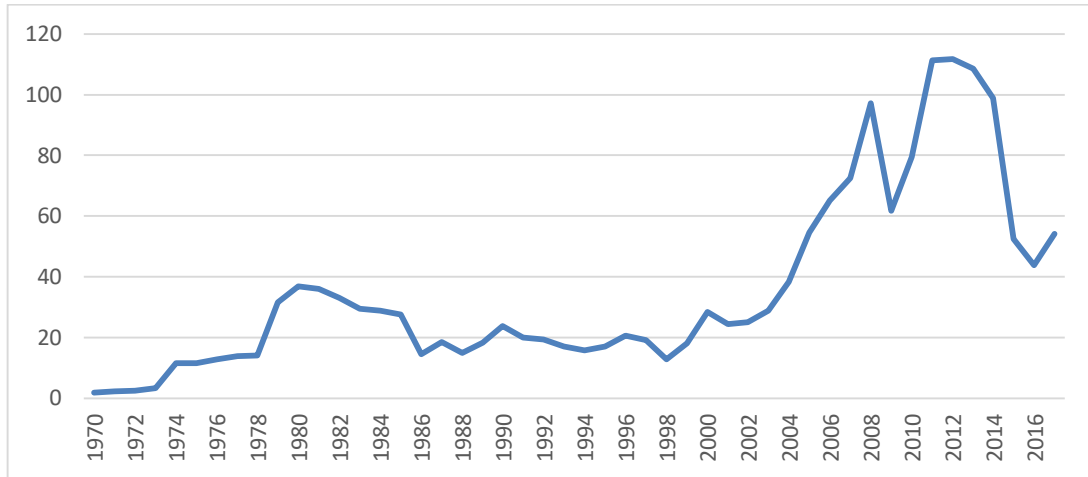
Ülkeler	2017 (mtoe)	2017 (%)	Sıra
<b>ABD</b>	913,3	19,8	<b>1</b>
<b>Çin</b>	608,4	13,2	<b>2</b>
<b>Hindistan</b>	222,1	4,8	<b>3</b>
<b>Japonya</b>	188,3	4,1	<b>4</b>
<b>S. Arabistan</b>	172,4	3,7	<b>5</b>
<b>Rusya</b>	153,0	3,3	<b>6</b>
<b>Brezilya</b>	135,6	2,9	<b>7</b>
<b>G. Kore</b>	129,3	2,8	<b>8</b>
<b>Almanya</b>	119,8	2,6	<b>9</b>
<b>Kanada</b>	108,6	2,3	<b>10</b>

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Öte yandan 2018 BP verilerine göre dünya üzerinde en fazla petrol tüketiminin 913,3 (mtoe) ile ABD’de olduğu Çizelge 1.8’de görülmektedir. 2017 yılı sonu itibariyle dünya ham petrol tüketim miktarı toplamı 4557,3 (mtoe) olarak gerçekleşmiştir. Buna göre ABD’nin dünya tüketiminin yaklaşık %20’sini tek başına gerçekleştirdiği görülmektedir. Ayrıca bu ülkeyi diğer gelişmiş ülkeler olan Çin, Hindistan ve Japonya takip etmektedir. Bu 4 ülke yaklaşık %42’lik petrol tüketim miktarı ile neredeyse dünya tüketiminin yarısını gerçekleştirmektedirler.

1970’ten önceki yıllarda siyasi anlamda pek bir önemi olmayan petrol, bu tarihten sonra siyasi bir silah olarak kullanılmaya başlanmıştır. 6 Ekim 1973 tarihinde özellikle Suriye ve Mısır’ın birlikte hareket ederek İsrail’e saldırması sonucunda Arap-İsrail savaşları ortaya çıkmıştır. Bu savaş sırasında petrol, Arap ülkeleri tarafından siyasi bir baskı aracı olarak kullanılmış ve dünyada bir petrol krizi ortaya çıkmıştır. Bu süreçte 1973 yılında Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliği (OAPEC), savaş sırasında ABD’nin İsrail’e olan desteğine karşılık bir petrol ambargosu yolunu seçmişlerdir. OAPEC üyesi ülkeler her ay petrol üretim miktarının yüzde beş oranında azaltılmasını kararlaştırmışlardır. Bu alınan karar sonucunda petrol fiyatlarındaki artış oranı %400’leri bularak ABD başta olmak üzere pek çok sanayileşmiş ülkeyi olumsuz olarak etkilemiştir (Öztürk ve Saygın, 2017: 2-3). 1970 yılından günümüze kadar gerçekleşen petrol fiyatlarındaki değişim Şekil 1.8’de gösterilmektedir. 1970 yılında

1,8 dolar olan ham petrolün varil fiyatı 1974 yılında ambargo sürecinin etkisi ile 11,5 dolara kadar yükselmiştir. Dünyada yaşanan kriz dönemlerinde ciddi kırılmalar yaşayan petrol fiyatları 2017 yılına geldiğimizde yaklaşık 55 \$ olarak gerçekleşirken, 2019 yılı ortalarında 62 \$ seviyesine kadar yükselmiştir.



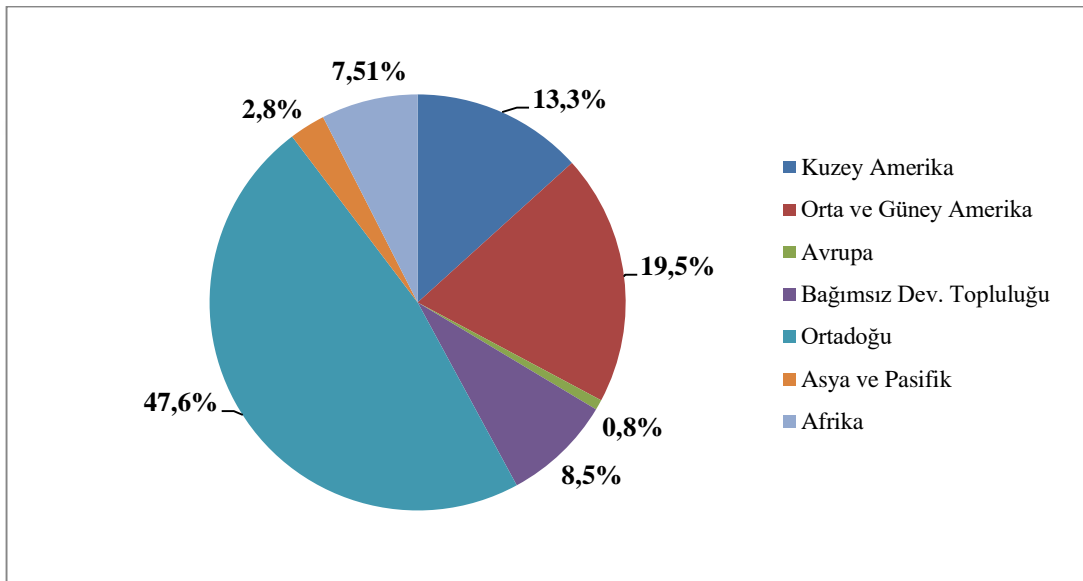
**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 8. Dünya Ham Petrol Fiyatlarındaki Değişim (varil başına ABD doları)**

1970’li yıllarda yaşanan bu petrol ambargoları süreci ve fiyatlarda meydana gelen yüksek artışlar, gelişmiş ya da gelişmekte olan pek çok ülkeyi petrol arama çalışmalarındaki yatırımları artırma yoluna itmiştir. Bu durum dünya petrol rezerv miktarlarında ciddi anlamda değişimleri ortaya çıkarmıştır (BP, 2014: 7). Özellikle petrolün yenilenebilir bir kaynak olmayışı tüketildikçe yerine yeni rezervler eklenmesi gerekliliğini doğurmaktadır. Bu nedenle petrol talebinin karşılanabilmesi için, tüketilen petrol rezervlerinin yerine yeni petrol keşiflerinin yapılması, keşfedilen rezervlerin üretime alınması hayati olacaktır. Ancak dünyada petrol keşfinin giderek zorlaşması, yeni keşif sahalarının yüksek yatırım gerektirmesi ve teknik açıdan zorlayıcı olması, rezerv sahibi ülkelerin petrol üretimi yapan şirketlere uygulamış olduğu yüksek oranlardaki vergi miktarları gibi pek çok unsur dünya petrol üretim miktarlarının azalmasına yol açmaktadır (TP, 2016: 9).

1980 yılında 683,5 bin milyon ton varil olan dünya petrol rezerv miktarı, 1990 yılında 1027,5 bin milyon ton varil, 2000 yılında 1300,9 bin milyon ton varil, 2008

yılında 1496,0 bin milyon ton varil, 2017 yılında 1696,6 bin milyon ton varil olarak gerçekleşmiştir. Dünya petrol rezerv miktarı bölgesel anlamda değerlendirildiğinde, en fazla petrol rezervine sahip bölgenin %47,6'lık pay ile Ortadoğu bölgesi olduğu Şekil 1.9'da görülmektedir. %47,6'lık pay dikkate alındığında dünya petrol rezerv miktarının neredeyse yarısı Ortadoğu bölgesi ülkeleri tarafından karşılanmaktadır. Bu bölgeyi sırasıyla %19,5 ve %13,3 pay ile Orta-Güney Amerika ve Kuzey Amerika bölgeleri takip etmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 9. Bölgesel Petrol Rezervleri (2017 milyon varil %)**

Öte yandan 2017 yılı verilerine göre, dünyada en fazla petrol rezervine sahip ilk beş ülke sırasıyla Venezuela, S. Arabistan, Kanada, İran ve Irak olmaktadır. Bu beş ülke dünyadaki petrol rezerv miktarının yaklaşık %62'sini oluşturmaktadırlar. En fazla petrol rezervine sahip olan Venezuela 303,2 bin milyon ton varil petrol rezervine sahipken S. Arabistan 266,2 bin milyon ton varil, Kanada 168,9 bin milyon ton varil, İran 157,2 bin milyon ton varil ve Irak 148,8 bin milyon ton varil petrol rezervine sahiptir.

**Çizelge 1. 9. Dünyada En fazla Petrol Rezervine Sahip İlk 5 Ülkenin Petrol Üretim ve Tüketim Miktarları (2017)**

Ülkeler	Rezerv Miktarı (milyar ton varil)	Petrol Rezervi (%)	Üretim Miktarı (Mtoe)	Tüketim Miktarı (Mtoe)
Venezuela	303,2	% 17,9	108,3	24,2
S. Arabistan	266,2	% 15,7	561,7	172,4
Kanada	168,9	% 10	236,3	108,6
İran	157,2	% 9,3	234,2	84,6
Irak	148,8	% 8,8	221,5	38,5

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Çizelge 1.9’da Dünyada en fazla petrol rezervine sahip ilk 5 ülkenin petrol üretim ve tüketim miktarları görülmektedir. Dünyada en fazla petrol rezervine sahip olan Venezuela’da üretim ve tüketim miktarlarının düşük olduğu dikkatimizi çekmektedir. Dünyada en fazla petrol üretimini ve tüketimini gerçekleştiren ülke S. Arabistan olmaktadır. 2017 yılı verilerine göre S. Arabistan’da petrol üretim miktarı 561,7 (mtoe) olarak gerçekleşirken, petrol tüketim miktarı 172,4 (mtoe) olarak gerçekleşmiştir.

1970’li yıllarda yaşanan petrol ambargoları süreci ve bunun ortaya çıkarmış olduğu 1973 yılında yaşanan dünya petrol krizi, uluslararası petrol ticareti üzerinde de şüphesiz etkisini göstermiştir. Bu dönemde yaşanan petrol fiyatlarındaki aşırı artışlar, petrol ihraç eden ülkeler üzerinde olumlu sonuçlar yaratırken petrol ithal eden ülkeler üzerindeki etkisi olumsuz olarak gerçekleşmiştir. Nihayetinde bu etki ihracatçı ülkelerde büyüme rakamlarında pozitif bir yansıma gösterirken ithalatçı ülkelerin ise büyüme oranları azalmış ve yüksek oranlarda işsizlik meydana gelmiştir (Öztürk ve Saygın, 2017: 3). BP tarafından yayımlanan 2018 raporuna göre, 1980 yılı sonunda 32,5 milyon v/g olarak gerçekleşen dünya ham petrol ticareti, 2017 yılında, bir önceki yıla göre % 4,3’lük büyüme oranı ile 67,5 v/g olarak gerçekleşmiştir.

Sıra	Ülkeler	İhracat ( Günlük Ortalama Bin Varil )
1	S. Arabistan	6,250.00
2	Rusya	4,871.00
3	Kanada	2,470.00
4	İran	2,297.00
5	BAE	2,181.00
6	Nijerya	2,115.00
7	Angola	1,909.00
8	Irak	1,903.00
9	Venezuela	1,594.00
10	Kuveyt	1,495.00

**Kaynak:** <https://www.indexmundi.com/energy/?product=coal&graph=exports&display=rank>

**Şekil 1. 10. En Fazla Petrol İhraç Eden 10 Ülke (2018)**

Dünya petrol ticareti, en fazla ihracat gerçekleştiren ülkeler anlamında değerlendirildiğinde, 2018 yılında dünyada en fazla ham petrol ihracatı gerçekleştiren ülkenin günlük ortalama 6,250 bin varil petrol ihracatı ile S. Arabistan olduğu Şekil 1.10'da görülmektedir. Bu ülkeyi sırasıyla Rusya, Kanada, İran ve BAE takip etmektedir. En fazla petrol ihraç eden 5 ülke değerlendirildiğinde, toplam dünya rezerv miktarının en fazla olduğu Ortadoğu bölgesi ile doğru orantılı bir ilişki olduğu yani en fazla petrol ihraç eden ülkelerin Ortadoğu bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Sıra	Ülkeler	İthalat ( Günlük Ortalama Bin Varil )
1	ABD	9,812.00
2	Çin	4,082.00
3	Japonya	3,724.00
4	Hindistan	3,185.00
5	Kore	2,574.00
6	Almanya	1,888.00
7	İtalya	1,531.00
8	Hollanda	1,274.00
9	İspanya	1,233.00
10	BAE	1,222.00

**Kaynak:** <https://www.indexmundi.com/energy/?product=coal&graph=exports&display=rank>.

**Şekil 1. 11. En Fazla Petrol İthal Eden 10 Ülke (2018)**

Dünya petrol ticareti, en fazla petrol ithal eden ülkeler anlamında değerlendirildiğinde ise, dünyada en fazla petrol ithal eden ülkenin günlük ortalama 9,812 bin varil petrol ithalatı ile ABD olduğu Şekil 1.11’de görülmektedir. Bu ülkeyi sırasıyla Çin, Japonya, Hindistan ve Kore takip etmektedir. Dünyada en fazla petrol ithal eden 5 ülke incelendiğinde, bu ülkelerin gelişmiş ve sanayileşmiş ülkeler olduğu görülmektedir. Ayrıca dünya petrol tüketim miktarları dikkate alındığında, dünya petrol tüketim miktarı en fazla olan ülkelerin bu ülkeler oldukları görülür, bu nedenle dünya petrol tüketimi ile petrol ithalatının doğru orantılı olduğu söylenebilmektedir.

### 1.3.3. Doğal Gaz

Doğal gazın tarihi çok eski zamanlara kadar gitmektedir. İlk zamanlarda yeraltında meydana gelen gaz sızıntıları şimşek çakması sonucu alev almaya başlamış ve bu durum pek çok medeniyet tarafından anlaşılamamış ve hayretle karşılanmıştır. Bu durum pek çok batıl inancın oluşmasına sebebiyet vererek doğal gazın ilk dönemlerde insanlara gizemli bir olay gibi görünmesini sağlamıştır. Bu alevler ilk olarak Yunanistan’da bulunan Parnassus dağında bir çoban tarafından görülmüştür. Daha sonra Yunanistan, Hindistan ve Eski İran’da bu alevler doğaüstü güçler olarak kabul edilmiştir. Bu alevlerden yararlanmasını bilen ilk medeniyet ise Çin olmuştur. Çinliler bambu ağaçlarından yapmış oldukları borularla bu gazı çeşitli bölgelere taşımışlar ve bu gazı kullanarak deniz suyunu tuzdan arıtmış içme suyu elde etmeyi başarmışlardır. Öte yandan Marco Polo gezileri esnasında Bakü’de bulunan Zoroastrian tapınağında yüzyıllardır yanmakta olan doğalgaz alevlerini tespit etmiştir (Ugetam, 2016: 7).

Doğal gaz eski Yunan ve Mısır medeniyetlerinde “kutsal ateş” olarak da adlandırılmaktadır. Doğal gazın ısınma ve aydınlatma amacıyla 17.yy ile birlikte İtalyanlar tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Doğal gazın modern anlamda üretilmesi ve ilk doğalgaz kullanımı 1815 yılında ABD’nin Batı Virginia bölgesinde gerçekleşmiştir. İlk ticarî gaz işletmeciliği ise 1820 yılında W. Hart tarafından New York’ta yapılmıştır ve doğal gaz bu şekilde ilk kez şehir aydınlatmasında kullanılmaya başlanmıştır (Akınar ve Başbüyük, 2011: 122). Doğalgazın evlerde kullanılması 1855 yılında R.W. Bunsen tarafından mavi alevli gaz ocağının bulunmasıyla olmuştur.

Öte yandan doğal gazın boru hatları ile ilk kez taşınması işlemi 1883 yılında ABD tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk büyük boru hatlarından birisi 1891'de inşa edilmiştir. 120 mil uzunluğunda olan bu boru hattı ile Indiana'nın merkezinde bulunan kuyulardan Chicago şehrine doğal gaz taşınması gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, bu erken boru hattı doğal gazın taşınmasında çok etkili olamamış ve 1920'lere kadar bir boru hattı altyapısı inşa etmek için önemli bir çaba sarf edilmemiştir. Doğal gazın boru hatlarıyla başka bölgelere taşınması özellikle ikinci dünya savaşından sonra hız kazanmaya başlamış ve bu durum doğal gazın kullanım alanlarının artmasını beraberinde getirmiştir (www.naturalgas.org).

Doğal gaz, genellikle gözenekli ve geçirgen özelliği gösteren kayaların derin yeraltı rezervuarlarında bulunan basit hidrokarbon bileşiklerinin yanıcı gaz karışımıdır. Aynı zamanda doğal gaz büyük ölçüde metan gazından oluşan bir fosil yakıt türüdür. Genellikle tortul birikintilerde organik maddenin ayrışmasında ortak bir kökene sahip olduğu petrol ile ilişkilendirilmektedir. En basit ve en hafif hidrokarbon molekülü olan metan, dört hidrojen atomu tarafından çevrilmiş olan bir karbon atomundan oluşmaktadır. Ayrıca doğal gaz etan, propan, bütan, izobütan ve pentan gibi gazları da az miktarda içermektedir. Öte yandan karbondioksit, nitrojen, hidrojen, sülfür ve helyum gibi gazları da bünyesinde barındırmaktadır (Potočník, 2010: 1). Doğal gazın içinde bulundurduğu tüm gaz bileşenleri Çizelge 1.10'da gösterilmektedir.

**Çizelge 1. 10. Doğal Gazı Oluşturan Bileşenler**

Hidrokarbon Gazları	Kimyasal Formülleri	Bileşimi	Hidrokarbon Olmayan Gazlar	Kimyasal Formülleri	Bileşimi
Metan	CH <sub>4</sub>	% 80-% 95	Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	% 1-% 2
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	% 2,5-% 7	Nitrojen	N <sub>2</sub>	% 1-% 4
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	% 1-% 3	Hidrojen Sülfür	H <sub>2</sub> S	Değişken
Bütan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	% 1-% 3	Su Buharı	H <sub>2</sub> O	Değişken
Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Eser Miktar	Helyum	He	Eser Miktar
Hekzan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Eser Miktar	Argon	Ar	Eser Miktar

**Kaynak:** Aydın, L. (2014).

Temel maddesi metan gazı olan doğal gazın oluşum süreci şu şekilde gerçekleşmektedir. Milyonlarca yıl önce çürümüş olan bitki ve hayvan kalıntıları,

kalın tabakalar oluşturmuştur. Bitki ve hayvan kalıntılarında oluşan çürümüş organik maddeler, zamanla kum ve kil ile kaplanmış bir kayaya dönüşmüştür. Basınç ve ısı bu organik maddeyi kömüre, petrole ve kokusuz minicik kabarcıklı doğal gazla dönüştürmüştür (Aydın, 2014: 119-120). Bugün dünya üzerinde üretilen doğal gazın yaklaşık %40 kadarı petrol ile aynı yataklardan oluşurken kalan %60 ise petrolün bulunmadığı yataklardan sağlanmaktadır (Atakan vd. 1995: 137). Bir enerji kaynağı olarak doğal gaz dünya üzerinde en fazla kullanım alanına sahip yakıt türlerinden birisi olarak bilinmektedir. Doğal gazın temiz bir yakıt türü ve kolay depolanabilir olması onu diğer fosil yakıtlara göre avantajlı bir konuma getirirken yanıcı bir madde oluşu kullanım riskini artırmaktadır. Bu gibi nedenlerle doğal gaz pek çok avantaja sahip bir yakıt türüyken, aynı zamanda da dezavantaja sahip olabilecek bir yakıt türü olmaktadır. Doğal gazın barındırdığı bir takım avantaj ve dezavantajlar Çizelge 1.11’de özetlenmektedir.

**Çizelge 1. 11. Doğal Gaz Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları**

Avantajları	Dezavantajları
1. Doğal gaz çevre dostudur çünkü diğer fosil yakıtlardan daha temizdir.	1. Yanıcı bir malzeme olduğu için doğal gaz dikkatli kullanılmalıdır.
2. Depolanması daha güvenli ve kolaydır.	2. Tüm fosil yakıtlar gibi, doğal gaz da yenilenebilir bir enerji kaynağı değildir. Bu nedenle tükenmekle karşı karşıya kalınabilecek bir enerji kaynağı türü olmaktadır.
3. Son derece güvenilir bir enerji kaynağıdır ve daha kullanışlıdır.	3. Doğal gaz sera gazlarının artışına katkıda bulunmaktadır, çünkü bol miktarda karbondioksit yaymaktadır.
4. Diğer fosil yakıtlara göre çok daha ucuz ve ekonomik bir enerji kaynağıdır.	4. Uzun işlem süreci gerektiren Doğal gaz; konut veya ticari amaçlı kullanımdan önce çıkarılması gereken başka bileşenlere sahip olduğundan, işlenmesi çok zaman alır ve insan gücü gerektirir.
5. Dünyada bulunan doğal gaz rezerv miktarı bir hayli fazladır, bu nedenle bol bir kaynaktır.	5. Havadan daha hafif olmasına ve kolayca dağılabilesine rağmen, doğal gazla ilgili büyük bir tehlike, renksiz, kokusuz ve tatsız olması nedeniyle, sızıntıya başlaması halinde sızıntının tespitinin çok zor olmasıdır.

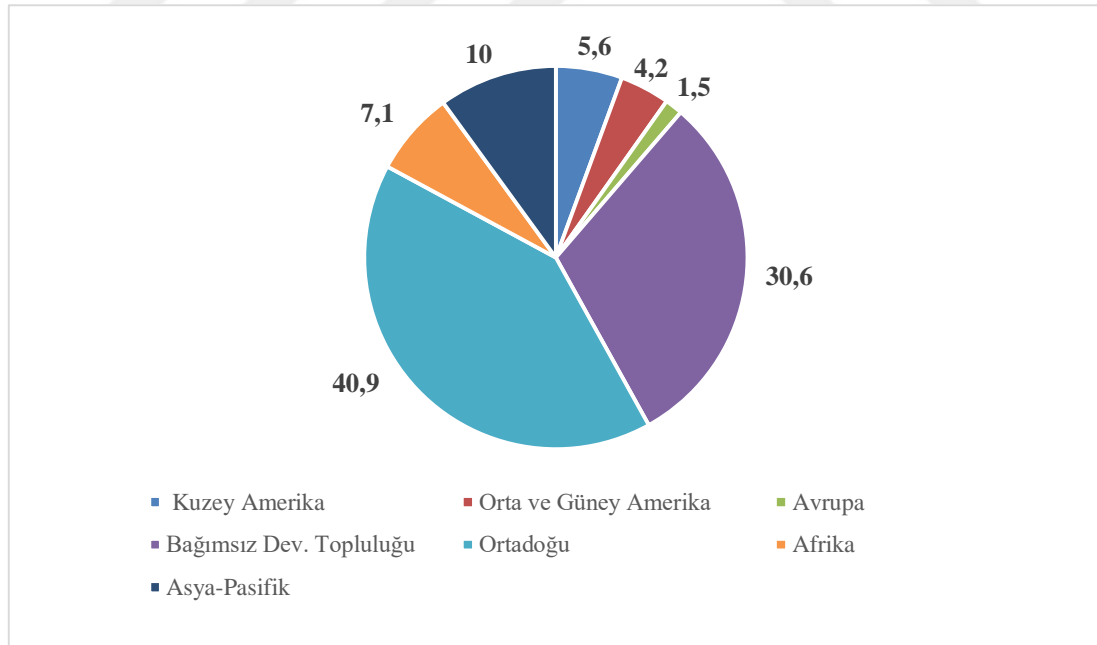
**Kaynak:** Yazar Tarafından Hazırlanmıştır.

Doğal gaz bir petrol türevidir ve petrol ile aynı hidrokarbon bileşenlerinden oluşmaktadır; ancak jeolojik koşullar petrole göre çok daha az zorluktur. Bu nedenle doğal gaz, petrol ve diğer enerji kaynaklarına nazaran farklı jeolojik koşullarda meydana gelebilmektedir. Ayrıca doğal gaz, petrole göre çok daha yaygın olarak



bulunmaktadır. Antarktika kıtası hariç tüm kıtalarda doğal gaz rezervleri bulunmakta ve doğal gaz üretimi yapılmaktadır (Aydın, 2014: 120).

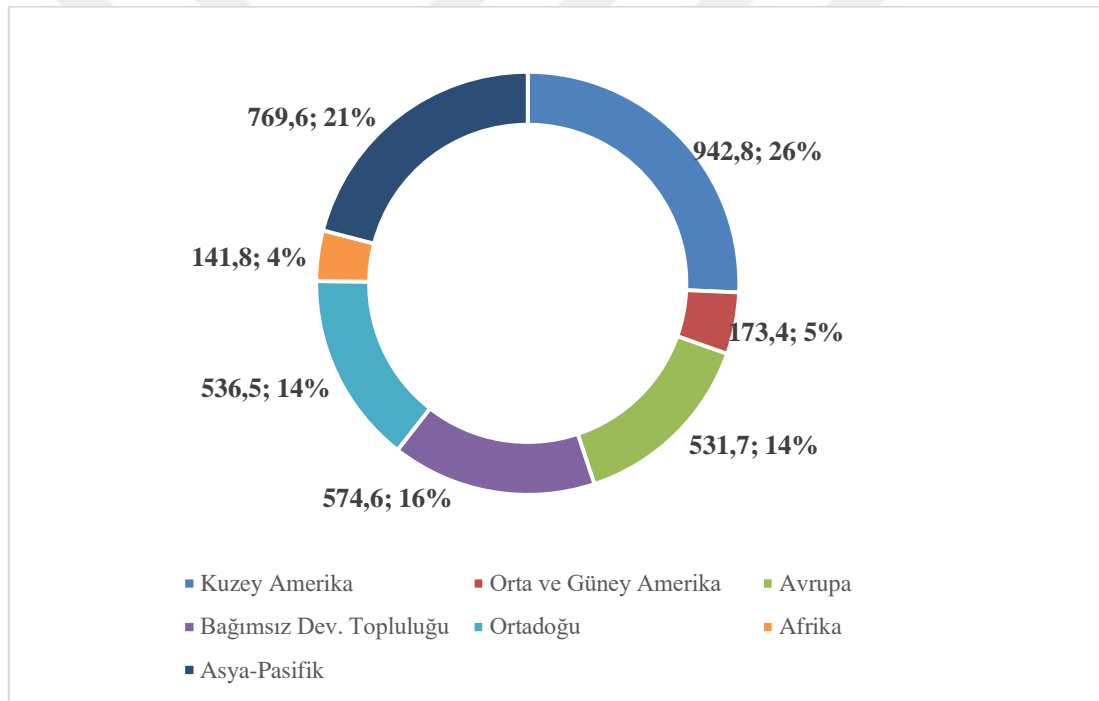
1980 yılında 71,6 trilyon m<sup>3</sup> olan dünya doğal gaz rezerv miktarı, 1990 yılında 109,3 trilyon m<sup>3</sup>, 2000 yılında 140,9 trilyon m<sup>3</sup>, 2010 yılında 172,5 trilyon m<sup>3</sup> olmaktadır. Dünyada 2017 yılı sonu itibariyle ispatlanmış doğal gaz rezerv miktarı 193,5 trilyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Dünya doğal gaz rezerv miktarı artışının en fazla olduğu bölge Ortadoğu bölgesi olmuştur. Özellikle son 30-40 yıllık dönemde Katar, Mısır ve BAE gibi ülkeler rezerv artışı anlamında dünyadan pozitif olarak ayrılmıştır. BP enerji verilerine göre bu miktarın en fazla bulunduğu ilk üç bölge sırasıyla %40,9'luk pay ile Ortadoğu, %30,6 ile Bağımsız Devletler Topluluğu ve %10 ile Asya- Pasifik bölgesidir. Şekil 1.12'de gösterilen doğal gaz rezervlerini ülke özelinde değerlendirecek olursak, Ortadoğu bölgesinde en fazla rezerv miktarına sahip olan ülkenin %17,2'lik pay ile İran, Bağımsız Devletler Topluluğu içerisindeki en büyük payın %18,1 ile Rusya ve Asya bölgesinde ise %2,8 ile Çin olduğu görülmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018

**Şekil 1. 12. Bölgesel Doğal Gaz Rezervleri ( 2017 %)**

İnsanoğlunun evini ısıtması, yemek pişirmesi ve elektriğini üretebilmesi gibi pek çok gereksinimi için sürekli olarak artan bir enerji bağımlılığı ve enerji kaynakları ihtiyacı bulunmaktadır. Ancak petrol gibi doğal gaz da dünyada belirli bir tüketim hızı olan sınırlı bir enerji kaynağı türüdür. Bununla birlikte, diğer fosil yakıtların aksine, doğal gaz temiz şekilde yanmaktadır ve havaya potansiyel olarak daha düşük düzeyde zararlı yan ürünler göndermektedir (Potočnik, 2010: 1- 2). Doğal gazı toplumumuzda ve yaşamlarımızda bu kadar önemli bir seviyeye yükselten, enerjiye duyulan ihtiyacın yanı sıra bu kaynağın doğaya vermiş olduğu zararın azlığı, kolay taşınabilir ve kullanışlı olması diğer önemli faktörler olarak görülmektedir. Bu nedenle doğal gaz dünya üzerinde tüketim miktarı her geçen gün artan bir enerji kaynağı olmaktadır.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 13. Bölgesel Doğal Gaz Tüketim Miktarları (2017 milyar m<sup>3</sup>)**

Şekil 1.13’de 2017 yılı sonunda dünyada gerçekleştirilen toplam doğal gaz tüketiminin bölgesel dağılımı milyar m<sup>3</sup> olarak gösterilmektedir. Ayrıca 2017 yılında gerçekleştirilen toplam dünya tüketiminin bölgesel yüzde payları da verilmektedir. Şekil 1.13’ü incelediğimizde 2017 yılında gerçekleştirilen toplam dünya doğal gaz

tüketim miktarı 3670,4 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılı sonu itibariyle %26'lık pay ile en fazla tüketimin Kuzey Amerika Bölgesi'nde gerçekleştiği görülürken, bu ülkeyi %21 ve %16 pay ile sırasıyla Asya-Pasifik ve Bağımsız Devletler Topluluğu Bölgeleri takip etmektedir. Bu üç bölgede en fazla doğal gaz tüketimi gerçekleştiren ülkelerin ise, ABD, Rusya ve Çin olduğu görülmektedir.

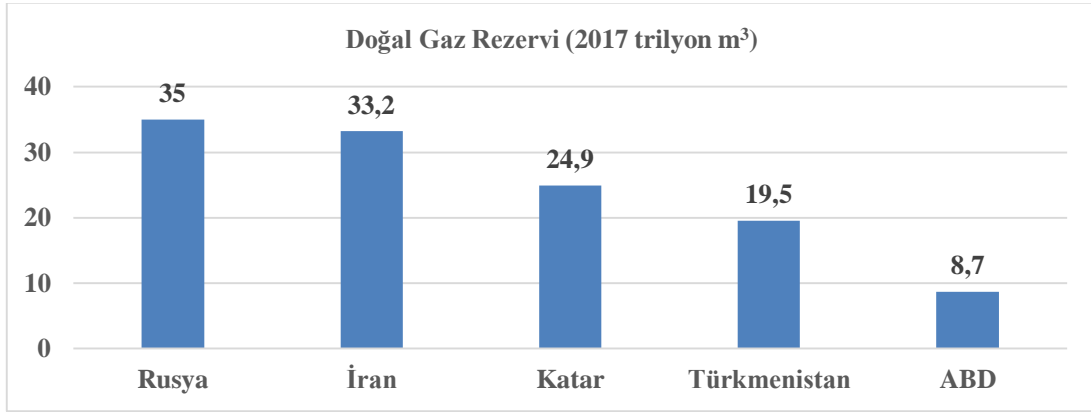
**Çizelge 1. 12. En Fazla Doğal Gaz Tüketimi ve Üretimi Gerçekleştiren İlk 10 Ülke**

TÜKETİM			ÜRETİM		
Sıra	Ülkeler	2017 (milyar m <sup>3</sup> )	Sıra	Ülkeler	2017 (milyar m <sup>3</sup> )
1	ABD	739,5	1	ABD	734,5
2	Rusya	424,8	2	Rusya	635,6
3	Çin	240,4	3	İran	223,9
4	İran	214,4	4	Kanada	176,3
5	Japonya	117,1	5	Katar	175,7
6	Kanada	115,7	6	Çin	149,2
7	S. Arabistan	111,4	7	Norveç	123,2
8	Almanya	90,2	8	Avusturya	113,5
9	Meksika	87,6	9	S. Arabistan	111,4
10	İngiltere	78,8	10	Cezayir	91,2

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

Çizelge 1.12'de dünyada en fazla doğal gaz üretimi ve tüketimi gerçekleştiren ilk 10 ülke gösterilmektedir. BP 2018 verilerine göre; ABD, Rusya ve Çin dünyada en fazla doğal gaz tüketen ilk 3 ülke olurken ABD, Rusya ve İran en fazla üretimi gerçekleştiren ilk 3 ülke olmaktadır.

Dünyada 2017 yılı sonu itibariyle en fazla doğal gaz rezerv miktarına sahip 5 ülke ise sırasıyla Rusya, İran, Katar, Türkmenistan ve ABD olmaktadır. Şekil 1.14'ü incelediğimizde; Rusya'nın 35 trilyon m<sup>3</sup>, İran'ın 33,2 trilyon m<sup>3</sup>, Katar'ın 24,9 trilyon m<sup>3</sup>, Türkmenistan'ın 19,5 trilyon m<sup>3</sup> ve ABD'nin ise 8,7 trilyon m<sup>3</sup> doğal gaz rezervi bulunduğu görülmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

#### Şekil 1. 14. Dünyada En Fazla Doğal Gaz Rezervine Sahip İlk 5 Ülke ve Rezerv Miktarları

Doğal gazın sıvılaştırılması sonucunda, LNG (Liquefied Natural Gas) bir ticari boyut kazanmaya başlamıştır. Doğal gazın sıvılaştırılması işlemi ilk kez 19.yy. da İngiliz Kimyager Michael Faraday'ın buluşlarına dayanmaktadır. 1973 yılında Alman Karl Von Linde tarafından soğutma kompresörü bulunmuştur. 1900'lü yılların başlarında yeni keşifler ile birlikte Doğu Virginia'da ilk LNG sıvılaştırma terminali kurulmuştur. 1941 yılında ise LNG ilk kez Ohio'da kullanılmaya başlanmıştır. LNG, 1949 yılında ilk kez kıtalararası taşınmaya başlamıştır, deniz yolu ile ilk LNG transferi İngiltere'ye gerçekleşmiştir. Bu şekilde LNG'nin taşınmasının güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. 1964 yılına gelindiğinde İngiltere, Cezayir' den ilk kez LNG ithal ederken, Cezayir'de dolaylı olarak LNG'yi ilk kez ihraç eden ülke olarak dünya tarihindeki yerini almıştır (Karagöl ve Kaya, 2016: 7-8).

21. yüzyılın başlarından itibaren LNG ticaretinin, gerek sıvılaştırma yöntemlerindeki ilerleme, gerekse taşıma anlamında yaşanan iyileşmeler, depolama imkânlarındaki artış gibi nedenlerle hızla artmaya başladığı görülmektedir. 2017 yılında küresel LNG ihracatı toplamı 393,4 milyar m<sup>3</sup> olmuştur. Dünyada en fazla LNG ihracatı gerçekleştiren ülkeler Katar, Avustralya, Nijerya, Endonezya, ABD, Cezayir ve Rusya olurken, en çok ithalat gerçekleştiren ülkeler Japonya, Çin, G. Kore, İspanya, Hindistan ve Türkiye olduğu görülmektedir. Uluslararası LNG ithalatının yaklaşık %60'lık kısmı Japonya, G. Kore ve Çin tarafından gerçekleştirilmektedir (BP, 2018: 35).

**Çizelge 1. 13. Dünyada En Fazla LNG İhracatı ve İthalatı Gerçekleştiren Ülkeler (2017)**

Ülkeler	LNG İhracatı	Ülkeler	LNG İthalatı
Katar	103,4	Japonya	113,9
Avustralya	75,9	Çin	52,6
Nijerya	27,5	G. Kore	51,3
Endonezya	21,7	Hindistan	25,7
ABD	17,4	İspanya	16,6
Cezayir	16,6	Türkiye	10,9
Rusya	15,5		

**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

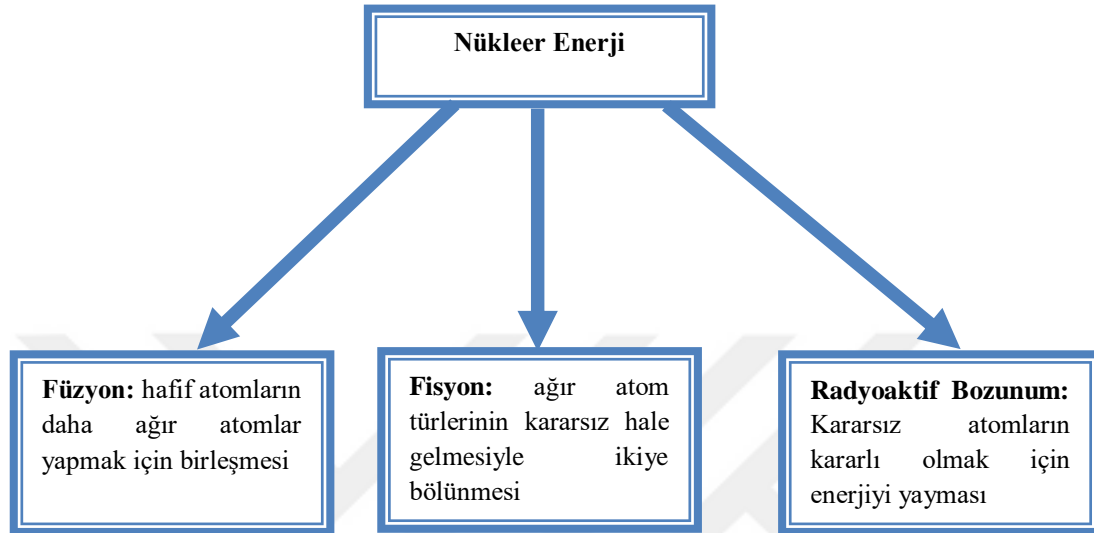
#### 1.3.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji, atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür. Albert Einstein'a ait  $E=mc^2$  formülü ile ilişkili olup kütlelerin enerjiye dönüşümünü ifade etmektedir. Nükleer reaktörler, nükleer enerjiyi zorlanmış olarak ortaya çıkarmak ve diğer enerji tiplerine dönüştürmek için kullanılmaktadır. Aynı zamanda nükleer reaktörler uranyum atomlarının parçalanması sonucu açığa çıkan enerjiyi kontrol etmekte ve üretmektedirler. Uranyum yakıtlı nükleer güç, jeneratör türbinlerini itmek için gerekli olan buharı elde etmede kullanılan kaynayan suyun temiz ve etkin bir yöntemidir (Aydın, 2014: 176).

Nükleer enerji üç reaksiyondan birisi ile oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar fisyon, füzyon ve radyoaktif bozunum (yarılanma) dur (Ferguson, 2015: 27). Nükleer fizikte atom çekirdeklerinin bölünmesi olayına "Fisyon" adı verilmektedir. Ağır çekirdeklerin ikiye bölünmesi sonucunda ciddi bir enerji ortaya çıkmaktadır. Atom çekirdeklerinin birbirleriyle kaynaşması durumuna ise "Fizyon" denilmektedir. Kararsız atomların kararlı hale gelmesi sonucunda enerji oluşturması ise "Radyoaktif Bozunum" olarak adlandırılmaktadır (İskender, 2005: 48-51).

Atom enerjisi ile ilgili çalışmalar, yüklü parçacıkların hızlandırılmasına ait çeşitli metotların geliştirilmesi ve büyük enerji miktarlarını meydana getiren çekirdek reaksiyonlarının keşfedilmesine kadar küçük çaplı bazı bilimsel çalışmaların ötesine geçememiştir. 1939 yılında gerçekleştirilen çekirdek bölünmesi olayının keşfedilmesi ile birlikte, kütlelerin enerjiye dönüştürülebileceği yönündeki beklentiler giderek

artmıştır. Bölünebilme durumunun daha kontrollü ve düzenli bir şekilde gelişebildiği sisteme “Nükleer Reaktör” adı verilmektedir (İskender, 2005: 52).



**Kaynak:** Yazar tarafından hazırlanmıştır.

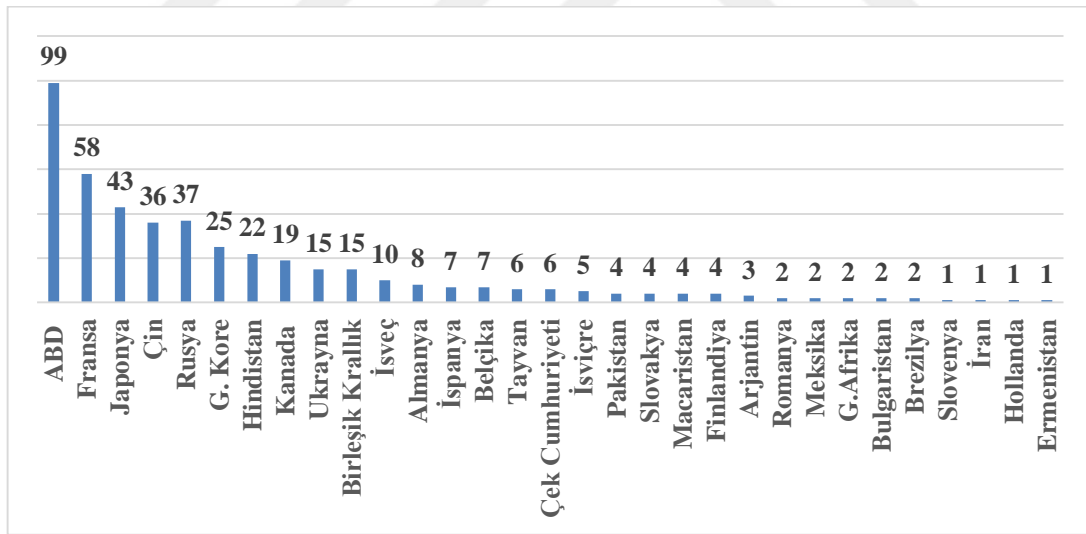
**Şekil 1. 15. Nükleer Enerji Reaksiyon Türleri**

ABD ve SSCB arasında yaşanan ve dünyanın tamamını etkileyen soğuk savaş dönemlerinde ilk nükleer reaktörler ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk nükleer reaksiyon Chicago Üniversitesinde 2 Aralık 1942 tarihinde Enrico Ferm tarafından gerçekleştirilmiştir. ABD'nin nükleer silah projesi olan “Manhattan Projesi” ile ilk atom bombası olan “Little Boy” ve 1945 yılında ikinci atom bombası olan “Fat Man” isimli bombalar nükleer enerjinin gücünü göstermiştir. Öte yandan 20 Aralık 1951 tarihinde ABD’de bulunan “Experimental Breeder Reactor 1” adlı deney santrali ile nükleer enerjiye dayalı elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Sivil amaçlı elektrik üretimi ise ilk kez SSCB tarafından 27 Haziran 1954 tarihinde Obninsk ve Kaluga Oblast reaktörlerinde gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Örnek, 2007: 33).

Basıncılı Su Reaktörleri (Pressurized Water Reactor - PWR), Kaynar Sulu Reaktörler (Boiling Water Reactor - BWR) ve Basıncılı Ağırsu Reaktörleri (Pressurized Heavy Water Reactor - PHWR) günümüzde dünya üzerinde en yaygın olarak kullanılan ve en çok tercih edilen reaktörler olarak bilinmektedir. Bunun

yanında Hızlı Üretken Reaktörler (Fast Breeder Reactor-FBR), Grafit Yavaşlatıcılı Su Soğutmalı Reaktörler (Light Water Cooled Graphite Moderated Reactor-LWGR), Gaz Soğutmalı Reaktörler (Gas Cooled Reactor-GCR) de bazı ülkeler tarafından nükleer enerji üretiminde tercih edilmektedir (www.taek.gov.tr).

1970’li yıllarda yaşanan petrol şoku ve bunun ortaya çıkardığı enerji krizi, enerji kaynağına bağımlı olan ülkeleri büyük oranda nükleer enerji kullanmaya yönlendirmiştir. Bu nedenle 1975 yılında dünya üzerinde 19 ülkede 157 santralin yapımı tamamlanmış, bu şekilde nükleer santrallerin elektrik üretim gücünün 700 MV’a kadar yükseldiği görülmüştür (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003: 26-27). Öte yandan Uluslararası Atom Enerji Ajansı (IEA) 2018 yılı verilerine göre 31 ülkede 451 tane nükleer reaktör işletme halinde bulunmaktadır. ABD 99 reaktör işletme ile dünyada en fazla paya sahipken, bu ülkeyi sırasıyla Fransa, Japonya, Rusya ve Çin izlemektedir. Ayrıca dünyada kurulu olan bu reaktörler dünya elektrik üretiminin yaklaşık %11 lik kısmını gerçekleştirilmektedirler.



**Kaynak:** <https://www.nei.org/resources/statistics/world-nuclear-generation-and-capacity>.

### Şekil 1. 16. Dünyada Aktif Olarak Kullanılan Nükleer Reaktör Sayıları

Çevre kirliliği yaratmayan elektrik enerjisi üretimi, son dönemlerde fosil yakıtlarda yaşanan hızlı fiyat artışı ve bu yakıtların önümüzdeki yüzyıllık süreçte tükenerek oluşuyla birlikte, fosil yakıtların çevreye vermiş olduğu zarar

düşünüldüğünde nükleer enerjinin önümüzdeki 50 yıllık süreçte kapasitesinin hızla artacağı düşünülmektedir (NEI, 2010).

**Çizelge 1. 14. Nükleer Enerji Kaynaklarının Dünyadaki Dağılımı**

Ülke	Nükleer Santral Sayısı	Nükleer Enerji Kapasitesi (Mw)	Nükleer Enerji Üretimi	Elektrik Üretiminde Nükleer Yakıt Payı (%)
ABD	99	99.319	805.327.2	19.7
Fransa	58	63,130	386.452.9	72.3
Japonya	43	40.29	17.537.1	2.2
Çin	36	31,384	197.829.0	3.6
Rusya	37	26.528	184.054.1	17.1
G. Kore	25	23	154.306.7	30.3
Hindistan	22	6.24	35.006.8	3.4
Kanada	19	13.554	95.650.2	15.6
Ukrayna	15	13.107	76.077.8	52.3
Birleşik Krallık	15	8.918	65.149.0	20.4
İsveç	10	9.74	60.647.4	40
Almanya	8	10,799	80.069.6	13.1
İspanya	7	7.121	56.102.4	21.4
Belçika	7	5.913	41.430.5	51.7
Tayvan	6	5.052	30.461.0	13.7
Çek Cumhuriyeti	6	3,930	22.729.9	29.4
İsviçre	5	3,333	20,303.10	34.4
Pakistan	4	1,005	5,438.90	4.4
Slovakya	4	1,814	13,733.40	54.1
Macaristan	4	1,889	15,183.00	51.3
Finlandiya	4	2,764	22,280.10	33.7
Arjantin	3	1,632	7,677.40	5.6
Romanya	2	1,300	10,388.20	17.1
Meksika	2	1,552	10,272.30	6.2
G. Afrika	2	1,860	15,209.50	6.6
Bulgaristan	2	1.926	15,083.50	35
Brezilya	2	1.884	14,970.50	2.9
Slovenya	1	688	5,431.30	35.2
İran	1	915	5,924.00	2.1
Hollanda	1	482	3,749.80	3.4
Ermenistan	1	375	2,194.90	31.4
<b>Toplam</b>	<b>451</b>		<b>392</b>	<b>2.476.671.2</b>

**Kaynak:** <https://www.nei.org/resources/statistics/world-nuclear-generation-and-capacity>



Özellikle yeni teknolojilerle artan güvenlik tedbirleri sonucunda nükleer enerjinin önemi de giderek artacaktır (NEI, 2010). Uluslararası Atom Enerjisi kurumuna göre; Çin, Güney Kore ve ABD gibi ülkelerde son yıllarda yaşanan nükleer enerji alanındaki gelişmeler ve iyileşmeler, öte yandan bu ülkelerde yatırım artışı gibi nedenlerle 2030'lu yıllarda dünya nükleer enerji kapasitesinin iki katına yükselmesi beklenmektedir (NEI, 2010).

Çizelge 1.14'te nükleer enerji kaynaklarının dünya üzerindeki dağılımı verilmektedir. Dünya nükleer enerji enstitüsü 2018 yılı verilerine göre ABD'de bulunan 99 nükleer santral ile elektrik enerjisi üretiminin % 19,2'lik kısmı nükleer santraller ile gerçekleştirilirken bu oran sırasıyla Fransa'da % 72,3, Japonya'da % 2,2, Çin'de % 3,6 ve Rusya'da % 17,1 olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca nükleer yakıtın elektrik enerji üretimi içindeki payının dünyada en fazla olduğu ilk 5 ülkenin sırasıyla Fransa, Ukrayna, Slovakya, Macaristan, Belçika olduğu görülmektedir. Bu ülkelerin tamamında elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı %50'den fazla olmaktadır (NEI, 2018).

**Çizelge 1. 15. Dünyada En Çok Nükleer Enerji Üreten 15 Ülke (Elektrik Üretim %)**

Ülke	Elektrik Üretim ( 2017 % )
Fransa	71,6
Ukrayna	55,1
Slovakya	54
Macaristan	50
Belçika	49,9
İsveç	39,6
Slovenya	39,1
Bulgaristan	34,3
İsviçre	33,4
Finlandiya	33,2

**Kaynak:** NEI, 2018.

Özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin artan enerji talebi, bu ülkelerde yeni alternatif enerji kanallarını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle pek çok ülke gelecekte oluşabilecek enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için nükleer enerjiyi programlarına almışlardır (bkz: Çizelge 1.16).

Çizelge 1. 16. Önümüzdeki Dönemde Nükleer Enerji Kullanmayı Düşünen Ülkeler

Bölgeler	Ülkeler
Avrupa	Arnavutluk, Sırbistan, Hırvatistan, Portekiz, Norveç, Polonya, Belarus, Estonya, Letonya, İrlanda, Türkiye
Güney Amerika	Şili, Ekvator, Venezuela
Ortadoğu ve Kuzey Afrika	Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Suudi Arabistan, Katar, Kuveyt, Yemen, İsrail, Suriye, Ürdün, Mısır, Tunus, Libya, Cezayir, Fas, Sudan
Batı, Orta ve Güney Afrika	Nijerya, Gana, Senegal, Kenya, Uganda, Namibya
Orta ve Güney Asya	Azerbaycan, Gürcistan, Kazakistan, Moğolistan, Bangladeş, Sri Lanka
Güneydoğu Asya	Endonezya, Filipinler, Vietnam, Tayland, Malezya, Singapur, Avustralya, Yeni Zelanda
Doğu Asya	Kuzey Kore

**Kaynak:** Enerji, T. C., ve Bakanlığı, T. K. (2011). Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, Yayın, (1).

Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 45'ten fazla ülkenin nükleer enerjiyi kullanmak için adım attıkları bilinmektedir. İran ve Türkiye dahil bu ülkelerden 21 tanesi politik karar aşamasını geçmişken diğer ülkeler henüz siyasi karar aşamasındadır (bkz: Çizelge 1.17).

Çizelge 1. 17. Nükleer Enerji Kullanmayı Düşünen Ülkelerin Geldikleri Aşamalar

Aşama	Ülkeler
Anlaşma imzalamış ve yasal alt yapıya sahiptir.	BAE, Türkiye
Taahhüt edilmiş plana sahiptir ancak yasal altyapısı hazırlanma aşamasındadır.	Vietnam, Ürdün, Belarus
Nükleer plana sahiptir ancak daha taahhüt aşamasında değildir.	Tayland, Endonezya, Mısır, Kazakistan, Polonya, Litvanya, Şili
Nükleer planı hazırlama aşamasındadır.	Suudi Arabistan, İsrail, Nijerya, Malezya, Bangladeş, Fas, Kuveyt
Siyasi karar alma aşamasındadır.	Namibya, Kenya, Moğolistan, Filipinler, Singapur, Arnavutluk, Sırbistan, Hırvatistan, Estonya, Letonya, Libya, Cezayir, Azerbaycan, Sri Lanka, Tunus, Suriye, Katar, Sudan, Venezuela
Şu an siyasi kararlılığa sahip değildir.	Avustralya, Yeni Zelanda, Portekiz, Norveç, İrlanda

**Kaynak:** E.T.K.B. (2011). Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, Yayın, (1).

Öte yandan nükleer enerji, kolay kolay risk ortaya çıkarmayan bir enerji türüdür; ancak risk ortaya çıktığı zaman ise ciddi hasarlar ortaya çıkarabilecek olan bir enerji kaynağıdır. Alanında uzman eleman kıtlığı, santrallerin çıkardığı atıkların

depolanma sorunları ve yeterli güvenlik çalışmalarının yapılmıyor oluşu nükleer santrallerin risk oluşturabilecek önemli sorunları olarak görülmektedir. Bu gibi sorunlar zaman zaman nükleer santrallerde risk unsurunu artırmaktadır (www.kanser.org). 1944-2001 yılları arasında dünya genelinde rapor edilen 400'ün üzerinde kaza meydana gelmiştir. Bu kazalardan 130.000'in üzerinde insan etkilenmiş, 133 akut ölüm gerçekleşmiştir. Sadece Avrupa üzerinde 30.000'den fazla radyasyon kaynağı kontrol dışı kalmıştır. Bu kontrolsüz durumun ciddi problemler doğuracağı olası görülmektedir (www.thd.org). Bugüne kadar büyük oranda çevreye zarar verdiği bilinen dünyada 4 büyük önemli nükleer kaza gerçekleşmiştir. Bu kazalardan ilk ikisinin alınan önlemlerle birlikte çevreye zarar vermediği açıklanırken Çernobil ve Fukushima kazalarının dünyada en fazla zararlı sonuçlanan nükleer kazalar olduğu bilinmektedir. Dünya üzerinde meydana gelen kazalar aşağıda Çizelge 1.18'de özetlenmektedir.

**Çizelge 1. 18. Dünyada Meydana Gelen Büyük Nükleer Kazalar**

Nükleer Kaza İsmi	Gerçekleştiği Tarih	Gerçekleştiği Yer
Kyshtym Nükleer Kazası	1957	SSCB
Windscale Yakıt Üretim Tesisi Kazası	1957	İngiltere
Saint-Laurent Nükleer Kazası	1969	Fransa
Three Mile Island Nükleer Santral Kazası	1979	ABD
Buenos Aires Nükleer Kazası	1983	Arjantin
Tokaimura Yakıt Çevrim Tesisi Kazası	1999	Japonya
Wolsung Nükleer Reaktör Sızıntısı	2000	Güney Kore
Çernobil Nükleer Santral Kazası	1986	SSCB
Goiania Radyoterapi Kazası	1987	Brezilya
San Salvador Kazası	1998	El Salvador
Endüstriyel Işınlama Tesisi Kazası	1990	İsrail
Meksika Radyoterapi Kazası	1996	Meksika
Kostarika Radyoterapi Kazası	1996	Kostarika
İkitelli Radyasyon Kazası	1998	Türkiye
Panama Radyoterapi Kazası	2001	Panama
Polonya Endüstriyel Işınlama Tesisi Kazası	2001	Polonya
Fukushima Daiichi Nükleer Kazası	2011	Japonya

**Kaynak:** Yazar Tarafından Hazırlanmıştır.

Nükleer enerji kaynakları, risk unsuru barındıran ve ciddi kazalar ortaya çıkarabilecek türde oluşumlardır. Bu nedenle, dünya üzerinde nükleer kaynaklar pek çok kazanın oluşmasına neden olmuş ve insanlar bu kazalardan büyük boyutlarda etkilenmişlerdir. Öte yandan nükleer enerji kullanımı birçok avantajı da

barındırmaktadır. Bunun için pek çok gelişmiş ülke dezavantajlarının yanında avantaj da sağlayan bu enerji türünü hızla tercih etmekte ve kullanmaktadır. Nükleer enerjinin avantaj ve dezavantajları aşağıdaki Çizelge 1.19’da özetlenmektedir.

**Çizelge 1. 19. Nükleer Enerji Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları**

Avantajları	Dezavantajları
1. Dünyada bulunan potansiyel rezerv miktarı oldukça fazladır.	1. Nükleer santrallerin çevreye yaymış olduğu radyoaktif maddeler pek çok canlı türü ve insan için ciddi boyutta kalıcı zararlara yol açmaktadır.
2. Kullanılan hammaddenin hacmine göre diğer enerji kaynaklarına göre çok yüksek miktarlarda enerji sağlamaktadır. Örneğin; 1kg kömür ile 3 kWh, 1 kg petrol ile 4 kWh, 1kg uranyum ile 50.000 kWh elektrik enerjisi üretilmektedir.	2. Bir nükleer santral kurmak için çok fazla yatırım yapılması gerekmektedir.
3. Kullanılan hammaddenin fiyatı oldukça düşüktür. Elektrik üretiminde kullanılan uranyumun maliyeti oldukça düşüktür.	3. Nükleer enerji üretimi için kullanılan hammadde uranyumdur. Uranyum ise birçok ülkede bulunmamaktadır ve kıt olan bir kaynaktır.
4. Sera gazı etkisini yarı yarıya azalttığı için nükleer enerjinin çevre üzerindeki etkisinin en az olduğu söylenebilir. Nükleer enerjinin su, toprak ve habitat üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur.	4. Nükleer enerji ciddi silah üretme gücü vermektedir. Bu nedenle ülkeler için bir ulusal risk unsuru oluşturabilmektedir
5. Çok az miktarda hammadde kullanımı gerektirdiği için depolanma imkânı vardır.	5. Ülkelerin çoğunda bulunabilen fosil yakıtların aksine, uranyum çok kıt bir kaynaktır ve ülkelerin yalnızca birkaçında bulunmaktadır. Bu nedenle bir nükleer santral kurmak birçok uluslararası makamın iznini gerektirmektedir.

**Kaynak:** Yazar tarafından hazırlanmıştır.

#### 1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynaklarının hangi anlamlara geldiğine çeşitli bilim adamları farklı yorumlar getirmektedirler. Yenilenebilir enerji; fosil yakıtların ve uranyumun tersine tükenmeyen ve sürekli olarak kendini yenileyebilen doğal kaynaklar silsilesi olarak ifade edilmektedir (Teske vd., 2007: 72). Bir diğer ifadeye göre ise yenilenebilir enerji, sanki hiç kullanılmamış gibi bir sonraki güne kalabilen ve işleminden geçmelerine rağmen azalma göstermeyen enerji kaynaklarıdır (Yılmaz, 2015: 4). Yenilenebilir enerjiyi “doğal kaynaklar kullanılarak elde edilen ve kendini sürekli yenileyebilen bir enerji kaynağı” olarak tanımlamak mümkündür. Diğer enerji türleri ile kıyaslandığında yenilenebilir enerjinin ayrışan özelliği, doğal yollarla kendisini yenileyebilmesi ve hiçbir koşulda yok olmamasıdır. Ayrıca yenilenebilir enerji türleri karbon salınımını azalttığı için çevreye daha az zarar vermektedirler. Öte

yandan bu kaynakların yerli olması nedeniyle ithal edilme ihtiyacının duyulmaması enerji konusunda ülkelerin dışa olan bağımlılığını azaltmasından dolayı da oldukça önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynakları başlıca “güneş”, “rüzgâr”, “jeotermal”, “hidrolik”, “dalga”, “biyokütle” ve “biyogaz” enerjileri olarak gruplandırılmaktadır (Karagöl ve Kavas, 2017: 8).

**Çizelge 1. 20. Yenilenebilir Enerji Göstergeleri**

Göstergeler	2013	2016	2017
Yıllık Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Yapılan Yatırımlar (milyar dolar)	249,4	274	279,8
Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (hidro dâhil- GW)	1560	2017	2195
Rüzgâr Gücü Kapasitesi (GW)	318	487	539
Hidro-Elektrik Kapasitesi (GW)	1000	1095	1114
Biyo-Enerji Kapasitesi (TWh)	88	114	122
Yıllık Biyo-Enerji Üretimi (TWh)	405	501	555
Jeotermal Enerji Kapasitesi (GW)	12	12,1	12,8
Fotovoltaik (PV) Güneş Enerjisi Kapasitesi (GW)	139,6	303	402
Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Santralleri (CSP- GW)	3,4	4,8	4,9

**Kaynak:** REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century; Renewables Global Status Reports.

Son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarında hızla artış olduğu bilinmektedir. Son 10 yıllık dönemdeki değişime bakıldığında 2007 yılında 104 milyar dolar olan yıllık yenilenebilir enerji yatırımlarının 2017 yılı sonuna gelindiğinde yaklaşık 280 milyar dolar yükseldiği görülmektedir. REN 21 tarafından 2018 yılı raporunu incelediğimizde, tüm yenilenebilir enerji kaynaklarındaki kapasite artışının her geçen yıl bir önceki yıla göre arttığı görülmektedir. Öte yandan her geçen yıl dünya üzerinde yenilenebilir enerji kapasitesi ve üretiminde artış görülmesinin yanında, bu alanda yatırım yapan ve bu enerji kaynaklarını ulusal politika stratejilerine alan ülke sayısında da hızla artış gözlemlenmektedir.

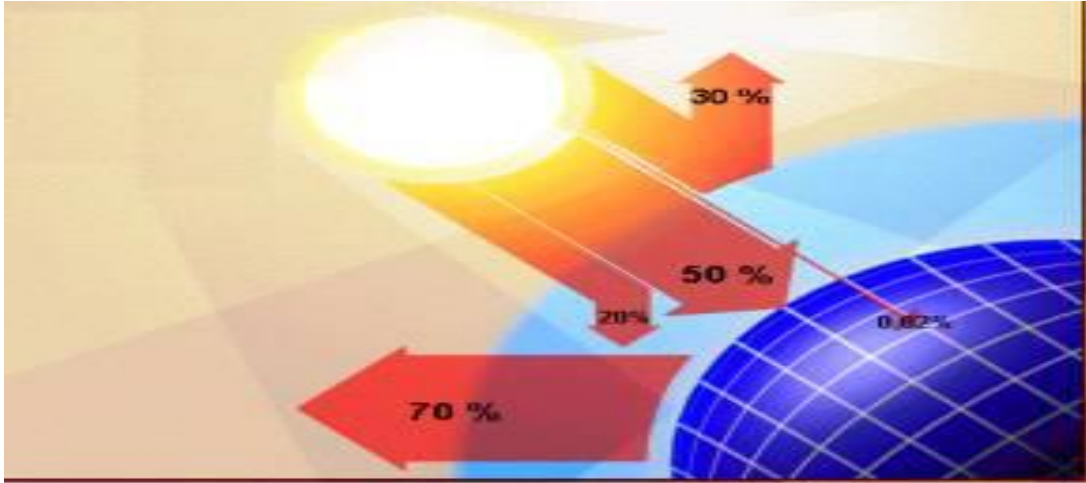
#### 1.4.1. Güneş Enerjisi

Dünya için temel enerji kaynağı Güneş'tir. Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarına bakıldığında bu enerji kaynaklarının Güneş kökenli olması, Güneş'in yaşam için ne kadar önemli bir kaynak olduğunu da göstermektedir. Güneş enerjisi ile dünyamız aydınlanmakta, Güneş'in benzeri olan rüzgâr meydana gelmekte, iklimsel döngüler oluşmakta, belki de en önemlisi fotosentez yoluyla canlılar yaşamlarını

sürdürebilmektedirler. Güneş, kendisini oluşturan maddelerin kütle çekimi yoluyla birbirlerini çekmeleri sonucunda oluşmaktadır. Evrensel toz bulutlarında bulunan parçacıkların birbirlerini kütle çekimi yoluyla çekmesi sonucunda oluşan yoğunlaşma ile bu parçacıkların hızla birbirine yaklaşması, kütle çekim enerjisini kinetik enerjiye dönüştürerek güneşin daha da çok ısınmasına (yaklaşık 15-16 milyon derece) yol açmaktadır. Isınma sonucu oluşan bu basınç, güneşin daha fazla yoğunlaşmasını engelleyerek bugünkü boyutlarını oluşturmaktadır (Acaroğlu, 2013: 39).

Şekil olarak Küre'ye benzeyen güneş, enerjisini homojen olarak tüm yönlerde ışıma yoluyla gerçekleştirmektedir. Güneşin ışıma enerjisi, temel bir enerji kaynağı olup yeryüzünde ve atmosferde yer alan fiziksel ve biyolojik etkileşimleri yönlendirmektedir. Güneş sıcak bir gaz küresi olup  $1.99 \times 10^{30}$  kg kütleyle sahipken güneşin yüzey sıcaklığı yaklaşık 6.000 K'dır (Kelvin). Güneş'in merkezinde ölçülen sıcaklık değeri ise  $8 \times 10^6$  K ile  $40 \times 10^6$  K arasında değişim göstermektedir. Güneş'in bir saniyede yaydığı ışıma enerjisi yaklaşık  $4 \times 10^{23}$  kW iken Güneş'in çapı  $1.392 \times 10^6$  km den oluşmaktadır. Güneş'in, gezegenimize olan uzaklığı yaklaşık  $1.496 \times 10^8$  km'dir. Güneş bu uzak mesafeyi 8 dakikada geçmektedir ve Yerküre, Dünya'da bir yılda tüketilen toplam enerjiye eşit olan bir enerjiyi Güneş ışınlarından 40 dakikada soğurmaktadır (Kılıç, 2015: 30).

Güneşin yaklaşık olarak %90'ını hidrojen oluşturmaktadır ve Güneş enerjisi, hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklinde gerçekleşen füzyon işlemiyle meydana gelen ışıma enerjisi olarak tanım bulmaktadır. Güneş'ten yayılan bu enerjinin yalnızca 2 milyarda biri yeryüzüne ulaşmaktadır. Güneş tarafından yayılan bu ışınımın %30 u tekrar dünya atmosferi tarafından geri yansıtılmaktadır. Bu enerjinin %50 si atmosferi aşarak dünya üzerine ulaşırken, %20'si ise atmosfer ve bulutlarda tutulmaktadır. Bu ısınma rüzgar hareketlerine ve okyanuslarda dalgalanmalara da neden olurken dünyaya gelen bu bütün ışınım ise en sonunda tekrar ısıya dönüşerek uzaya geri gönderilmektedir (Ateş vd., 2009: 2).



**Kaynak:** <http://www.gunesenerjisi.uzerine.com/index.jsp?objid=663>.

### Şekil 1. 17. Güneş'ten Gelen Enerji'nin Yeryüzüne Dağılım Oranları

Konvansiyonel olmayan bir enerji kaynağı olarak değerlendirilen güneş enerjisi, sanayi devriminin gerçekleşmesi dönemine kadar insanlar tarafından kullanılabilen tek enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Güneş enerjisi ilk pişirici olarak 1740-1799 yılları arasında yaşamış olan İsviçreli Saussure tarafından kullanılırken, 1868 yılında bakır ve çelik eritmek için kullanılan güneş fırınları icat edilmiş, 1872 yılında ise tuzlu suların damıtılmasında kullanılacak güneş distilasyon tesisi Kuzey Şili'de kurulmuştur. Öte yandan 1901 yılında ABD'de güneş enerjisi ile bir su pompası tesisi çalıştırılırken, 1950'li yıllarla birlikte su ısıtıcılar ABD'de çokça kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca ABD'de 1949 yılında ilk kez güneş evi inşa edilirken, 1954 yılında ABD'de bulunan BELL telefon firması tarafından güneş radyasyonunu elektriğe dönüştüren fotovoltaik piller icat edilmiştir (Bozkurt, 2008: 68-69). Bu şekilde güneşin bir enerji kaynağı olarak kullanım teknikleri gelişmeye başlamıştır.

İlk zamanlarda güneş enerjisinin toplum üzerindeki katkısı ve sağlamış olduğu diğer katkılar birçok geleneksel kaynağa göre mütevazı olmuş olsa bile, güneşin potansiyeli ile ilgili aynı şeyi söylemek söz konusu bile olamamaktadır. Yakın dönemde her ne kadar güneş devrimi konusunda çok az kanıt olsa da, güneş enerjisinin önemli bir katkı yapma potansiyeli inkâr edilememektedir. Aynı zamanda güneş

tükenmez bir kaynak olup enerjisini ısıya ve elektriğe dönüştürmek nispeten temiz süreçlerden oluşmaktadır (Tabak, 2009: 3-4).

Güneş tarafından atmosfere gönderilen ısı ve ışığı kullanarak insanların ihtiyaç duyacakları kullanılabilir enerjiyi elde etmek için güneşin yaymış olduğu ışınları belli bir noktada toplamak gerekmektedir. Bir kolektör ile toplanan bu enerji yaklaşık 3000°C ulaşabilen bir sıcaklığa yükselmektedir. Bu şekilde son 40 yıldır güneş enerjisi, elektrik enerjisi üretiminden ısıtmaya, sıcak su elde edilmesinden soğutmaya kadar pek çok alanda kullanılmaktadır (Gülay, 2008: 31).

Güneş ışınlarını enerjiye dönüştürmek ve bu enerjiden yararlanmak için pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerin bazıları güneş enerjisini ısı ya da ışık enerjisi olarak direkt şekilde kullanırken bazıları da elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Öte yandan güneş enerjili sıcak su sistemleri, suyu ısıtmak için güneş enerjisinden yararlanmaktadırlar. Bu sistemler çoğunlukla bir havuzu ısıtmanın yanı sıra evsel sıcak su ve bir alanı ısıtmak için de kullanılmaktadır. Bu sistemler, bir termal güneş paneli ve depodan oluşmaktadır. Güneş enerjili su ısıtıcılar genel anlamda üç grupta toplanabilmektedir:

- *Aktif Sistemler:* Su ya da ısı transfer sıvısının çevirimi için pompa kullanılmaktadır.
- *Pasif Sistemler:* Su ya da ısı transfer sıvısının devrimi doğal çevrim ile gerçekleşmektedir.
- *Kütle Sistemleri:* Su tankının doğrudan güneş ışığı ile ısınmasını amaçlamaktadır (Aydın, 2014: 200).

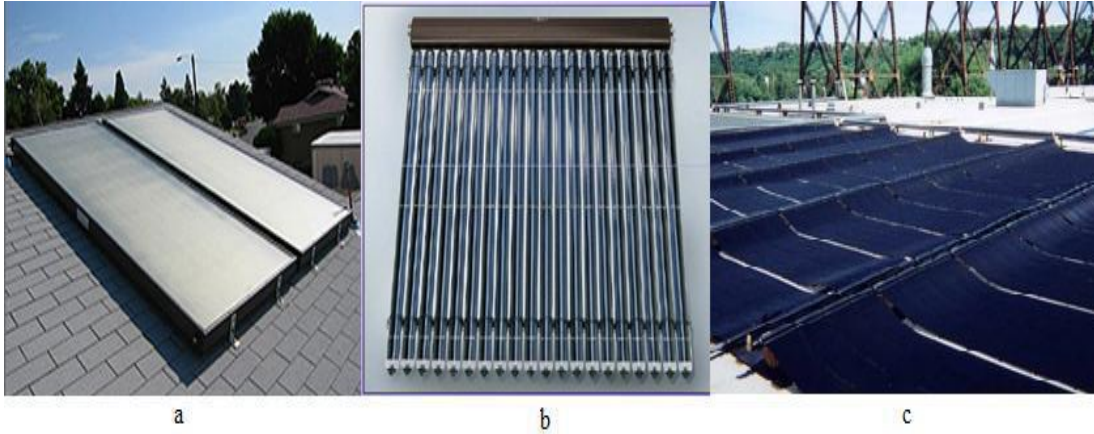
Öte yandan yapısal özellikleri bakımından değerlendirildiğinde güneş enerjisi yoluyla su ısıtan güneş kolektörleri 3'e ayrılmaktadır:

a) *Düzlemsel Güneş Kolektörleri:* Evlerde su ısıtmak için, Türkiye'de de çok fazla kullanılan sistemlerdir.



b) *Vakum Tüplü Güneş Kolektörleri*: İki adet iç içe geçmiş cam silindir küpün birbirlerine ısı yoluyla bağlanması ve bu işlem sonucu arada oluşan havanın alınması ile üretilir.

c) *Camsız Güneş Kolektörleri*: Çanak şeklinde merkezi bir odağa yönlendirilmiş aynalar ile yüksek sıcaklıklar elde edilmeye çalışılmaktadır (Altuntop ve Erdemir, 2013: 70; Aydın, 2014: 200).



**Kaynak:** Altuntop ve Erdemir, 2013: 71.

**Şekil 1. 18. Güneş Kolektörleri Tipleri**

Güneş enerjisinden elektrik üretmek için güneş pilleri olarak da adlandırılan Fotovoltaik (PV) sistemler daha ucuz bir sistem olarak kullanılmaktadır. PV sistemler güneş enerjisini kullanarak direkt bir şekilde elektrik üretmeye yarayan elektronik cihazlardır. Modern anlamda ilk güneş pilleri 1954 yılında Graham Bell tarafından icat edilmiştir. Fotovoltaik sistem, ışıkların elektriğe dönüşmüş olduğu fiziksel süreçte gerçekleşmektedir. PV sistemlerin en büyük avantajlarından birisi birkaç watt enerji kullanarak yüzlerce megavat enerji üretimi gerçekleştirebilmesidir (IRENA, 2015: 76). Bu enerji kaynağının ucuz ve elde edilen verimliliğin fazla olması nedeniyle kapasite oranı her geçen yıl artış göstermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre 2050 yılına gelindiğinde dünya elektrik enerjisi üretiminin %11'lik kısmının güneş enerjisi yoluyla gerçekleşeceği öngörülmektedir. Ayrıca güneş enerjisi alanında iyi konumdaki ülkelerden birisi olan Almanya'nın 2050 yılına kadar elektrik üretiminin %80'ine yakını yenilenebilir kaynaklardan sağlaması beklenirken

Japonya'nın yapacağı yatırımlarla 2020 yılı sonuna kadar ülkedeki 32.000 okulun elektrik ve ısınma ihtiyacını güneş enerjisi yoluyla karşılaması beklenmektedir. (Kılıç, 2015: 29).

2017 yılı, güneş enerjisi üretimi için önemli bir dönüm noktası olmuştur. Dünya PV üretimindeki kapasite artışı diğer bütün enerji kaynaklarından daha fazla olarak gerçekleşmiştir. Fosil yakıtların ve nükleer enerjinin kapasite ilavelerinden çok daha fazla güneş enerjisi PV sistem kapasite artışı gerçekleşmiştir (REN21, 2018: 90).

**Çizelge 1. 21. Dünyada Kurulu PV ( Fotovoltaik ) ve CBS Kapasitesi**

Yıllar	PV (MW)	CBS (MW)
2010	39,603	1,269
2011	70,973	1,71
2012	100,297	2,573
2013	135,758	3,845
2014	172,994	4,502
2015	221,067	4,753
2016	292,44	4,853
2017	386,707	4,956
2018	480,357	5,469

**Kaynak:** IRENA, 2019

Çizelge 1.21'de Dünya'da kurulmuş olan PV ve CBS kapasiteleri gösterilmektedir. 2018 yılında PV sistemlerinden 480.357 MW'lık enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu oran 2017 yılı ile kıyaslandığı zaman kapasite artışının yaklaşık %25 olması dikkat çekicidir. Güneş enerjisinden yararlanma anlamında CBS ile gerçekleştirilen üretim PV sistemlerinin %1'ne bile denk gelmediği görülmektedir. IRENA'nın 2019 yılında yayımladığı verilere göre, 2018 yılında Dünya'da en fazla kurulu PV kapasitesine sahip ve en fazla güneş enerjisi yoluyla elektrik üretimi gerçekleştiren ülke Çin'dir. Bu ülkeyi sırasıyla Japonya, ABD, Almanya ve Hindistan takip etmektedir. Bu ülkelerin 2018 yılında sahip oldukları kapasite toplamı, dünyadaki kurulu gücün yaklaşık %75'ni oluşturmaktadır.

**Çizelge 1. 22. Dünyada En Fazla PV Kurulu Gücüne Sahip İlk 5 Ülke ve Üretimleri**

Sıra	Ülkeler	PV (MW)	2018 (%)
1	Çin	175,085	36,5
2	Japonya	55,500	11,5
3	ABD	49,692	10,3
4	Almanya	45,930	9,5
5	Hindistan	26,869	5,5

**Kaynak:** IRENA, 2019 ( Yüzde hesaplamaları yazar tarafından yaklaşık değer olarak hesaplanmıştır )

Tüm enerji kaynaklarında olduğu gibi ülkelerin bu enerji türünü tercih etmelerinde pek çok olumlu etmen olduğu gibi pek çok olumsuz etmende söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle güneş enerjisinin ortaya çıkarabileceği avantaj ve dezavantajlar Çizelge 1.23’de özetlenmektedir:

**Çizelge 1. 23. Güneş Enerjisi Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları**

<b>Avantajları</b>	<b>Dezavantajları</b>
1. Dünyada belki de en fazla bulunan bir kaynaktır ve yeryüzünün her yerinde bol miktarda bulunmaktadır.	1. Güneş enerjisi üretim açısından verimli olmasına rağmen; kurulumu yüksek maliyete ve yatırıma neden olabilmektedir.
2. Ülkelerin birbirine olan bağımlılığını azaltan bir enerji kaynağıdır.	2. Enerjinin üretilmesi meteorolojik etmenlere bağımlı olduğu için performansında dalgalanmalar ortaya çıkabilmektedir.
3. Çok az bakım gerektiren güvenilir sistemlerdir.	3. Kurulan PV sistemler büyük alanlar kaplayacağı için görüntü kirliliği oluşturabilmektedir.
4. Enerjinin nakil sonucu oluşturmadığı için gereksinim duyulan yerde rahatça üretilmektedir.	4. Güneş pilleri üretim esnasında bazı toksik maddeleri açığa çıkarabilmektedir.

**Kaynak:** Urgun, 2015: 19-21.

#### **1.4.2. Rüzgâr Enerjisi**

Rüzgâr enerjisi, binlerce yıldır insanoğlu tarafından kullanılmaktadır. 3.000 yıldan fazla bir süredir yel değirmenleri su pompalamak ve ürünleri öğütmek için kullanılmaktadır. Bilişim teknolojileri, nükleer enerji ve elektrik teknolojilerinin geliştiği günümüzde; binlerce rüzgâr değirmeni, su ve petrol pompalamak, farklı kıtalarda düşük güç mekanizmalarını çalıştırmak, sulama ve üretim gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Farklı yöntemler kullanılarak elektrik üretimi gerçekleştirilebilmektedir; ancak elektrik üretimi çoğunlukla kömür, petrol, doğal gaz, uranyum gibi fosil yakıtları gerekli kılmaktadır. Oysaki her yakıt türü için özel olarak tasarlanmış olan türbin, elektrik üreten jeneratörü çalıştırarak elektrik üretmektedir. Bu bağlamda, rüzgârdan üretilen elektrik, fosil veya nükleer yakıtlar yoluyla üretilen elektrikten farklı değildir. Esasen yakıt olarak rüzgar farklıdır - ücretsizdir ve çevreyi kirlilememektedir (Bostan vd., 2012: 361).

Basit bir şekilde ifade etmek gerekirse rüzgâr, havayı hareket ettiren bir enerji türüdür. Bu hareket enerjisine aynı zamanda kinetik enerji adı da verilmektedir. Tarih boyunca insanlar enerjiyi, hareket eden havadan toplayarak bu enerjiyi yelkenler gibi

araçlarda, rüzgâr değirmenleri gibi makineleri çalıştırmada kullanmışlardır. Yel değirmenleri, rüzgârın gücünden yararlanmak için tasarlanmış ilk makineler olmuştur. Tarihte bilinen ilk yel değirmenlerinin milattan önce 500-900 yılları arasında bugünkü Afganistan ve İran bölgelerinde icat edildiği tahmin edilmektedir. Milattan sonra 1270’li yıllarda ise Avrupa bölgesinde yel değirmenlerinin ilk çizimleri yapılmıştır (Fitzgerald, 2010: 4-6).

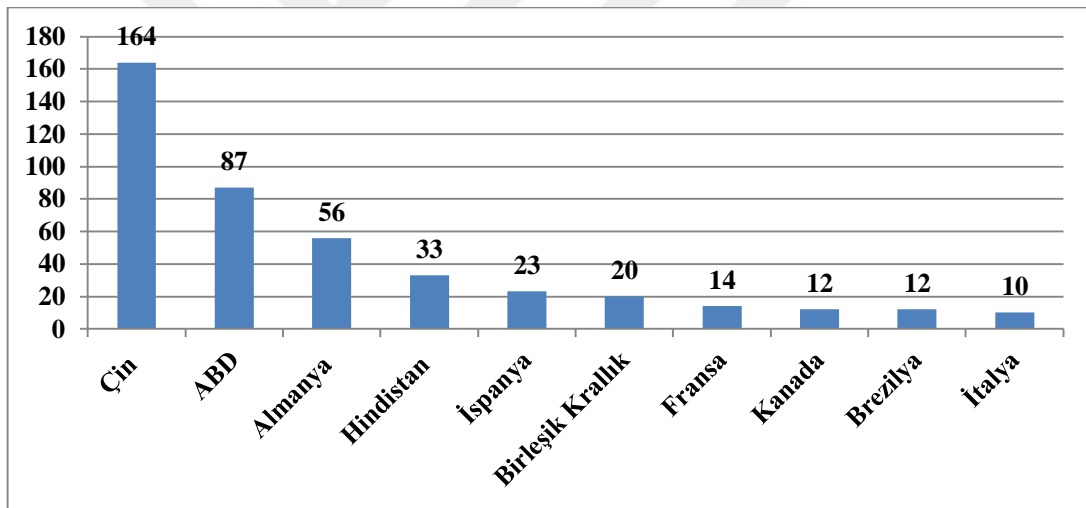
Kayıtlara geçen ilk rüzgâr türbini 1191’de yapılmıştır. Bunun yanında mısır öğütmek için kurulan rüzgâr türbini 1439 yılında Hollanda’da gerçekleştirilmiştir. 1600’li yıllara kadar pek çok teknolojik ilerleme yaşansa bile en yaygın rüzgâr türbini olarak Kule değirmenleri kullanılmaya devam edilmiştir. 1700’lü yıllar ile birlikte Hollandalı yerleşimciler bu rüzgâr türbinlerini ABD’ye getirmişlerdir. Daha sonra ABD’de 1800’lü yılların ortalarına doğru su pompalamak için daha küçük bir rüzgâr türbini ihtiyacı doğmuş ve bunun üzerine ABD’de çok kanatlı rüzgâr türbini üretimi gerçekleştirilmiştir. 1880-1930 tarihleri arasında ABD’li çeşitli şirketler tarafından 6.5 milyondan fazla üretilen bu rüzgâr türbinleri günümüzde de kullanılmaktadır (Johnson, 2006: 1-3).

Rüzgâr gücünden elektrik olarak yararlanma işlemi ise 1887 yılında İskoçyalı Akademisyen James Blyth’in elektrik üretebilen ilk yel değirmenini yapmasıyla başlamaktadır. 1877-1878 yılları arasında ABD’de Charles Francis Brush tarafından elektrik üretebilen daha büyük bir değirmen yapımı gerçekleştirilmiştir. Brush, yapmış olduğu bu değirmen ile evinin ve laboratuvarının elektriğini 1900 yılına kadar üretmeyi başarmıştır. Bu iki bilim adamının rüzgâr enerjisine yapmış oldukları katkının yanında, 1890’lı yıllarda Poul La Cour’un rüzgâr tüneli üzerine yapmış olduğu çalışmalar ile günümüz türbinlerine giden yolda ciddi bir bilgi birikimi ortaya çıkmıştır (Righter, 1996: 42-49).

Yenilenebilir enerji kapasitesi anlamında değerlendirildiğinde rüzgâr enerjisi, en çok tercih edilen enerji türlerinin başında gelmektedir. Özellikle elektrik üretiminde sağlamış olduğu fayda nedeniyle önemini de her geçen gün giderek artırmaktadır. Bu nedenle pek çok ülkede elektrik üretiminin yarısından fazlası rüzgâr enerjisi yoluyla elde edilmektedir. Örneğin; Danimarka’da rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi %50 iken

bu oran Almanya’da %60’ları geçmektedir. Öte yandan Dünya’nın en büyük rüzgâr üreticisi olan ve bu enerjiyi ithal eden ülke konumunda yer alan ABD’de rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi yaklaşık %5 olarak gerçekleştirilmesi dikkat çekici olmaktadır. IEA tarafından yayımlanan verilere göre 2050’li yıllara gelindiğinde Dünya’da kullanılan elektriğin %18’lik kısmının rüzgâr enerjisinden elde edileceği tahmin edilmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 15).

Rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesi bakımından dünyada lider konumunda olan ülke Çin olurken bu ülkeyi sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan, İspanya, Birleşik Krallık takip etmektedir. 2017 yılı sonu itibariyle Çin’de rüzgâr gücü kapasitesi 164 MW gerçekleşirken ABD’de 87 MW, Almanya’da 56 MW, Hindistan’da 33 MW ve İspanya’da 23 MW’lik rüzgâr enerjisi kapasitesi bulunmaktadır.



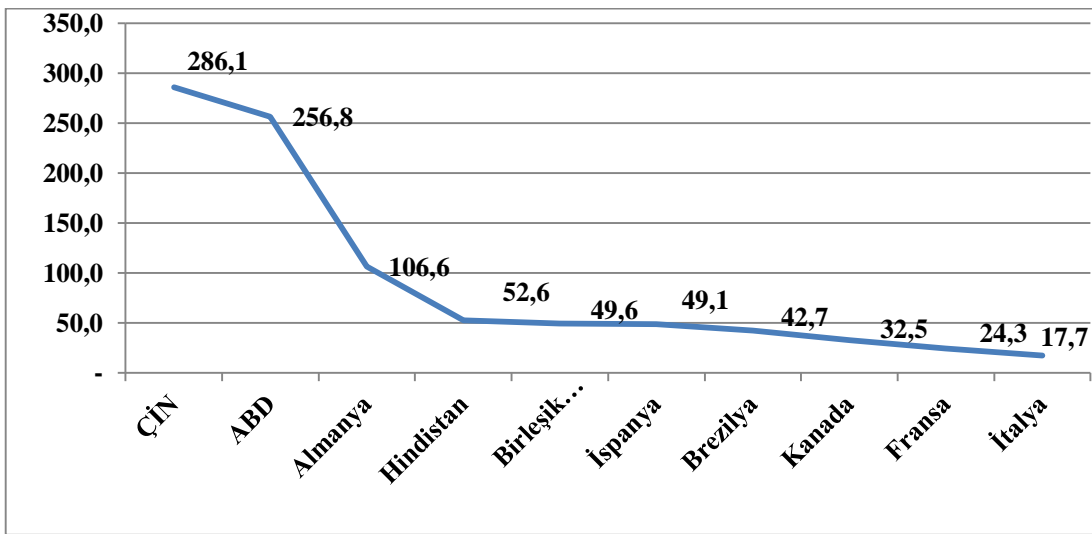
**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

#### Şekil 1. 19. Dünyada En Fazla Kurulu Rüzgâr Gücüne Sahip Ülkeler (2017-MW)

Rüzgâr enerjisi kapasitesi için 2018 yılı iyi bir yıl olmuştur. 2018 yılında 51,3 GW’lık yeni kurulum gerçekleşmiştir. Bu şekilde 2018 yılı sonunda toplam kurulu rüzgâr gücü kapasitesi 591 GW’a ulaşmıştır (GWEC, 2018: 11). Özellikle Çin ve ABD gibi rüzgâr gücünde hâkim konumda bulunan ülkeler kurulum kapasitesini artırırken Avrupa bölgesi ve Hindistan gibi ülkelerde azalma meydana gelmiştir. 2018 yılında Çin’de gerçekleşen kapasite artışı %2,7 olurken ABD’de bu oran %0,6 olarak

gerçekleşmiştir. Öte yandan Avrupa bölgesinde %4,2 ve Hindistan'da %2 oranında azalma olduğu görülmektedir (GWEC, 2018: 25).

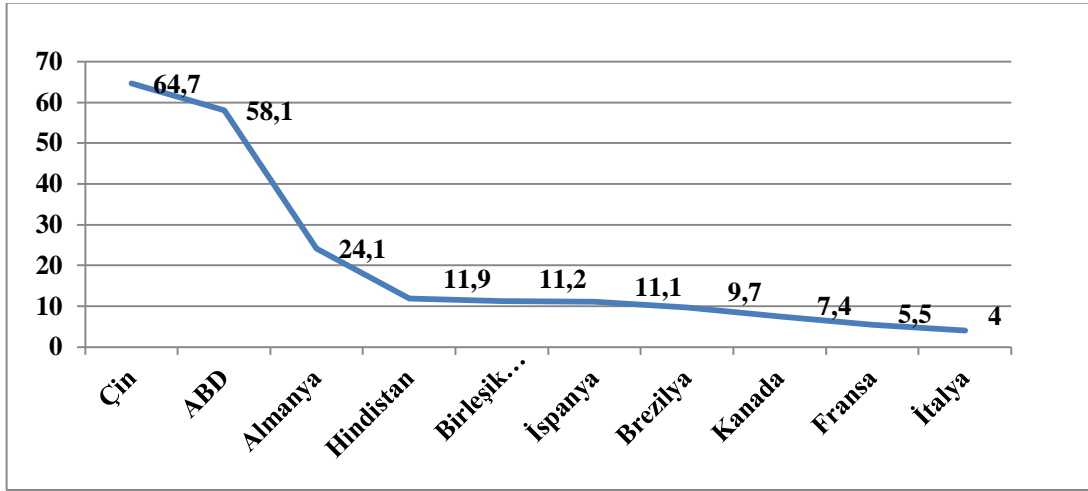
Dünya üzerinde en fazla rüzgâr üretimi gerçekleştiren ülkelere bakıldığında yine en fazla üretim yapan ülkenin Çin olduğu görülmektedir. Çin'de 2017 yılı sonu itibariyle gerçekleştirilen rüzgâr gücü üretim miktarı 286,1 TW olmaktadır. Bu ülkeleri ABD, Almanya, Hindistan, İspanya ve Birleşik Krallık takip etmektedir. Bu ülkelerde sırasıyla 2017 yılı sonunda rüzgâr üretim gücü miktarları 256,8 TW, 106,6 TW, 52,6 TW, 49,6 TW ve 49,1 TW olarak gerçekleşmiştir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 20. En Çok Rüzgâr Gücü Üreten İlk 10 Ülke ve Üretim Miktarları (2017-TW)**

Öte yandan Dünyada en fazla rüzgâr gücü tüketimi gerçekleştiren ülkelere baktığımızda ise, yine en fazla tüketim gerçekleştiren ülkenin Çin olduğu görülmektedir. 2017 yılı sonu itibariyle yaklaşık 65 (mtoe) olarak gerçekleşmiştir. Bu ülkeyi sırasıyla ABD, Almanya, Hindistan ve Birleşik Krallık takip etmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 21. En Çok Rüzgâr Gücü Tüketen İlk 10 Ülke ve Tüketim Miktarları (2017-TW)**

Şekil 1.21’de Dünya’da en çok rüzgâr gücü tüketen ilk 10 ülke ve bu ülkelerin rüzgâr gücü tüketim miktarları gösterilmektedir. Çin’de 64,7 TW tüketim gerçekleştirilirken ABD’de bu miktar 58,1 TW olarak gerçekleştirilmiştir. Almanya’da gerçekleştirilen tüketim miktarı 24,1 TW, Hindistan’da 11,9 TW ve Birleşik Krallık’da tüketim miktarı 11,2 TW olarak gerçekleşmiştir. Son olarak tüm enerji kaynaklarında olduğu gibi rüzgâr enerjisi kullanımının bir takım avantaj ve dezavantajları olabilmektedir. Rüzgâr enerjisinin avantaj ve dezavantajları Çizelge 1.24’de gösterilmektedir.

**Çizelge 1. 24. Rüzgâr Enerjisinin Avantaj ve Dezavantajları**

Avantajlar	Dezavantajlar
1.Sınırsız, ücretsiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.	1.Rüzgâr türbinlerinin ve tesislerinin kurulumu çok fazla maliyet gerektirmektedir.
2.Diğer enerji santrallerinin aksine temiz bir enerji kaynağıdır, çevreye herhangi bir sera gazı salınımı olmaz.	2.Rüzgâr teknolojisi henüz olgunlaşmamıştır.
3.Rüzgâr enerjisi fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaktadır.	3.Kapladığı alan bakımından görüntü kirliliği oluşturabilmektedir.
4.Enerji üretim maliyetleri düşüktür.	4.Rüzgâr türbinleri uçan hayvanlar için tehlike oluşturabilmektedir.
5.Rüzgâr doğal bir oluşum olduğu için enerji akım mekanizmalarını ve enerji oluşumunu etkilemez.	5.Bazı rüzgâr türbinleri, rahatsız edici şekilde çok fazla gürültü üretme eğilimindedir.

**Kaynak:** Yazar tarafından hazırlanmıştır.

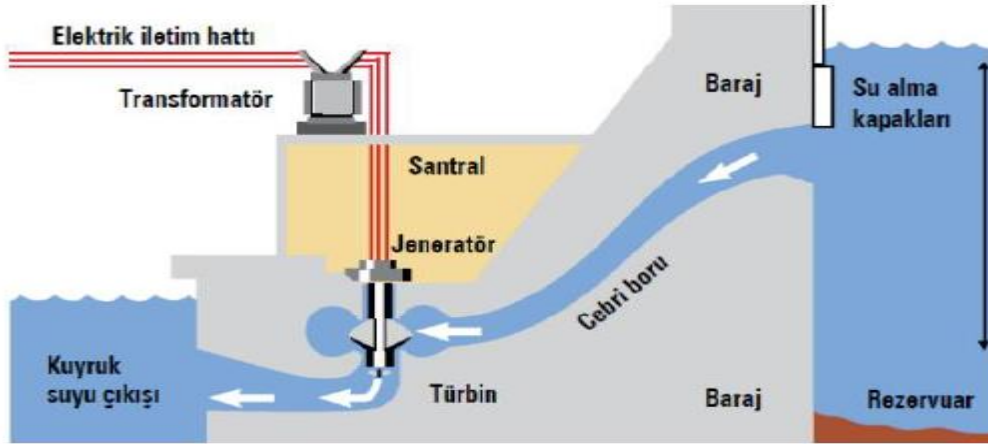
### 1.4.3. Hidrolik Enerji

Milattan önce insanoğlu tarafından kullanılmakta olan su gücü, şüphesiz günümüzde de fazlaca kullanılmakta ve vazgeçilmez enerji kaynaklarından bir tanesi olmaktadır. Kullanımı çok eski tarihlere dayanan hidrolik enerji, günümüzde de yenilenebilir enerji kaynakları arasında en fazla tercih edilen enerji türlerindedir. Suyun mevcut enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle oluşan hidrolik enerjinin elde edilmesinde herhangi bir ithal girdi kullanılmaması, bu kaynağı yerli olarak kabul etmemizi sağlamaktadır (Yılmaz, 2015: 40).

Neredeyse tüm enerji kaynaklarında olduğu gibi, hidrolik enerji de güneş ışığının maddeler üzerinde gerçekleştirmiş olduğu fiziksel ve kimyasal etki sonucunda meydana gelen bir enerji kaynağı türü olmaktadır. Güneş enerjisi, deniz, göl ve nehir sularını buharlaştırmaktadır; oluşan bu buhar atmosferde yoğunlaşarak tekrar yeryüzüne yağış olarak düşmekte ve bu şekilde nehirler beslenmektedir. Bu çevirim yoluyla hidrolik enerji, kendisini sürekli olarak yenileyebilen bir enerji kaynağı türü olmaktadır. Hidroelektrik enerjinin üretilmesi ise suyun mevcut olarak var olan enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi yoluyla sağlanmaktadır (Dalkır ve Şeşen, 2011: 13-15).

Su gücünden elektrik olarak yararlanılabilmesi fikri, ilk olarak 1827 yılında Fransa'da su türbinlerinin icat edilmesi yoluyla gerçekleşmiştir. Bu şekilde bugünkü anlamda hidroelektrik santrallerin ilk örneği de bu su türbinleri olmuştur. 19.yy. sonlarına doğru bu türbinler Avrupa ve Amerika'da yaygınlaşmaya başlarken 20.yy. ilk yarısında ise dünya daha büyük santraller ile tanışmaya başlamıştır. Özellikle 1973 yılında yaşanan petrol şoku ile birlikte hidroelektrik santrallere olan ilgi artarken 1980-1990 yıllarında petrol fiyatları yeniden düşünce bu enerji türüne olan ilgi nispeten azalmıştır. 1990'lı yılların sonunda hidroelektrik enerji alanında yaşanan serbestleşme ile birlikte, özel sektör üreticileri bu enerji türünün üretimini yeniden artırmıştır (Ablabekova, 2008: 34-35).





**Kaynak:** Oral vd. 2017: 34.

### Şekil 1. 22. Hidroelektrik Enerjisi Üretimi

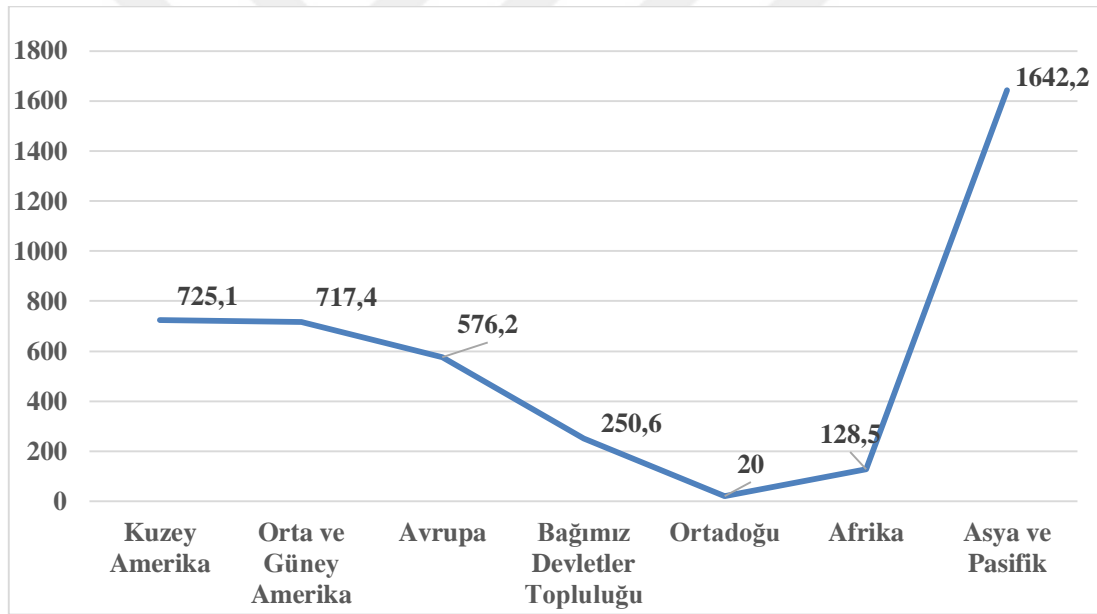
Hidroelektrik santralleri pek çok açıdan sınıflandırabilmek mümkündür. Coğrafi koşullar, üretim kapasitesi, gerçekleşen yatırımın büyüklüğü ve/veya kapasitesi gibi pek çok faktör hidroelektrik santralleri sınıflandırma yaparken kullanılabilir. Ancak temel olarak hidroelektrik santraller; doğal akışlı, depolamalı ve pompalı rezervuarlı olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır. Yüksek kurulum maliyeti gerektiren depolamalı santraller, debi düzenlemesi avantajı sağladığı için kuraklık dönemlerinde bile elektrik üretimine imkân sağlayabilen santrallerdir (Selvi, 2015: 120). Çizelge 1.25’de hidroelektrik santrallerin farklı kategorilerde yapılan sınıflandırılması özetlenmektedir.

**Çizelge 1. 25. Yapılarına Göre Hidroelektrik Enerji Sınıflandırması**

Depolanabilme Yapılarına Göre	Düşülerine Göre	Kurulu Güçlerine Göre	Talep ve Arz Durumlarına Göre	Baraj Gövde Yapılarına Göre	Santralin Bulunduğu Konuma Göre
Depolamalı (rezervuarlı)	Alçak Düşülü ( $H < 10m.$ )	Mikro Kapasiteli ( $< 100 kW$ )	Baz Yük	Ağırlıklı Beton	Yer Üstü
Nehir Tipi (regülatörlü)	Orta Düşülü ( $H=10-50m.$ )	Mini Kapasiteli (100-1000 Kw)	Puant Yük	Beton Kemer	Yer Altı
	Yüksek Düşülü ( $H > 50Mm.$ )	Küçük Kapasiteli (1000-10000 kW)	Hem Baz hem Puant Yük	Kaya Dolgulu	Yarı Gömülü veya Batık
		Büyük Kapasiteli ( $H > 10000 Kw$ )		Toprak Dolgulu	

**Kaynak:** Selvi, 2015: 120.

Hidroelektrik santraller her ne kadar yüksek kurulum maliyeti gerektirse de, kurulduğu andan itibaren uzun süreli olarak kullanılabilen yapılardır. Bu nedenle bu tesisler, verimliliği çok yüksek olan tesislerdir ve yüksek miktarda elektrik üretimine izin vermektedir. Hidroelektrik enerjisi üretiminin her yıl arttığı bilinmektedir. Ancak Çin’de hidroelektrik santrallere olan yatırımlar daha önceki dönemlere göre yavaşlama gösterdiği için, enerji üretiminde meydana gelen hızlı genişleme son 20 yılda nispeten yavaşlamıştır (BP, 2019: 109). 2017 yılı sonu itibariyle dünya hidroelektrik enerji üretimi yaklaşık 4059,9 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar bölgesel anlamda değerlendirildiğinde en çok üretim miktarının 1642,2 TWh ile Asya-Pasifik bölgesinde gerçekleştiği Şekil 1.23’de görülmektedir. Bu bölgeyi Kuzey Amerika, Orta-Güney Amerika ve Avrupa bölgeleri takip etmektedir.

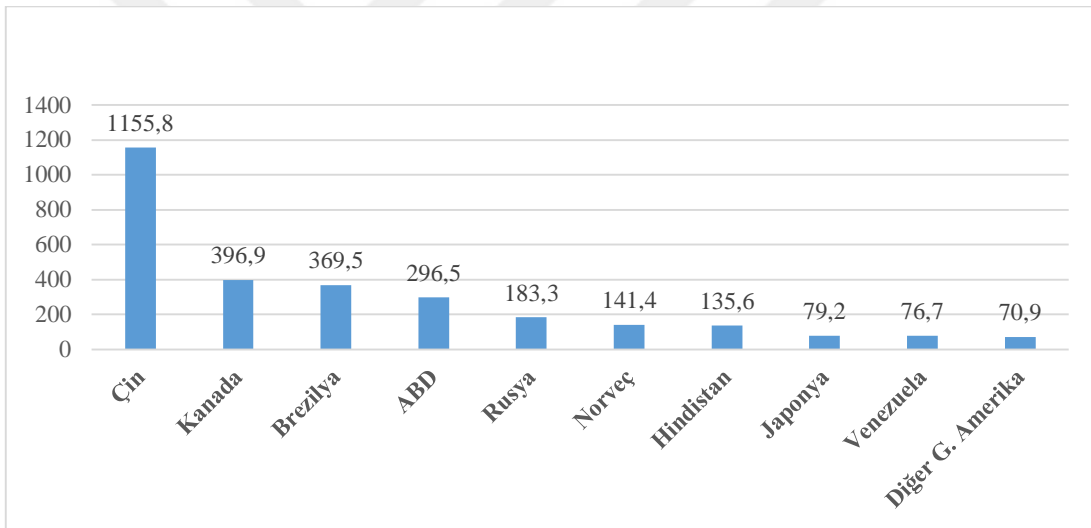


**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 23. Bölgesel Hidroelektrik Enerji Üretim Miktarları (2017-TWh)**

Dünya’da en fazla hidroelektrik üretiminin gerçekleştirildiği ülke Çin’dir. Bu ülke 2017 yılı sonu itibariyle 1155,8 TWh üretim gerçekleştirmiştir. Bu ülkeyi sırasıyla Kanada, Brezilya, ABD ve Rusya takip etmektedir. Bu ülkelerde üretim miktarlarının sırasıyla 396,9 TWh, 369,5 TWh, 296,5 TWh, 183,3 TWh olarak gerçekleştiği Şekil 1.24’te görülmektedir. Bu beş ülke dünyada gerçekleştirilen toplam

üretimin yaklaşık %60'lık kısmını gerçekleştirmektedir. BP tarafından yapılan senaryolara göre, önümüzdeki 20 yıllık süreçte, özellikle Afrika, Latin Amerika ve Asya ülkelerine yapacakları yatırımlarla Çin'in hidroelektrik üretimindeki en büyük büyüme kaynağı oluşunu sürdürmesi beklenmektedir (BP, 2019: 109). Diğer taraftan hidroelektrik santrallerin çevreye ve habitat yaşamına verebileceği bir takım riskler bulunmaktadır. Dünya çapında hidroelektrik santral projeleri nedeniyle 60-80 milyon arası insanın yerlerini değiştirdiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle The Ecofys tarafından yapılan senaryolara göre, bu endişelerin hidroelektrik enerji üretimindeki artışı azaltacağı beklenmektedir. Buna göre günümüzde hidroelektrik santraller elektriğimizin %15'ni karşılarken, 2050 yılında bu oranın %12 olacağı tahmin edilmektedir (Singer vd., 2011: 38).

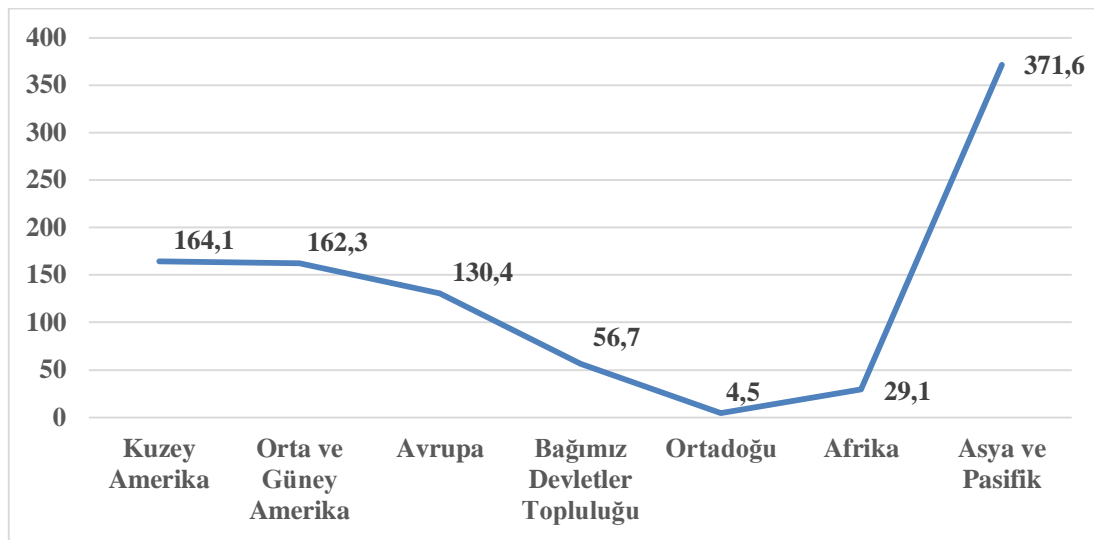


**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 24. En Çok Hidroelektrik Enerjisi Üretimi Gerçekleştiren 10 Ülke (2017-TWh)**

Maliyet anlamında değerlendirildiğinde, hidroelektrik enerjinin maliyetinin ölçülmesinde pek çok faktör dikkate alınmaktadır. Teknoloji, ülkenin bulunduğu coğrafi konum, sahip olunan yenilenebilir kaynakların büyüklüğü, üretim tekniği ve yeterliliği gibi pek çok unsur hidroelektrik enerjinin üretim maliyetini belirleyebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında hidroelektrik santral iyi bir yere kurulduğu zaman fiyat açısından en makul maliyete sahip kaynaklardan birini oluşturmaktadır (IRENA, 2018: 115-127). Bu nedenle üretim maliyetlerinin düşük

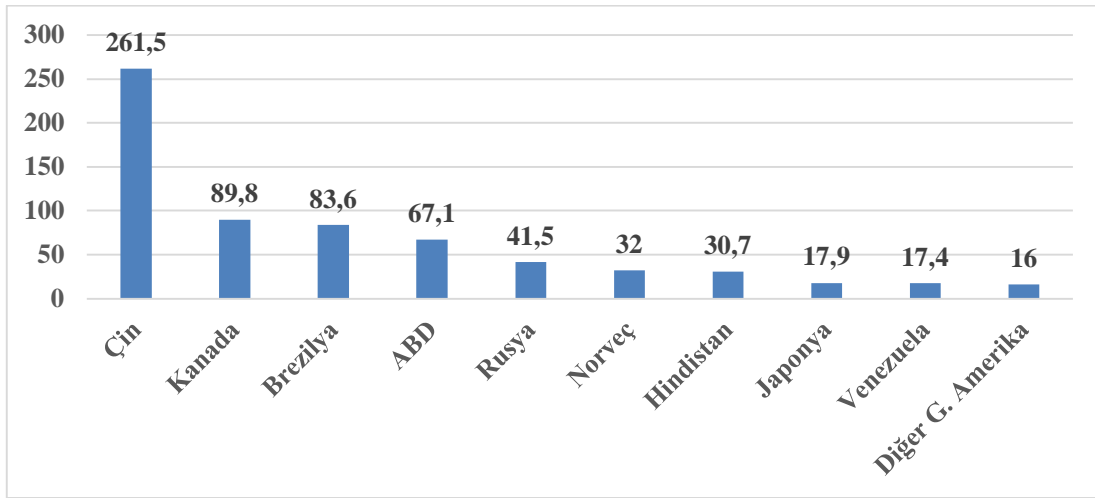
olması hidroelektrik enerjiyi yenilenebilir kaynaklar içerisinde en çok kullanılan kaynaklardan bir tanesi yapmaktadır. Dünya üzerinde hidroelektrik enerjiye olan talep giderek büyümekte ve tüketim miktarı her geçen yıl artmaktadır. BP (2018) verilerine göre dünyada 2017 yılı sonunda hidroelektrik enerji tüketim miktarı 918,6 (mtoep) olarak gerçekleşmiştir. Dünya tüketiminin %40'tan fazlası 371,6 (mtoep) ile Asya-Pasifik bölgesinde gerçekleşirken, bu bölgeyi sırasıyla Kuzey Amerika, Orta-Güney Amerika ve Avrupa bölgeleri takip etmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

**Şekil 1. 25. Bölgesel Hidroelektrik Enerjisi Tüketim Miktarları (2017-mtoep)**

En fazla hidroelektrik tüketimi gerçekleştiren ülkeler ise Şekil 1.26'da gösterilmektedir. Buna göre en fazla üretim gerçekleştiren ülkelerin, aynı zamanda Dünya'da en fazla hidroelektrik enerjisi tüketimi gerçekleştiren ülkeler olduğu görülmektedir. 2017 yılı sonunda en fazla tüketimi gerçekleştiren ülke 261,5 (mtoep) ile Çin olmaktadır. Çin bu tüketim miktarı ile dünya tüketim miktarının yaklaşık %29'luk kısmını tek başına karşılamaktadır. Kanada, Brezilya, ABD ve Rusya ise sırasıyla en fazla tüketimi gerçekleştiren diğer Dünya ülkeleri olmaktadır.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.

#### Şekil 1. 26. En Çok Hidroelektrik Enerjisi Tüketimi Gerçekleştiren 10 Ülke (2017-mtoep)

IEA tarafından yayımlanan 2050 yılı yenilenebilir enerji öngörülerine göre, dünya elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının %28'e yükselmesi beklenmektedir. Günümüzde de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde en büyük katkıyı hidroelektrik santraller sağlamaktadır. 2050 yılında da bu durumun sürmesi beklenmektedir (IEA, 2005). Bu nedenle her ne kadar hidroelektrik enerji üretilmesi için gerekli altyapının kurulabilmesi yüksek maliyet gerektirse de sağlamış olduğu verimlilik bir hayli fazla olmaktadır. Son olarak hidroelektrik enerji kullanımının sağlamış olduğu bir takım avantaj ve dezavantajlar Çizelge 1.26'da özetlenmektedir.

#### Çizelge 1. 26. Hidroelektrik Enerji Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
1.Barajlar uzun süreli kullanım için tasarlanmıştır. Bu nedenle verimliliği yüksektir.	1. Baraj inşa etmek son derece pahalıdır ve ciddi oranda maliyet yüklemektedir.
2.Elektrik üretimi istenildiği zaman durdurulabilir. Elektriğe talebin olmadığı anlarda hammadde depolanabilir.	2. Yüksek maliyet gerektirdiği için uzun yıllar üretimde kullanılması gerekmektedir
3.Bir baraj yapıldıktan sonra elektrik sürekli olarak üretilebilir	3. Oluşabilecek su baskınları çevreyi önemli bir tehlikeye sokabilir.
4. Atmosfere herhangi bir salınım olmadığı için çevreyi kirletmez.	4. Büyük barajların yapımı jeolojik yapıda ciddi hasarlara neden olmaktadır.
5. Barajlar çeşitli su sporları için kullanılarak turizm geliri sağlayabilmektedir.	5. Büyük barajların yapımı su seviyesini değiştirdiği için antik eserlerin zarar görmesine yol açabilir.

**Kaynak:** Yazar Tarafından Hazırlanmıştır.

#### 1.4.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, Dünya'nın içinden gelen termal enerji anlamına gelmektedir. Ayrıca, Dünya'nın termal enerjisinden faydalı amaçlar için yararlanmada kullanılan teknolojilerin toplanması anlamında da kullanılmaktadır. Faydalı amaçlar terimi genellikle termal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek anlamına gelmektedir; ancak bazı mühendisler aynı zamanda Dünya'nın ısını doğrudan binaları, banyo suyunu ısıtmak için ya da sadece yürüyüş yollarında kar eritmek için kullanma yollarını da bulmuşlardır (Tabak, 2009: 97-98).

Kısaca, yerin ısısı olarak tanımlanabilen jeotermal kaynak, yer kabuğunun derin kısımlarında birikmiş bulunan ısının oluşturmuş olduğu, çeşitli kimyasallar barındıran sıcak su, buhar ve gazlardan oluşmaktadır. Jeotermal enerji ise yerin derinliklerinde bulunan bu ısının taşınması yoluyla gerçekleştirilen ve depolama sonucu oluşan, sıcak su, buhar ve kuru buhar kullanılarak elde edilen ısı enerjisi olarak ifade edilmektedir (Kılıç vd., 2013:46).

Fosil yakıtların aksine, jeotermal enerjinin nispeten temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olduğu düşünülmektedir. Öte yandan kaplıcalar yüzyıllar boyunca balneolojik amaçlar için kullanılmasına rağmen, Dünya'nın ısının bir enerji kaynağı olarak kullanımı, ilk kez 1904'te, İtalya'nın Larderello şehrinde jeotermal buhardan elektrik üretildiği zaman gerçekleşmiştir. 1911 yılında İtalya'nın aynı şehrinde Dünya'nın ilk elektrik santrali kurulmuştur. 12,5 MW'lık olan bu santral 1913 yılına kadar sürekli olarak üretim gerçekleştirmiştir. Jeotermal enerjinin Dünya'ya yayılması 20 yy.'ın yarısına kadar İtalya'da sınırlı olarak oldukça yavaş gerçekleşmiştir. Daha sonra 1958 yılında Yeni Zelanda'da, 1960 yılında ABD'de ve 1961 yılında Japonya'da jeotermal enerji yoluyla elektrik üretiminde yapılan öncü çalışmalarla Dünya'nın diğer bölgelerinde bu enerjiye olan ilgi artmıştır (Gupta ve Roy, 2006: 12).

1960 yılında Kaliforniya'nın Gayzer bölgesinde ilk başarılı jeotermal elektrik santralini kurulumu gerçekleştirilmiştir. 1967 yılında iki elemanlı çevrim tipi santral Rusya'da kurulurken 1981 yılında ABD bu teknoloji ile tanışmıştır. Bunların yanında

2006 yılında Alaska'nın Chena Hot Springs bölgesinde 570 °C sıcaklık ile üretim gerçekleştirilebilecek bir tesis kurulmuştur (Çentez, 2012).

Bununla birlikte, bir elektrik santralini işletmek için bir jeotermal rezervuara erişim oldukça karmaşıktır ve dünya yüzeyinin altından sondaj yapılması gerekmektedir. Bilim adamları ve mühendisler jeotermal rezervuarları bulmalarına yardımcı olmak için jeolojik, elektriksel, manyetik, jeo-kimyasal ve sismik araştırma araçlarını kullanmaktadırlar. Öte yandan bilim adamları bir rezervuar buldukları zaman, konumunu doğrulamak için bir keşif kuyusu açmaktadırlar. Keşif kuyularının iyi bir jeotermal enerji üreticisi olup olmayacağını belirlemek için ise rezervuarın yüzey sıcaklığını ve akış hızlarını ölçmek gerekmektedir. Bir rezervuar bulunduğundan sonra, bu bölüm elektrik üretimi veya doğrudan kullanım için geliştirilmektedir. Eğer yüksek sıcaklıkta su ve buhar (250 ° F ila 700 ° F veya 121 ° C ila 371 ° C) söz konusu ise türbinler çalışmakta ve jeotermal enerji santralinde elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Oysaki düşük sıcaklıktaki su ve buhar (70 ° F ila 300 ° F veya 21 ° C ila 149 ° C) doğrudan kullanım uygulamaları için pompalanmaktadır (Mooney, 2012: 14).

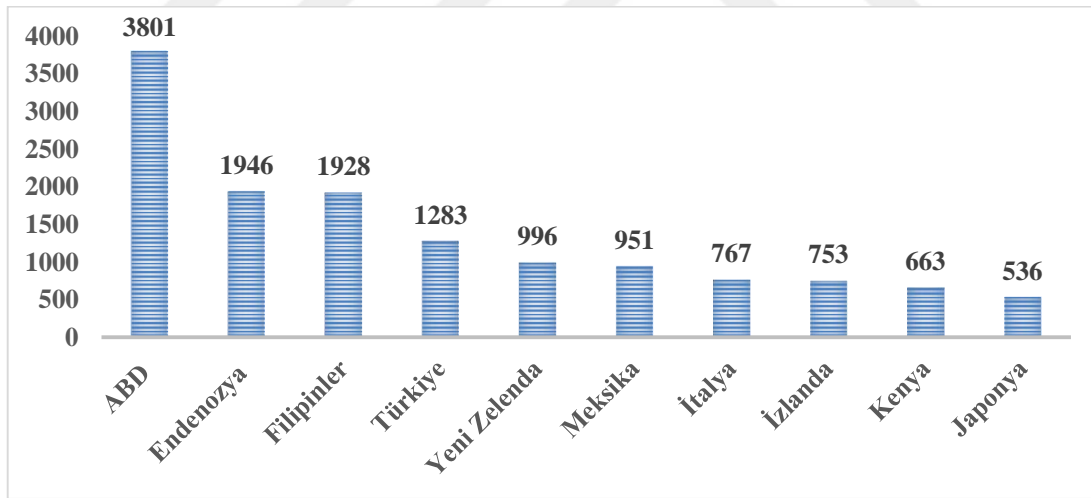
**Çizelge 1. 27. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları (Sıcaklık Derecelerine Göre)**

°C	Kullanım Alanları	Elektrik Üretme	Isıtma
180	Solüsyonun buharlaşması	+	
170	Hidrojen, sülfid yoluyla su elde edilmesi	+	
160	Kereste, Balık vb. yiyeceklerin kurutulması	+	+
150	Bayer's yoluyla alüminyum elde edilmesi	+	+
140	Konservecilik	+	+
130	Şeker endüstrisi, tuz elde edilmesi	+	
120	Tuzluluk oranının artırılması	+	
110	Çimento kurutulması		
100	Organik maddeleri kurutma		
90	Balık kurutma		+
80	Ev ve sera ısıtma		+
70	Soğutma		+
60	Kümes ve ahır ısıtma		+
50	Mantar yetiştirme, termal tedavi tesisleri		+
40	Toprak ısıtma, kent ısıtma, kaplıca tesisleri		+
30	Yüzme havuzları, mayalanma, damıtma		+
20	Balık Çiftlikleri		+

**Kaynak:** TÇV, 2007:102.

20. yüzyılın ilk dönemlerinde sağlık alanında ve yiyecekleri pişirmede kullanılan jeotermal enerji kaynakları günümüz teknolojilerinin geliştirilmesi ile pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen teknoloji ile birlikte jeotermal enerjinin kullanım alanları çeşitlendirilmiş ve geliştirilmiştir. Her ne kadar kullanım alanlarının başında elektrik üretimi gelmiş olsa da bu enerji kaynağı ısıtma, pişirme ve endüstrinin pek çok alanında üretim amaçlı kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin kullanım alanları sıcaklık derecesine göre farklılık gösterebilmektedir (www.habitatderneği.org). Jeotermal enerjinin sıcaklık derecesine göre kullanım alanları Çizelge 1.27’de özetlenmektedir.

Bazı jeotermal santraller hem elektrik hem de ısı üretimi gerçekleştirmektedir. Bu nedenle bu santrallerde veri toplamada zorluklar yaşanabilmektedir. Bu durum ise jeotermal enerjinin tüketim miktarının tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Oysaki jeotermal enerji üretim kapasitesi, elektrik enerjisi üretimi olarak hesaplanabilmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2019.

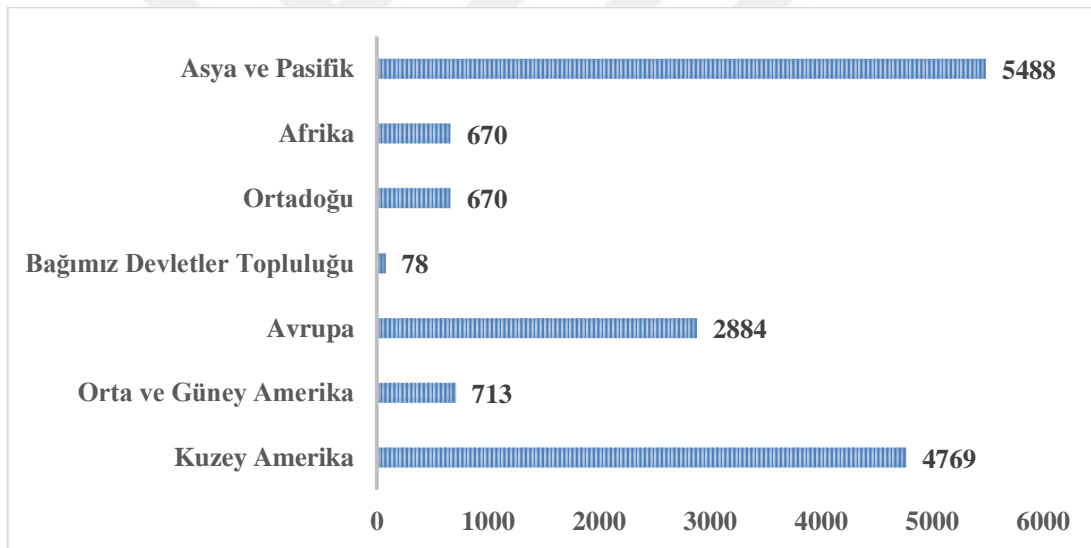
#### Şekil 1. 27. En Çok Kurulu Jeotermal Enerji Gücüne Sahip İlk 10 Ülke (2018-MW)

REN 21 tarafından yayımlanan 2019 yılı raporuna göre, 2018 yılı sonunda jeotermal enerji üretim kapasitesi Dünya genelinde 0,5 GW artış göstermiştir. Türkiye ve Endonezya gibi ülkeler yeni kurulum artışı olarak en fazla paya sahip olan ülkeler oluşunu sürdürürken 2018 yılında Dünya’daki kapasite artışının üçte ikisi bu ülkeler



tarafından karşılanmaktadır. Öte yandan 2018 yılı sonunda, jeotermal enerji üretim kapasitesinin en fazla olduğu ülkeler sırasıyla ABD, Endonezya, Filipinler, Türkiye, Yeni Zelanda, Meksika, İtalya, İzlanda, Kenya ve Japonya'dır (REN21, 2019: 80).

2018 yılı sonunda Dünya'da gerçekleştirilen jeotermal enerji gücü kapasitesi 14.601 MW olarak gerçekleşmektedir. Gerçekleşen bu üretim kapasitesinin 13.624 MW'lık kısmı Şekil 1.27'de gösterilen 10 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu 10 ülke sahip oldukları kurulum gücü ile Dünya'nın yaklaşık %94'lük kısmını karşılamaktadır. Jeotermal enerji kapasitesi, bölgesel olarak değerlendirildiğinde ise 5488 MW kapasite ile Asya- Pasifik bölgesi en fazla jeotermal enerji kurulum gücüne sahip olan ülkedir. Bu ülkeyi sırasıyla Kuzey Amerika ve Avrupa bölgeleri takip etmektedir.



**Kaynak:** BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2019.

**Şekil 1. 28. Bölgesel Kurulu Jeotermal Enerji Gücü Kapasitesi (MW)**

Bu sektöre özgü çeşitli zorlukların yanı sıra küresel jeotermal enerji endüstrisi 2018 yılı sonunda tüm iyimserliğini koruyabilmiştir. Uluslararası ajanslar ve kalkınma bankaları, bu zorlukların bazılarının üstesinden gelmek ve yeni gelişmeleri finanse etmek için birtakım fırsatlar sunmaktan çekinmemiştir. Ancak sunulan bu fırsatların çok küçük kaldığı göz ardı edilememektedir. 2018 yılında gerçekleştirilen jeotermal sektöründeki küresel yatırım tahmini 2,2 milyar ABD doları

olarak gerçekleşmiştir ki bu rakam büyük hidroelektrik projeleri hariç tüm yenilenebilir enerji yatırımlarının çok küçük bir kısmını (% 1'den az) temsil etmektedir (REN21, 2019: 84). Son olarak Çizelge 1.28'de jeotermal enerji kullanımının sunmuş olduğu bir takım avantaj ve dezavantajlar gösterilmektedir.

**Çizelge 1. 28. Jeotermal Enerjinin Avantaj ve Dezavantajları**

Avantajları	Dezavantajları
1.Sonsuz ve tükenmeyen bir enerji kaynağıdır.	1.Buhar gücü yeraltından çıkarıldığı için, zehirli mineralleri de yeryüzüne getirebilirler.
2.Enerjiyi üretmek için herhangi bir yakıt kullanmadığından temiz bir enerji kaynağıdır.	2.Su ve buhar pompalarken jeotermal tesisler gürültü kirliliği oluşturmaktadırlar.
3.Tesisler yakıt alanlarının tam üzerine kuruldukları için çok fazla alan kaplamazlar.	3.Kurulum maliyetleri bir hayli fazladır.
4.Petrol sızıntısı gibi herhangi bir durum oluşmadığından çevreye zarar vermez, bitki örtüsü ve canlılar üzerinde herhangi bir olumsuzluk oluşturmaz.	4.Yaygın olarak bulunmayan bir enerji kaynağıdır.
5.Güvenilir bir enerji kaynağı olup, haftanın yedi günü 24 saat üretim gerçekleştirebilmektedir.	5. Sadece toprak altındaki sıcaklıkların oldukça düşük olduğu ve uzun süre buhar üretebileceği bölgeler için uygundur. Sınırlı bölgelere kurulabilir

**Kaynak:** Orr, 2008: 27-28.

#### 1.4.5. Dalga Enerjisi

Dünya'nın sahip olduğu enerji kaynakları, mevcut enerji kaynakları talebini karşılamakta zorlanmaktadır. Bu nedenledir ki her geçen gün enerji kaynaklarına olan ihtiyaç giderek artmakta ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinin önemi hayati olmaktadır. Bu noktada Dünya'nın  $\frac{3}{4}$  ünü kapsayan okyanuslar enerji üretim potansiyeli fazla olan bir kaynak olarak dikkati çekmektedir. Okyanuslarda bulunan bu kinetik enerji gücü çevreyi kirletmeyen ve sürekli olarak kendini yenileyebilen tükenmez bir kaynak olmaktadır (Dikmen, 2009: 104).

Dalga oluşumu deprem, tsunami, gel-git gibi pek çok faktör tarafından oluşabildiği gibi, en etkili oluşum faktörü şüphesiz dünya yüzeylerinin farklı ısınması sonucunda oluşan rüzgârlardır. Rüzgârların deniz yüzeyinde esmesi sonucunda dalgalar oluşmaktadır (Pecher ve Kofoed, 2017: 43-44). Dalga enerjisi, yoğunlaştırılmış bir güneş enerjisi formu olarak düşünülebilmektedir. Yeryüzünün farklı ısınması sonucunda ortaya çıkan rüzgârlar, açık su kütlelerinin üzerinden

geçtiklerinde enerjilerinin bir kısmını dalgalar halinde aktarmaktadırlar. Enerji, hem potansiyel enerji (ortalama deniz seviyesinden çıkarılan su kütlesinde) hem de kinetik enerji (su parçacıklarının hareketinde) olarak dalgalar halinde depolanabilmektedir. Aktarılan enerji miktarı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan dalgaların büyüklüğü, rüzgâr hızına, rüzgârın estiği zamanın uzunluğuna ve üzerinde estiği mesafeye bağlı olarak değişebilmektedir (Brooke, 2003:7).

Rüzgâr tarafından oluşan dalga enerjisi, diğer faktörler tarafından oluşan kaynaklara göre daha etkili olmaktadır. Çünkü diğer etmenler yoluyla oluşan dalga enerjisinin sürekliliği olmazken rüzgâr yoluyla oluşan dalga enerjisi süreklilik arz etmektedir. Öte yandan dalga enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında en çok önerilen kaynakların başında gelmektedir. Bunun nedeni ise güvenilir olmasının yanı sıra, rüzgâr ve güneş gücüne zamanın %20-30'da erişim mevcutken dalga gücüne erişimin zamanın neredeyse %90'da mevcut olabilmesidir (Yılmaz, 2015: 53).

Dalgalardan enerji üretilmesi alanında yapılan çalışmaların elektrik enerjisi alanında yoğunlaştığı görülmektedir. Dalga yoluyla elektrik üretebilmek için dalga enerjisi dönüştürücüleri mevcuttur. Zaman bakımından değerlendirildiğinde dalga enerjisi dönüştürücülerinin çok eski tarihlere kadar gidebildiği görülmektedir. Bu anlamda dalga enerjisi dönüştürücülerinin patenti ilk kez 1799 yılında alınmıştır. Modern dönemde ise dalga yoluyla elektrik enerjisi üretilebileceği fikri, 1970'li yılların başında enerji krizinin ortaya çıkmasıyla birlikte, Nature dergisinde Prof. Dr. Stephen Salter tarafından 1974 yılında kaleme alınan bir makale ile ortaya koyulmuştur (Pecher ve Kofoed, 2017: 22-23).

Dalga yoluyla elektrik enerjisi üretilmesinde kullanılan sistemler temel olarak "Sabit Sistemler (fixed devices)" ve "Yüzen Sistemler (floating devices)" olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sabit sistemler kıyı boyunca veya kıyı arkasına inşa edilen sağlam yapılar olup günümüzün en çok kullanılan ve en gelişmiş dalga enerji santrallerini oluşturmaktadır. Yüzen sistemler ise su yüzeyine inşa edilen ve hareket kabiliyeti olan yapılardır (Gülay, 2008: 102).

Bu sistemlerin kullanmış olduğu türbinler üç grupta değerlendirilmektedir. Bu türbinlerin tamamında sabit ve yüzen sistemler mevcuttur. Bu sistemler (Örer vd., 2003: 8-12):

❖ *Dalga hareketini kullanabilen sistemler:*

- Dalga hareketini kullanan sabit sistemlerde, dalgaların oluşturmuş olduğu bağıl hareketler cisim ile deniz zemini arasında gerçekleşmektedir. Cisim ile deniz zeminini birbirine bağlamada pompa ya da redüktörler kullanılmaktadır. Bu pompalar ya da redüktörler 1-50 KW nominal güce sahip olan türbinleri çalıştırabilmektedir.
- Dalga hareketini kullanan yüzen sistemlerde, dalgaların oluşturmuş olduğu bağıl hareketler yüzen bir cisim ile yüzen belirli bir nokta arasında gerçekleşmektedir. Dalga hareketleri sonucunda referans noktaları değişebileceği için ve bir tsunami durumunda bu yapılar batabileceği için elektrik üretimi zor olan yapılardır.

❖ *Dalga basıncını kullanabilen sistemler:*

- Dalga basıncını kullanabilen sabit sistemlerde, cisme ulaşan dalgaların düzgün bir deniz akıntısına dönüştürülmesi hedeflenmektedir. Bu tip bir santral ilk kez 1986 yılında Norveç'te kurulmuş ve günümüzde de halen kullanılmaktadır. Bu sistem 350 KW güce sahip olmakla birlikte, 400 KW güce kadar ulaşabilmektedir.
- Dalga basıncını kullanabilen yüzen sistemlerde, dünya üzerinde pek çok prototip uygulaması olmakla birlikte, projesi bitirilmiş ve kullanıma sunulmuş olan herhangi bir sistem söz konusu değildir.

❖ *Hava basıncını kullanabilen sistemler:*

- Hava basıncını kullanan sabit sistemlerde, dalga tarafından taşınan deniz suları, kapalı bir konstrüksiyonun alt tarafından geçerek yükselmektedir. Bu şekilde yapı içerisinde bulunan hava sıkışmaktadır. Sıkışan bu hava kütlesi türbinleri çalıştırmakta ve bu şekilde enerji üretimi gerçekleşmektedir. 500 KW güce ulaşabilen böyle bir sistem ilk kez Norveç'te kurulmuş ancak 1988 yılında meydana gelen kasırga sonucu yıkılmıştır.
- Hava basıncını kullanan yüzer sistemlerde, basınçlı hava üretebilen yüzer sistemlerdir. Çin'de kullanılan yüzen deniz fenerlerinde bu sistem kullanılmaktadır.

Son olarak yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yeri olan dalga enerjisinin, sınırsız bir enerji gücü oluşu tercih edilmesini kolaylaştırırken henüz Dünya üzerinde dönüşüm anlamında yeterli teknolojilerin gelişmemesi daha az projelendirilmesine neden olmaktadır. Dalga enerjisinin kullanımının avantaj ve dezavantajları Çizelge 1.29'da özetlenmektedir.

**Çizelge 1. 29. Dalga Enerjisinin Avantaj ve Dezavantajları**

<b>Avantajları</b>	<b>Dezavantajları</b>
1. Bol ve sonsuz bir güç kaynağına sahiptir.	1. Her dalga boyutunu elektrik enerjisine dönüştürebilecek bir teknolojinin oluşturulamaması
2. Fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaktadır.	2. Gemi rotalarının geçiş güzergâhları, balık avlanma alanları, askeri tatbikatlar, su altı kabloları gibi pek çok unsur olası dalga enerji projelerini yavaşlatabilmektedir.
3. Temiz bir enerji kaynağıdır. Küresel ısınma, asit yağmurları ve çevre kirliliği gibi tüm olumsuzlukları azaltarak kıyıların korunmasına katkıda bulunmaktadır	3. Dalgadan elektrik enerjisi üretim tesisleri yüksek kurulum maliyetleri gerektirmektedir.
4. Elektrik şebekesinin olmadığı uzak alanlara elektrik ulaştırabilmektedir.	4. Dünyada teknolojik olgunluğa henüz erişilememesi bu tesislerden beklenen verimliliği düşürebilmektedir.
5. Tuzlu suları tatlı suya dönüştürerek kullanıma sunmaktadır.	

**Kaynak:** (Sağlam ve Uyar, 2014:2).

#### 1.4.6. Biokütle Enerjisi

Biyogaz tanımlaması ilk kez 18 yy. orta kısımlarında Volga tarafından yapılmış ve günümüze kadar gelişerek büyüme göstermiştir. İlk oksijensiz (anaerobik) biyogaz tesisi 1859 yılında Hindistan'ın Bombay kentinde kurulmuştur. 1883-1884 yıllarında hayvan gübresi ile olan çalışmalar ilk kez Gayon tarafından gerçekleştirilirken bu gazın ısıtma ve aydınlanma amacı ile kullanılabilceği fikri ortaya çıkmıştır. Öte yandan 1895 yılında İngiltere'de "Atık Su Arıtma" yoluyla biyogaz üretimi gerçekleştirilmiş ve 20 yy. başlarında Almanya başta olmak üzere biyogaz üretimi Dünya genelinde büyük bir gelişme göstermiştir. II. Dünya Savaşı ile birlikte biyogazın hem ısıtma hem de elektrik üretiminde kullanılabilceği sistemler geliştirilirken günümüze kadar süregelen ve kullanılan oksijensiz ortamda çürütme tesisleri sürekli hale gelmiştir (www.muhendisbeyinler.net).

Dünya'nın artan enerji ihtiyacını karşılayacak temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından bir tanesini de biokütle enerjisi oluşturmaktadır. Çok önemli bir enerji kaynağı olan biokütle enerjisi tükenmez bir enerji kaynağıdır. Çünkü Güneş var olduğu sürece bitkiler de var olacağı için biokütle enerjisi de sürdürülebilir bir kaynak olmaya devam edecektir. Ağaçlar, özel yetiştirilebilen her türlü bitki türleri, ev atıkları, her türlü otlar ve yosunlar, çöpler, hayvansal atıklar gibi pek çok madde biokütleye örnek olarak verilebilmektedir (Topal ve Arslan, 2008: 242).

Biyogaz ise organik her türlü malzemenin anaerobik koşullar altında biyokimyasal fermantasyon tarafından üretilen bir gaz şeklidir. Yanıcı, renksiz, kokusuz bir gaz türü olan biyogaz, 110 oktan derecesi ile havadan daha hafif bir gaz türü olmaktadır. Parlak mavi bir alev şeklinde yanmaktadır ve esas olarak metan ve karbondioksit gazlarından oluşmaktadır (Ayhan, 2015: 48). Kısaca ifade etmek gerekirse her türlü organik malzemeden biyolojik yollarla elde edilen enerji türüne biokütle enerjisi denilmektedir.

Temel olarak biokütle 3 kategoride değerlendirilmektedir:

- sıvı gübre, yem atığı, hasat atığı ve enerji bitkileri gibi çiftlik kökenli atıklar
- ayrı toplanan organik atıklar (organik atık konteynirlerinde), pazar atığı, süresi dolan yiyecek veya yiyecek atığı gibi özel ev ve belediyelerden gelen atıklar
- gliserin, gıda işleme yan ürünleri veya yağ ayırıcılardan kaynaklanan atıklar gibi endüstriyel yan ürünler (Wellinger vd., 2013: 1).

Genel olarak değerlendirildiğinde biokütle enerjisi 3 temel alanda kullanılmaktadır. Çoğunlukla ulaşım alanında kullanılmakta olan bu enerji türü, elektrik ve ısı amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Biokütle enerji üretimi ise klasik ve modern yöntemler olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Çoğunlukla gelişmekte olan ülkeler tarafından kullanılan klasik yöntem, odun, odun kömürü ve hayvansal atıklardan oluşup ısınma, pişirme ve aydınlanma gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Öte yandan gelişmiş ekonomiler tarafından tercih edilen modern yöntem ise, organik atıkların yakılması, biyodizel, ulaşımında kullanılan sıvı yakıtlar, piroliz gibi pek çok üretim metodunu kapsamaktadır (Yılmaz, 2015: 49-50). Öte yandan %50-75 metan, %25-50 karbondioksit, %2-8 azot, oksijen ve diğer gazları bünyesinde barındıran ham biyogaz (Wellinger vd.,2013:3), farklı çevrim teknolojileri kullanılarak biyokütle enerjisine dönüştürülmektedir.

Genel olarak biokütleyi enerjiye dönüştürmede termik ve biyolojik olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Termik dönüşüm sistemlerinde, katı veya sıvı maddeler ya direkt olarak yakılmaktadır ya da piroliz veya gazlaştırma yöntemleri kullanılarak ortaya çıkarılan bu gazlar yakılmaktadır. Biyolojik dönüşüm sistemlerinde ise formantasyon, havasız ortamda çürütme gibi yöntemlerle sıvı ve gaz üretimine dönüştürülmektedir (Teske vd., 2007: 76).

#### ❖ *Termik Sistemler*

- *Piroliz:* Oksijensiz bir ortamda organik moleküllerin parçalanması işlemi sonucunda biokütleden gaz elde etme işlemidir. Bu işlem ile katı yakıtlar, sıvı ve gaz olan yakıtlara dönüştürülmektedir.

- *Doğrudan Yakma*: Biokütlenin havasız ortamda mikroorganizmalar yoluyla oksijensiz bir alanda fermantasyona uğraması sonucunda, her yerde kullanılabilen bir yakıt ve gübre haline dönüşme işlemidir.
- *Gazlaştırma*: İçerisinde karbon barındıran katı atıkların yüksek sıcaklıkta bozunması sonucunda yanabilir gaz açığa çıkarma işlemidir (Koçer ve Ünlü, 2007:177-178).
- ❖ *Biyolojik Sistemler*
- *Karbonlaştırma (Havasız Ortamda Çürütme)*: Odun ve kömür gibi organik maddelerin havasız bir alanda kimyasal olarak parçalanması işlemidir.
- *Fermantasyon (Mayalama)*: Organik maddelerin barındırdığı karbonhidrat, protein ve yağların mikroorganizmaların salgıladığı enzimler sonucunda parçalanması ile CO<sub>2</sub>, asetik asitler ve çözülebilen uçucu organik maddelere dönüşmesi işlemidir (Koçer ve Ünlü, 2007:177-178).

Farklı biyolojik hammaddeler, yukarıda açıklanan işlemler kullanılarak enerjiye dönüştürülmektedir. Kurulu olan biyoenerji dönüşüm tesislerinin çoğu tamamen ticari iken kurulum aşamasında olanların birçoğu da geliştirme, ticarileşme aşamasındadır. Küresel enerji arzına en büyük yenilenebilir katkıyı sağlayan enerji türlerinden bir tanesi de biyoenerjidir. 2017 yılsonu itibariyle, geleneksel biokütle enerjisi kullanımı da dâhil olmak üzere, biyoenerjinin nihai enerji tüketimine yaklaşık % 12 katkısı bulunmaktadır (REN21, 2019: 71).

2017 yılında biyoenerji, toplam nihai enerji tüketimine (TFEC) yaklaşık %5,0 katkıda bulunurken, küresel ısı enerjisi toplamının % 5,0'ı, toplam taşımacılığın % 3,0'ı ve küresel elektrik toplamının % 2,1'ine katkıda bulunmaktadır. 2017 yılı sonunda modern biyoenerji kullanımı, ulaştırma sektöründe % 7'ye küresel elektrik sektöründe yaklaşık % 9 ve ısıtma için yaklaşık % 1,8 büyüme göstermektedir. Öte yandan geleneksel biokütle enerjisinin kullanımı da modern tekniklere bağlı olarak azalmaktadır. Geleneksel biokütle enerjisinin TFEC içerisindeki payı, 2006 yılında küresel tüketimin % 8,8'inden 2017'de % 7,6'ya düşmektedir (REN21, 2019: 72).



Binaların ısıtılması için biyoenerjinin modern kullanımı %54 ile AB'de yoğunlaşmaktadır. İtalya, Fransa ve Almanya küresel toplam kullanımın %44'ünü oluşturmaktadır. Konut ve ticari binaları ısıtmak için çoğunlukla İtalya, Almanya ve İsveç önde gelen ülkelerdir. İsveç ve Finlandiya, bölgesel ısıtma sistemlerinde biyoenerjinin kullanımında küresel olarak lider olmakla birlikte, bu uygulama Danimarka ve Litvanya da dâhil olmak üzere diğer ülkelerde de yaygınlaşmaktadır (REN21, 2019: 72).

2017 yılında 121 GW olan küresel biyoenerji kapasitesi, 2018 yılı sonunda %6,5 artarak 130 GW'a yükselmiştir. Öte yandan toplam biyoelektrik üretimi 2017'de 532 Terawatt (TWh) gerçekleşirken 2018 yılında 581 TWh'ye yükselmiştir. 2018'de AB üretimi % 6 büyüyerek Dünyanın en büyüğü oluşunu sürdürürken 2018 yılında %14 artışla Çin en hızlı büyüme gösteren ülke olmuştur. 2018 yılı sonunda Dünyada en fazla biyoelektrik üreticisi ülke Çin olurken bu ülkeyi ABD takip etmektedir. Diğer büyük üreticiler ise Brezilya, Almanya, Hindistan, Birleşik Krallık ve Japonya olmaktadır (REN21, 2019: 73). Son olarak biokütle enerjisinin kullanım avantajları ve dezavantajları aşağıdaki Çizelge 1.30'da gösterilmektedir

**Çizelge 1. 30. Biokütle Enerjisi Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları**

<b>Avantajları</b>	<b>Dezavantajları</b>
1.Yetiştirme alanları çok fazladır, her yerde yetiştirilebilir.	1.Düşük dönüşüm verimliliği söz konusu olmaktadır.
2.Üretim ve dönüşüm sistemleri iyi bilinmektedir.	2.Tarım alanları için rekabet oluşturmaktadır.
3.Depolanabilme özelliğine sahiptir.	3.Çok fazla suya ihtiyaç duymakta ve su içeriği çok fazladır.
4.Herhangi bir çevre kirliliği oluşturmaz ve asit yağmurlarına sebebiyet vermez.	
5.Yüksek enerji verimliliği söz konusudur.	

**Kaynak:** (Kılıç, 2007:99).

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak enerji tüketiminin belirleyicileri açıklanmaktadır. İkinci olarak ise ulusal ve uluslararası literatürde enerji alanında yapılan yaklaşık altmış çalışma incelenmektedir. Bu kapsamda enerji alanında yapılan çalışmalar, hem zaman serisi analizi olarak yapılan çalışmalar hem de panel analiz olarak gerçekleştirilen çalışmalar olmak üzere ulusal ve uluslararası ayrımı gözetilerek geniş bir şekilde incelenmektedir.

#### 2.1. Enerji Tüketiminin Belirleyicileri

Çalışmada ekonomik büyüme, enerji fiyatları ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkenleri enerji tüketiminin belirleyicisi olarak incelenmektedir. Bu bölümde ilgili değişkenlerin enerji tüketimi ile olan ilişkisi teorik olarak detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

##### 2.1.1. Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisi

Sanayi devrimi ile birlikte dünyada makineleşmenin artması, II. Dünya Savaşı sonrasında uygulanan refah ekonomi politikalarının getirdiği yüksek büyüme oranları ve özellikle 1970’li yılların başında yaşanan enerji krizleri, enerjinin ekonomik ve sosyal yaşam üzerinde olan etkisini ortaya çıkaran temel olaylar olarak bilinmektedir (Öncel vd., 2017: 399). 1970’li yıllarda yaşanan enerji krizleri, petrol fiyatlarının yükselmesini beraberinde getirmiştir. Enerji fiyatlarındaki yükseliş özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesini azaltmış ve ekonomilerin küçülmesine neden olmuştur. Enerji fiyatlarının büyüme üzerinde ortaya çıkardığı bu olumsuzluk, 1970’li yılların sonunda enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırma konusu haline getirmiştir (Aydın, 2010:320).

Enerji, bir ülkenin ekonomik büyüme ve sosyal kalkınmasını gerçekleştirmesinde temel üretim faktörlerinden bir tanesini oluşturmaktadır. Üretim

miktarını artırmak isteyen bir ülkenin enerjisi bir girdi olarak kullanması da kaçınılmaz olmaktadır. Şüphesiz sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirebilmek, enerji tüketiminin artırılmasını gerektirmektedir. Enerji tüketiminin artırılması ise dolaylı bir şekilde ekonomik büyümenin artması ve üretim faktörleri artışının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Bilginoğlu, 1991:124-125). Bu durum üretim miktarlarını, enerji tüketimini ve ekonomik büyümeyi artıran bir üçlü sarmalı ortaya çıkarmaktadır.

*Klasik ve Neoklasik İktisatçıların Enerjiye Bakışı:*

Klasik iktisatçılar, tarımda emek ve sermaye maliyetinin yanı sıra, bir fazlalığın varlığını açıklamak için toprağın ekonomiye katkısını araştırmışlardır. A. Smith “doğanın doğurganlığından”, D. Ricardo, “toprağın üretken ve yok edilemez güçlerinden” çalışmalarında bahsetmektedirler. J. McCulloch “birçok malzeme ve elementin bir arada karıştığı ve üzerinde çalıştığı harika bir kimya atölyesi” olarak doğanın ekonomiye yapmış olduğu katkıyı, enerjinin varlığı olarak net bir şekilde açıklamaktadırlar. Benzer bir şekilde, John Stuart Mill (1848), “maddenin iş birliği içinde çalıştığı ve hatta ikame olarak kullanılabilirdiği aktif enerjileri içerdiğini” yazmaktadır. Aynı şekilde Frédéric Bastiat (1850) ışık, ısı, elektrik, bitki ömrü, rüzgâr, esneklik, yerçekimi gibi - enerjinin üretime katkıda bulunduğu farklı biçimlerinin varlığından bahsederken bu güçlerin hem tarımda, hem de imalatta kullanıldığını açıklamaktadır (Alam, 2006: 5).

Neoklasik büyüme modelleri temelde üç grupta değerlendirilmektedir. Bu büyüme modellerinden ilki Solow (1956) tarafından geliştirilen büyüme modelidir. Solow büyüme modeline göre, ekonomik büyüme sadece teknolojik gelişmenin artırılması yoluyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu modelin eksik yönü teknolojik gelişmenin nasıl gerçekleşeceğini açıklayamamasıdır. İkinci grupta Arrow (1962) tarafından geliştirilen büyüme modeli yer almaktadır. Bu modele göre ekonomik büyümenin kaynağı olarak yalnızca doğal kaynaklar görülmektedir. Bu modelde sınırsız olan doğal kaynaklar ile insanın üretmiş olduğu sermayenin birbiri yerine ikame edilerek ekonomik büyümenin gerçekleşebileceğini ortaya koymaktadır. Son grupta yer alan büyüme modelinde ise teknoloji ve doğal kaynaklar büyümenin temel faktörü olarak değerlendirilmektedir. Her üç grupta yer alan model de enerjinin

ekonomiye olan katkısını üretim maliyeti olarak dikkate almaktadır. Bu nedenle Neoklasik büyüme modellerinde enerji, birincil bir üretim girdisi olarak değil ara mal olarak değerlendirilmektedir (Stern ve Cleveland, 2004: 8-10).

Neoklasik iktisadi düşünürler, enerjiyi ekonominin tamamen dışında tutmaktadırlar. Neoklasik iktisadi görüşe göre bir ülkenin ekonomik olarak büyümesi, emek ve teknoloji kullanımındaki artışa bağlı olmaktadır (Yurdakul, 2018: 51). Neoklasik iktisatçılar enerjiyi bir hammadde ya da ara mal olarak kabul etmektedirler ki bu düşünceleri hatalı görülmektedir. Çünkü enerji ve hammaddenin ekonomide gerçekleştirdiği işlevde temel bir ayrımı görmezden gelmektedirler. Petrol, demir cevherini demire, çeliğe ve nihayetinde binlerce nihai çelik ürününe dönüştürmektedir. Bu nedenle enerji, hammaddeleri nihai ürüne dönüştüren işi yönlendirmektedir (Alam, 2006: 6). Bu açıdan bakıldığında Neoklasiklerin enerjiyi ekonominin dışında tutan görüşleri eleştiri konusu olmaktadır. Öte yandan ekonomide makineleşmenin artmasıyla birlikte, makinelerin hızlanması üretim artışını ve ekonomik büyümeyi beraberinde getirmektedir. Bu nedenle enerji ile büyüme arasında doğrudan bir ilişkinin varlığı söz konusu iken hız kavramı ise enerji ile tamamen alakalı bir kavram olmaktadır (Alam, 2006: 4-6).

#### *Ekolojik İktisatçıların Enerjiye Bakışı:*

Ekolojik iktisatçılar, hem Neoklasik Büyüme Modelleri hem de Dışsal Büyüme Modellerini, enerjiyi birincil üretim faktörü olarak dikkate almadıkları için şiddetle eleştirmişler ve enerjiye birincil üretim faktörü olarak daha büyük rol veren alternatif modeller geliştirmeye çalışmışlardır (Ayres, 2001: 820). Bu geliştirilen büyüme modelleri, Neoklasik iktisadın eksikliğini eleştirmenin yanında, GSYH'nın geçmiş verilerine son derece uyumlu olduğu için kıymetli olmaktadır. Geliştirilen yeni modeller birtakım özellikleri ortak olarak kabul eden modellerdir (Sorrell ve Dimitropoulos, 2007: 120):

- Bir üretim faktörü olarak enerji, üretim fonksiyonunda yer almaktadır.
- Neoklasik büyüme modelleri enerjiyi bir üretim maliyeti olarak dikkate almaktadır. Ancak ekolojik büyüme modelleri enerjiye üretim fonksiyonunda

yer verdikleri için, enerjinin marjinal verimliliği de üretim fonksiyonu ile tahmin edilecektir.

- Faktör verimliliğinin sabit olacağı varsayımlarında sapmalar meydana gelmektedir.
- Termodinamik dönüşüm verimliliğindeki ilerlemeler, teknolojik değişim yerine kullanılmaktadır.

Smile (1994) gibi ekonominin coğrafya ilişkisini inceleyen bazı bilim adamları ile Wrigley (1988) ve Allen (2009) gibi ekonominin tarihini inceleyen bilim adamları, enerji faktörünü sanayi devriminin en önemli faktörü olarak görürlerken, ekonomik büyüme üzerinde de çok hayati bir rolü olduğu üzerinde hemfikir olmaktadır. Ekonomik büyümenin artırılması konusunda enerjiyi önemli bir unsur olarak görenler daha çok Ekolojik iktisatçılardır. Georgescu-Roegen (1971); Costanza (1980); Cleveland vd., (1984); Hall vd., (1986); Grever vd., (1986); Ebohon (1996); Stern (1997, 2010); Templet (1999); Ayres ve Warr (2005) enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki rolünü, ekonominin biyofiziksel temellerine dayandırmaktadırlar. Bu ekonomi modelleri, enerji kaynaklarını önemli bir üretim faktörü olarak kabul etmektedirler. Bu görüşe göre sermaye ve işgücü tarafından sağlanan tüm değerler enerji aktivitesinden elde edilmektedir (Çetin ve Şeker, 2012: 88).

Enerji, gerek kavram gerekse üretim faktörü olarak değerlendirildiğinde, modern anlamda ilk kez ekonomideki yerini ekolojik iktisat yaklaşımı ile almıştır. Ekolojik iktisat yaklaşımının ortaya çıkmasıyla birlikte, emek ve sermaye arasında meydana gelen faaliyet akımı ya da bir diğer deyişle Neoklasik faaliyet akımı döngüsü, küresel ekosistemin bir alt sistemi olarak görülmeye başlanmıştır. Ekolojik iktisat anlayışı küresel ekosistemin tek enerji kaynağı olarak güneş enerjisini kabul etmektedir. Güneş enerjisinin tükenmez oluşu, bu yaklaşımda enerjiyi üretimin tek birincil faktörü olarak kabul etmektedir (Usta, 2016: 182).

Enerjinin ekonomi ile olan ilişkisini ekolojik iktisatçılar, termodinamik yasalarını kullanarak açıklamaya çalışmaktadırlar. Termodinamik yasalardan ilki enerjinin yok edilemeyeceğini ve yaratılamayacağını ortaya koymaktadır. Çünkü ekosistemde kullanılabilir olan yegâne enerji kaynağı Güneş'tir. Bu görüşe göre bir

enerji kaynağı olan Güneş ekosisteme girmekte ve tekrar ısı ve atık madde olarak ekosisteme dönmektedir (Şentürk, 2012: 10-11). Termodinamiğin ikinci kanunu enerjinin kullanıldıkça verimliliğin ya da kullanılabilirliğinin azalması olarak adlandırılan entropi kanunudur. Ekolojik iktisatçılar, enerji kavramını entropi kanunu ile ilişkilendirmektedirler. Bu kanun, bir maddeden başka bir madde elde edebilmek için enerjiden faydalanmanın gerekliliğini ve böylelikle üretim sürecinde enerjinin diğer girdilerle olan ikamesi durumunun sınırlandırılabilirliğini göstermektedir (Ockwell, 2008: 4602). Sonuç olarak gerek klasik ve neoklasik iktisatçılar, gerekse ekolojik iktisatçılar enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini teorik olarak açıklayabilmektedirler. Bu anlamda ulusal ve uluslararası literatürde pek çok çalışma enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini ortaya koymaktadır. Asafu-Adjave (2000), Wolde-Rufael (2005), Lee (2006), Karagöl vd. (2007), Lee ve Chen (2010), Pao ve Tsai (2011), Azam vd. (2015), Baek (2016) gibi pek çok çalışma enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini doğrulamaktadır.

### **2.1.2. Enerji Tüketimi İle Enerji Fiyatları İlişkisi**

İktisadın en temel - evrensel yasalarından birisi arz-talep yasasıdır. Buna göre, ceteris paribus, bir şey bollaştıkça fiyatı azalmakta, kıtlaştıkça fiyatı artmaktadır. Tersinden ifade edersek, öteki herşey sabitken, bir malın fiyatı artarsa o mala olan talep azalırken, fiyatı düşerse talep artmaktadır. Bu bağlamda fiyat, piyasada arz ile talep arasında denge kuran temel bir faktördür (Acar, 2018).

Üreticilerin karlarını ve tüketicilerin genel faydalarını optimize etmesi amacıyla fiyat değişimleri, hem üreticilerin hem de tüketicilerin üretim (çıktı) ve tüketim kararlarını etkileyebilmektedir. Ayrıca fiyat, piyasa için de çok önemli bir unsurken piyasadaki metanın kıtlığının belirlenmesi için de çok önemlidir. Çünkü metanın fiyatının yükselmesi/azalması, arz ve talebin öngörülebilmesi için temel faktörlerden bir tanesi olmaktadır. Fiyat, aynı zamanda sermayenin verimli bir şekilde bölüşümü için de önemli bir araçtır. Maliyete göre daha yüksek bir meta satış fiyatı, yatırımcılara potansiyel bir fırsat verdiğinden, üretim kapasitesine yeni yatırım yapılması gerekliliğini göstermektedir. Daha düşük bir meta satış fiyatı ise yatırımın azaltılmasına neden olacaktır (Secretariat, 2007: 41). Dolayısıyla üretim ve tüketim

kararlarının yanı sıra fiyat, yatırımdan malların bölüşümüne kadar pek çok faktörü etkileyen bir unsurdur.

Uzunca bir zamandır ekonomistler, emtia fiyatlarının malların verimli bir şekilde tahsisini ve dağıtımını garanti etmek için yeterince hizmet verdiğine inanmaktadırlar. Örneğin Hayek (2009)'e göre serbest bir fiyat sistemi, değişen fiyatların göndermiş olduğu fiyat sinyalleri yoluyla ekonomik koordinasyonu sağlamaktadır. Hayek'e göre fiyat, bir etiket, bir sinyal, mal ve hizmete bağlı bir bilgi parçası olarak görülmektedir. Bu nedenle üretim yöntemlerinin yanı sıra, üretilecek miktarlar ve tüketime ilişkin seçenekler fiyat bilgilerine dayanmaktadır (Osigwe ve Arawomo, 2015: 408). Teorik olarak da ekonomi biliminde bir malın fiyatında meydana gelen herhangi bir artışın o mala olan talebi azaltması, öte yandan malın fiyatında meydana gelen azalmanın ise o malın talebini artırması beklenmektedir. Diğer koşullar sabit olmak şartıyla bu durum ekonomi literatüründe talebin fiyat esnekliği yardımıyla açıklanmaktadır (Çermikli ve Öztürkler, 2010: 12).

Bir ekonominin kalkınabilmesi için enerji, çok önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji, üretim başta olmak üzere, endüstriyel faaliyetler, pişirme, aydınlatma, taşıtlar vs. pek çok şekillerde kullanılmaktadır. Ekonomik büyümeyi gerçekleştirebilmek için, başta ticari olmak üzere, bol miktarda ve farklı enerji türlerine, uygun fiyatlarla erişim sağlamak hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla, insanların ve malların taşınması da dâhil olmak üzere, ticari ve yerli kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli, güvenli ve uygun maliyetli bir enerji kaynağına ihtiyaç kaçınılmazdır. Büyümeyi teşvik edebilecek gerekli enerji, ancak doğru fiyatlandırma stratejisi benimsenirse ekonomik araçlar için kullanılabilir hale getirilebilecektir (Osigwe ve Arawomo, 2015: 408). Bu nedenle fiyat unsuru enerji için de en önemli faktörü oluştururken ekonomilerin büyüme oranlarının tayin edilebilmesini etkileyen önemli bir faktördür. Büyüme oranları ise doğrudan enerji tüketimini etkileyebilmektedir. Özellikle 1973-1985 yılları arasında enerji fiyatlarında meydana gelen artışın, sanayi kesiminin kaynak yoğunluğunu ve üretim amaçlı enerji tüketimini azalttığı bilinmektedir (Schafer, 2005: 431). Öte yandan 1980'li yılların sonlarına doğru yaşanan enerji fiyatlarındaki düşüş ile birlikte, yüksek gelirli ve orta-

üst gelir grubundaki ülkelerin enerji tüketimlerinde artış gözlemlenmektedir (Çermikli ve Öztürkler, 2010: 11). Dolayısıyla bu ters yönlü ilişkinin enerji fiyatlarından ekonomik büyümeye ve enerji tüketimine doğru olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Dünyada en fazla kullanılan enerji kaynaklarından bir tanesi petroldür. Petrolün bu denli yaygın kullanılması, yıllara göre petrol fiyatlarında önemli artışların yaşanmasına yol açmaktadır. Özellikle 21. Yüzyılın başlarında, 2003 sonrası on yıllık periyotta global petrol fiyatlarında önemli artışlar yaşanmıştır. Bu artışta talep ve arzın yanı sıra, spekülatif amaçlı bir takım faktörler de etkili olmuştur. Son dönemlerde özellikle ABD'nin giderek ekonomik olarak güçlenmesi ve özellikle Çin, Hindistan gibi hızla gelişmekte olan Asya pazarları küresel enerji talebinde ve tüketiminde artışa neden olmaktadır (Hassan ve Zaman, 2012: 2126). Ayrıca dünya nüfusunun giderek büyümesi ve ekonomilerin enerji ihtiyacının artması, her geçen yıl petrol rezervlerinin değerlenmesine, bu durum da enerji fiyatlarının artmasına yol açmaktadır. Geleceğe yönelik mevcut enerji senaryolarına göre, 2030'lu yıllara kadar başta Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ekonomilerden kaynaklanmak üzere, enerji talebinin her yıl %1.3 oranında artması beklenmektedir (Zaouali, 2007: 195). Bu durumun enerji fiyatları ve enerji tüketimleri üzerinde etkili olması kaçınılmazdır.

1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizleri ile birlikte, enerji fiyatlarındaki değişikliklerin ekonomik aktiviteler üzerindeki etkilerini açıklamaya yönelik çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Gerek makro açıdan gerekse mikro açıdan değerlendirdiğimizde, herhangi bir ekonomik aktivitenin enerjiye bağımlı olması kaçınılmazdır; bu nedenle enerji tüketimi de bu durumdan doğrudan etkilenmektedir. Şüphesiz ki enerji fiyatlarının ekonomik aktivite ve enerji tüketimi üzerinde ortaya çıkarmış olduğu bu etki, olumlu ya da olumsuz olarak etkisini ekonomik büyüme üzerinde de göstermektedir.

Enerji fiyatlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini açıklamaya yönelik çalışmalar literatürde genişçe yer bulmaktadır. Hamilton (1983), ABD ekonomisi için petrol fiyatlarında yaşanan değişimlerin etkilerini araştırmaktadır. Elde etmiş olduğu bulgular petrol fiyatlarında ortaya çıkan herhangi bir artışın RGSYH'yı azalttığını



göstermektedir. Lee vd. (1995), yapmış oldukları çalışmalarında 1949-1992 yıllarında ABD ekonomisinde petrol fiyatlarında meydana gelen değişmelerin RGSYH üzerinde büyük etkileri olduğu sonucuna ulaşmaktadırlar. Donald vd. (2004), 1940-2001 dönemini kapsayan çalışmalarında, ABD ekonomisinde petrol fiyatlarında yaşanan dalgalanmaların RGSYH'yı negatif olarak etkilediğini göstermiştir. Khademvatani (2006), Kanada'da petrol fiyatları ile GSYH arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. 1984-2002 dönemini kapsayan çalışma, petrol fiyatları ile GSYH ilişkisini doğru orantılı olarak göstermektedir. Farzanegan ve Markwardt (2008), 1975-2006 yılları arasında İran ekonomisi için petrol fiyatlarında yaşanan artış ile sanayi üretiminin gelişimi arasında güçlü bir ilişki tespit etmektedirler. Ahmed ve Wadud, (2011) Malezya ekonomisinde ortaya çıkan petrol fiyatı şoklarının sanayi üretim endeksini büyük oranda etkilediği sonucuna ulaşmaktadırlar. Shi ve Sun (2017), Çin ekonomisinde enerji fiyatlarındaki oynaklığın ekonomik çıktı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bulgular, enerji fiyatlarındaki dalgalanmanın hem kısa hem de uzun dönemde çıktı büyümesini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Öte yandan enerji fiyatları ve ekonomik büyüme ilişkisini açıklayan çalışmalar kadar çok olmasa da, enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi doğrudan araştıran literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır. Gouda (1988), Mısır'da enerji tüketiminin fiyat ve gelir esnekliklerini incelemiş ve aralarında önemli ilişki bulmuştur. Öte yandan Runa (1999), Norveç'te enerji fiyatlarının konut enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemektedir. Düşük gelir grubundaki hane halklarının yüksek gelir gurubuna göre enerji fiyatlarındaki değişimlere karşı daha duyarlı oldukları sonucunu bulmaktadır. Yuan vd. (2010), Çin'de 1993-2007 yıllarını kapsayan dönemde enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. Elde etmiş oldukları bulgulara göre, yüksek enerji fiyatlarının hem Çin endüstrisinde enerji tüketimini hem de hanehalkı enerji tüketimini azaltacağı sonucuna ulaşmışlardır. Enerji tüketimi ve enerji fiyatları ilişkisini araştıran bir diğer çalışmada He vd. (2014), elektrik fiyatlarındaki değişikliklerin enerji tüketimi üzerinde önemli etkisi olduğunu ortaya koymaktadırlar. Nijerya için bu ilişkiyi açıklamaya çalışan Osigwe ve Arawomo (2015), 1970-2012 yılları arasını kapsayan çalışmalarında elektrik fiyatları ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını bulmuşlardır.

Chen vd. (2016) enerji tüketimi ve enerji fiyatları ilişkisini 1982-2011 yılları için araştırmaktadır. Elde edilen bulgular kısa dönemde pozitif ve doğru orantılı bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

### 2.1.3. Enerji Tüketimi İle Doğrudan Yabancı Yatırımlar İlişkisi

Doğrudan yabancı yatırımlar, geleneksel olarak çok uluslu işletmelerin kendi ülkelerinden ev sahibi ülkelere bilgi, teknoloji, yönetim uygulamaları ve sistemlerinin aktarılması ile ilişkili bir akış olarak ifade edilmektedir. Birçok araştırmacı, yalnızca daha iyi uygulamaların ve üstün bilgi birikiminin yabancı topraklardaki çok uluslu şirketlere rekabet avantajı sağlayabileceğini savunmaktadırlar (Doytch ve Narayan, 2016: 291). Etkin ve verimli bir planlama ile yabancı ülkeye yönlendirilmiş olan DYY'ler, yönlendirildiği ülke ekonomisi üzerinde istihdamda iyileşme, üretim artışı, ihracat artışı, ödemeler dengesinde iyileşme, gelir artışı, ekonomik gelişme, refah artışı gibi olumlu ekonomik pek çok etkiye yol açabilmektedir. Öte yandan DYY'nin en büyük etkisi ise ülkenin milli gelir artışına yapmış olduğu katkı olmaktadır (Görgün, 2004: 4).

Borensztein vd. (1998) gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, doğrudan yabancı yatırımların ekonomik büyümeye önderlik ettiğini açıklamaktadırlar. Bu çalışmaya göre, doğrudan yabancı yatırımlar beşeri sermaye, teknoloji, ihracat, sermaye gibi pek çok faktöre bağlıdır ve bu faktörler ekonomik büyümeyi doğrudan etkileyebilmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar aracılığıyla ülkeye, başka ülkelerin teknolojisi transfer edilmekte, bu teknoloji transferi verimlilikte iyileşme sağlayarak ekonomik büyümeyi artırmaktadır. DYY'nin bu etkisi sadece transfer sağlanan şirketler ile sınırlı kalmamakta, zamanla etkisini sosyo-kültürel büyümeye yapmış olduğu katkı ile de gösterebilmektedir (Öncü ve Çelik, 2018: 406).

İktisat literatüründe aksi mümkün olmakla birlikte hâkim olan görüş, bir ülkeye gelen DYY girişlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olduğu yönünde olmaktadır. Bu alanda yapılan ilk çalışmalarda Romer (1986), Lucas (1988) DYY girişlerinin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmaktadır. Hsiao ve Shen (2003) çalışmalarında 1976-1997 dönemi için 23 gelişmekte olan

ülkede, DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Elde edilen bulgular özellikle 1970 sonrası dönemde Çin’de bu ilişkinin anlamlı ve pozitif olduğu sonucunu göstermektedir.

Khaliq ve Noy (2007), DYY ile ekonomik büyüme ilişkisini Endonezya için araştırmaktadır. 1997-2006 dönemini kapsayan çalışmada elde edilen bulgular pozitif ve anlamlı bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Mucuk ve Demirsel (2009) çalışmalarında, 1992-2007 yılları arasında Türkiye ekonomisinde DYY ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi anlamlı bulmuşlardır. Bostan vd (2016), Avrasya ekonomilerinde söz konusu ilişkiyi 1995-2012 yılları için araştırmaktadırlar. Yapılan analiz sonuçlarına göre bu ilişkinin varlığı doğrulanmaktadır.

Solow tarafından literatüre kazandırılan Neoklasik büyüme modelinin ortaya çıkardığı teoride, üretim fonksiyonunun zamana göre türevi alındığında kişi başına üretimdeki değişme, kişi başına sermaye miktarındaki değişime eşit olmaktadır. Bu noktada Solow büyüme modelinde ekonomik büyümeyi sağlayan şey sermaye miktarında meydana gelen değişimdir. Öte yandan Ortodoks iktisat görüşünü savunan iktisatçılar ise, sermayenin kaynağını yabancı ve yerli olarak ikiye ayırmaktadırlar. Onlara göre bir ülkeye yabancı sermaye girişi tıpkı Solow büyüme modelinde bahsedildiği gibi ekonomik büyümeyi artıracaktır. Bu iktisat görüşüne göre ifade edilen büyüme modeli aşağıdaki eşitlikteki gibi açıklanabilmektedir (Yılmaz, 2008: 78).

$$\Delta\left(\frac{Y}{n}\right) = f \left[ \Delta\left(\frac{K_D}{n}\right), \Delta\left(\frac{K_F}{n}\right) \right]$$

Yukarıdaki denklemde; “ $\Delta$ ” değişimi, “ $K_D$ ” yerel sermaye miktarını, “ $K_F$ ” yurtiçine girmiş olan yabancı sermaye miktarını, “ $n$ ” ise nüfusu göstermektedir. Bu eşitlikte de görüldüğü gibi ülkeye giren yabancı sermaye miktarı, kişi başına düşen üretim miktarını etkileyerek ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır.

Kaynakların kıt olması, küreselleşme, sanayileşme, teknolojik ilerleme, hızla aratan dünya nüfusu gibi pek çok etmen enerji tüketimini artırmaktadır. Bu nedenle

dünyada enerji talebindeki artış her geçen yıl artarak yükselmektedir. Artan bu enerji talebini karşılamak için ise üretim sürecini iyileştirmek hayati olmaktadır.

IEA (2016) yayımlanmış olduğu raporunda enerjiyi, üretim ve ekonomik büyüme için en önemli faktörlerden bir tanesi olarak ifade etmektedir. Enerji tüketiminde meydana gelen herhangi bir artış daha yüksek oranlarda büyümeye, tüketim miktarındaki düşme ise büyüme oranlarının azalmasına aynı zamanda üretim sürecinin yavaşlamasına neden olmaktadır. Ayrıca büyüme oranlarındaki bir değişme, enerji talebi üzerindeki etkisini de artış/azalış olarak gösterebilmektedir (Siddiqui, 2004: 176).

DYY'nin enerji tüketimi üzerindeki potansiyel etkilerine yönelik kanallar rekabet veya doğrudan bilgi aktarımı yoluyla gerçekleşmektedir. Yeni Ticaret Teorisi, dış rekabete maruz kalmanın neredeyse tüm firma operasyonları için verimlilik çitasını yükseltmeye meyilli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, herhangi bir endüstride yabancı şirketlerin varlığı, yerli firmaların enerji verimliliğini arttırmak için bir katalizör görevi görmektedir. Bu tür yabancı firmalar yenilenebilir kaynaklardan temiz enerji kullanmaya daha eğilimli olabilmektedir. İkinci potansiyel etki kanalı, yabancı firmanın kendi ülkelerinden getirebileceği enerji tasarruflu uygulamalardır. Enerji tasarrufu maliyetleri düşürmekte ve uluslararası rekabet gücünü artırmaktadır. Öte yandan üretim ve madencilik alanındaki DYY girişleri endüstriyel süreçlerin ve ekipmanların transferiyle ilişkilendirilirken, hizmet alanındaki DYY girişleri ise teknik, yönetim ve pazarlama bilgisi, uzmanlığı, organizasyon becerileri ve genel olarak bilgi ile ilişkilendirilme eğilimindedirler (Doitch ve Narayan, 2016: 291-292).

DYY'nin enerji tüketimi üzerindeki etkisi üzerine literatürde empirik çalışmalar mevcuttur. DYY'nin enerji tasarrufuyla ilişkilendirilebileceği hipotezini destekleyen bir çalışma Mielnik ve Goldemberg (2002) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Mielnik ve Goldemberg (2002) 20 gelişmiş ekonomiyi inceledikleri çalışmalarında enerji yoğunluğu ile DYY arasında pozitif bir ilişki bulmaktadırlar. Yapılan çalışmada, GSYH'nın bir payı olarak tanımlanan enerji yoğunluğunun, DYY arttıkça düşme eğilimi gösterdiğine ve bu etkinin gelişmekte olan ülkelerde modern teknolojilerin kullanılmasına bağlı olduğuna dair kanıtlar bulmaktadırlar. Bu

çalışmanın yanı sıra, Omri ve Kahouli (2014), Sbia vd.(2014), Leita0 (2015), Doytch ve Narayan (2016), Amri (2016), Paramati vd. (2018), Polat (2018) gibi enerji tüketimi-DYY ilişkisini inceleyen ulusal ve uluslararası pek çok çalışma bulunmaktadır.

## **2.2. Literatür Araştırması**

Bu bölümde ulusal ve uluslararası literatürde enerji alanında yapılmış olan altmışa yakın çalışma ele alınmaktadır. İncelenen çalışmalar kendi içerisinde tek ölkeli ve birden çok ölkeli çalışmalar özelinde ayrılarak açıklanmaktadır.

### **2.2.1. Uluslararası Literatürde Yapılan Çok Ölkeli Çalışmalar**

Asafu-Adjaye (2000), Hindistan, Endonezya, Filipinler ve Tayland için enerji tüketimi ile gelir arasındaki eş-bütünleşme ve nedensel ilişkileri tahmin etmektedir. Hindistan ve Endonezya için 1973-1995 arası veriler, Tayland ve Filipinler içinse 1971-1995 arası veriler kullanılmaktadır. Kısa vadede, tek yönlü Granger nedenselliğinin Hindistan ve Endonezya için enerjiden gelire, çift yönlü Granger nedenselliğinin ise Tayland'dan ve Filipinler'den gelen enerjiye doğru gittiğini göstermektedir. Tayland ve Filipinler örneğinde enerji, gelir ve fiyatlar karşılıklı olarak nedenseldir. Wolde-Rufael (2005), 1971 ve 2001 dönemi verileri kullanılarak 19 Afrika ülkesi için ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Toda-Yamamoto nedensellik testinin kullanılarak yapılan empirik analizde; sonuçların ülkelere göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Cezayir, Gana, Mısır, Fildişi Sahilleri, Kongo, için nedenselliğın yönü ekonomik büyümeye enerji tüketimine doğru gerçekleşirken, Kamerun, Fas, Nijerya için nedenselliğın yönünün enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru olduğu tespit edilmiştir. Gabon ve Zambiya'da değişkenler arasındaki ilişkinin yönü çift yönlü olarak bulunmuştur. Benin, Kongo, Kenya, Senegal, Güney Afrika, Sudan, Togo, Tunus, Zimbabve'de ise enerji tüketimi ile büyüme arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Lee (2006), Toda ve Yamamoto nedensellik testi ile 11 büyük sanayilemiş ülkede enerji tüketimi ile gelir arasındaki ilişkiyi yeniden araştırmaktadır. Birleşik Krallık, Almanya ve İsveç'te nedensellik ilişkisi nötr iken ABD'de iki yönlü

nedensellik vardır. Kanada, Belçika, Hollanda ve İsviçre'de enerji tüketiminden GSYH'ya doğru tek yönlü olarak nedenselliğe rastlanmaktadır. Mahadevan ve Adjaye (2007), 1971 – 2002 arası dönemde 20 net enerji ithalatçısı ve ihracatçısı ülke için bir panel hata düzeltme modelini kullanarak enerji tüketimi-GSYH büyüme ilişkisini araştırmaktadırlar. Gelişmiş ve gelişmekte olan hem enerji ihracatçısı hem de enerji ithalatçısı ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Apergis ve Payne (2009), ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1980–2004 dönemi için incelemektedirler. 6 Orta Amerika ülkesi için yapılan çalışmada Pedroni panel eşbütünleşme ve hata düzeltme modelleri empirik analiz yöntemi olarak kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Lee ve Chien (2010), G-7 ülkelerinde enerji tüketimi ile sermaye stoku ve kişi başına düşen GSYH arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Toda-Yomamoto(1995) Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Kanada, İtalya, Fransa, Japonya ve Birleşik Krallık'ta enerji tüketiminden reel gelire doğru tek yönlü bir ilişki bulunurken Almanya ve ABD'de herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Sadorsky (2010), Finansal kalkınma, genellikle gelişmekte olan ekonomilerdeki ekonomik büyümenin önemli itici güçlerinden biridir ve bu nedenle finansal gelişmenin enerji talebini etkilemesi muhtemeldir. 1990-2006 dönemini kapsayan bu çalışmada, gelişmekte olan 22 ülkede, finansal gelişmeden GSYH'ya ve enerji tüketimine doğru pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Pao ve Tsai (2011), 1980 ve 2007 yılları arasında BRIC (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin) ülkelerinde, ekonomik büyümenin ve finansal gelişmenin çevresel bozulmaya olan etkisini araştırmaktadırlar. Uzun dönemde  $CO_2$  emisyonları ve enerji tüketimi elastiktir. Enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonlarına doğru güçlü tek yönlü nedensellik vardır. Ayrıca çıktı-emisyon ve çıktı-enerji tüketimi arasında güçlü iki yönlü nedensellik vardır.

Omri ve Kahouli (2014), 65 ülkeyi kapsayan çalışmalarında, enerji tüketimi ile DYY ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Analizler, 1990-

2011 arası dönemi için yüksek gelirli, orta gelirli ve düşük gelirli olmak üzere 3 alt panele ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları yüksek gelirli ülkeler için, enerji tüketimi, DYY girişleri ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensel ilişki bulunduğunu göstermektedir. Orta gelirli ülkeler için, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında ve ekonomik büyüme ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında iki yönlü nedensel ilişki bulunduğu, ayrıca DYY'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensel bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Düşük gelirli ülkeler için ise, ekonomik büyüme ile doğrudan yabancı sermaye girişi arasında iki yönlü nedensel ilişki, ekonomik büyümeden enerji tüketimine ve enerji tüketiminden DYY girişlerine doğru tek yönlü nedensel ilişki bulunmuştur.

Kiviyiro ve Arminen (2014), Kongo Cumhuriyeti, DRC (Kongo Demokratik Cumhuriyeti), Kenya, Güney Afrika, Zambiya ve Zimbabve ülkelerinde  $CO_2$  emisyonları, enerji tüketimi, ekonomik gelişme ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki nedensel bağları incelemektedirler. 1971-2009 dönemi için yapılan ARDL sınır testi sonuçları, değişkenler arasında tüm ülkelerde eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Öte yandan DYY'nin ülkelerin bazılarında  $CO_2$  emisyonunu artırdığı bazılarında azalttığı görülmektedir. Azam vd. (2015), 1980'den 2012'ye kadar Endonezya, Malezya ve Tayland olmak üzere üç ASEAN ülkesinde, enerji tüketimine çeşitli faktörlerin etkisini empirik olarak doğrulamayı amaçlamışlardır. Parametre tahminleri için en küçük kareler testi tahminleri kullanmıştır. Yapılan analizler DYY akışlarının, ekonomik büyümenin, ticaretin açık olmasının ve insani gelişme endeksinin enerji tüketimi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğunu doğrulamaktadır. Empirik sonuçlar kentleşmenin sadece Tayland ve Endonezya için enerji tüketimi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisini gösterirken nüfus artış hızının ise sadece Malezya'da enerji tüketimi ile pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Alam vd. (2016), Hindistan, Endonezya, Çin ve Brezilya için 1970–2012 arası dönemde,  $CO_2$  emisyonları üzerindeki gelir, enerji tüketimi ve nüfus artışının etkilerini incelemektedirler. Çalışmada ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmaktadır. Her dört ülkede de  $CO_2$  emisyonlarının gelir ve enerji tüketimindeki artışlarla istikrarlı bir

şekilde arttığını göstermektedir.  $CO_2$  emisyonları ile nüfus artışı arasındaki ilişki, Hindistan ve Brezilya için istatistiksel olarak anlamlı bulunsa da hem kısa vadede hem de uzun vadede Çin ve Endonezya için istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Zhu vd. (2016) çalışmalarında, Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland, Güney Doğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN-5)'nde seçilen beş üye ülkedeki doğrudan yabancı yatırım, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin  $CO_2$  emisyonları üzerindeki etkisi incelenmektedir. 1981-2011 yılları için Panel Kuantil Regresyon modeli kullanıldığı çalışmada özellikle DYY'nin  $CO_2$  emisyonları üzerindeki etkisi negatiftir. Enerji tüketimi, en güçlü etkilerle karbon emisyonlarını artırmaktadır. Yüksek emisyonlu ülkeler arasında daha büyük ekonomik büyüme ve nüfus büyüklüğünün emisyonları azalttığı görülmektedir.

Doytch ve Narayan (2016), doğrudan yabancı yatırım ve enerji talebi arasındaki bağlantıyı incelemektedirler. DYY, işletmelerin büyümesine izin veren bir finansman kaynağıdır. Aynı zamanda DYY, enerji verimliliğini teşvik eden bir yenilik kaynağı olabilmektedir. Doytch ve Narayan (2016) bu çalışmada, uluslararası doğrudan yatırım; üretim, toplam hizmetler ve finansal hizmetler girişleri olarak ayrıştırılmaktadır. DYY girişlerinin, yenilenemeyen ve yenilenebilir sanayi enerjisi kaynakları ile ilişkisi 1985–2012 döneminde 74 ülke için incelenmektedir. Blundell – Bond dinamik panel tahmincisi kullanılmaktadır. Sonuçlar yenilenemeyen enerji kaynaklarının enerji tüketimini azaltıcı, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise enerji tüketimini artırıcı etkisine işaret etmektedir. Bu etkiler sektörel DYY'ye göre büyüklük ve anlam bakımından değişmektedir; finansal hizmetlerde DYY, yenilenemez ve yenilenebilir enerji tüketimini artırmaktadır. İmalat sektöründe ise DYY'nin yenilenebilir enerji tüketimini azalttığı görülmektedir.

Baek (2016), 1981–2010 yılları arasında beş ASEAN ülkesinin panel verisini kullanarak DYY girişleri, gelir ve enerji tüketiminin  $CO_2$  emisyonları üzerindeki etkilerini tahmin etmektedir. PMG (the pooled mean group) ve dinamik panel tahminlerine dayanan sonuçlarda; DYY girişlerinin  $CO_2$  emisyonlarını artırırken gelir ve enerji tüketiminin  $CO_2$  emisyonlarını azalttığı görülmektedir. Amri (2016), 1990-2010 yılları arasında, 75 ülke için enerji tüketimi ve DYY arasındaki ilişkiyi



incelemiştir. Analizlerde Coub-Douglas üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Çalışmada, 75 ülke gelişmiş ve gelişmekte olan şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ve DYY arasında iki yönlü pozitif bir ilişki tespit edilmektedir.

Paramati vd. (2018), Afrika'daki yedi birbirine komşu pazar ekonomisinde enerji tüketimini belirleyen temel faktörleri açıklamaya çalışmaktadırlar. Daha spesifik olarak, çalışmada ekonomik, finansal ve ticari entegrasyonların rolü, genel enerji talebinin kaynağı olarak araştırılmaktadır. Çalışma da ilk olarak ülkeler arasında kesitsel bağımlılık ve heterojenlik kurulmaktadır. İkinci olarak, enerji tüketiminin uzun dönemli esneklikleri belirlenmektedir. Borsa göstergeleri, sanayileşme, ticaret açığı ve DYY girişlerinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi azaltıcı olarak bulunmaktadır. Son olarak, heterojen panel nedensellik testi, enerji tüketiminin borsa göstergeleri ve sanayileşme ile bir geri besleme ilişkisi içinde olduğunu doğrulamaktadır. Çizelge 2.1'de uluslararası alanda yapılmış olan çok ülkeli çalışmaların literatürü özetlenmektedir.

**Çizelge 2. 1. Uluslararası Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmaların Özeti**

Yazar(lar) / Çalışma Yılı	Ülke(ler)	Zaman / Dönem	Yöntem	Araştırma Konusu	Sonuç
Asafu-Adjaye, (2000)	Hindistan, Endonezya, Filipinler ve Tayland	1973-1995 (Hindistan, Endonezya ) 1971-1995 (Tayland, Filipinler)	Granger Eş Bütünleşme ve Granger Hata Düzeltme Modeli	Enerji Tüketimi ile Gelir arasındaki ilişki	Hindistan ve Endonezya'da enerjiden gelire doğru çift yönlü bir nedensellik, Tayland ve Filipinlerde gelirden enerjiye doğru bir nedensellik tespit edilmiştir.
Wolde-Rufael (2005)	19 Afrika Ülkesi	1971 - 2001	Toda-Yamamoto nedensellik testi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Cezayir, Gana, Mısır, Fildişi Sahilleri, Kongo için nedensellik ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru iken, Kamerun, Fas, Nijerya için nedensellik enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğrudur. Gabon ve Zambiya'da ilişki çift yönlü, Benin, Kongo, Kenya, Senegal, Güney Afrika, Sudan, Togo, Tunus, Zimbabve'de ise

					ilişki tespit edilememiştir.
Lee (2006)	G-11 Ülkeleri	1960–2001	Toda-Yomamoto Granger nedensellik testi	11 büyük sanayileşmiş ülkede enerji tüketimi ile gelir arasındaki ilişki	Birleşik Krallık, Almanya ve İsveç'te nedensellik ilişkisi nötrken, ABD'de iki yönlü nedensellik vardır. Kanada, Belçika, Hollanda ve İsviçre'de enerji tüketiminden GSYH'ya doğru tek yönlü olarak nedenselliğe rastlanmaktadır.
Mahadevan ve Asafu-Adjaye, (2007)	20 farklı net enerji ithalatçısı ve ihracatçısı ülke	1971-2002	Panel Hata Düzeltme Modeli	Enerji Tüketimi ile GSYH Büyüme ilişkisi	Hem enerji ihracatçısı hem de enerji ithalatçısı ülkelerde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
Apergis ve Payne (2009)	6 Orta Amerika ülkesi	1980–2004	Pedroni panel eşbütünleşme ve hata düzeltme modeli	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Lee ve Chien (2010)	G-7 Ülkeleri	1960-2001	Toda-Yomamoto Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile sermaye stoku ve kişi başına düşen GSYH arasındaki ilişki incelenmektedir.	Kanada, İtalya, Fransa, Japonya ve Birleşik Krallık'ta enerji tüketiminden reel gelire doğru tek yönlü bir ilişki bulunduğu kanıtlanmış, Almanya ve ABD'de enerji tüketimi ile büyüme arasında herhangi bir ilişki görülmemiştir.
Sadorsky (2010)	22 Gelişmekte Olan Ülke	1990-2006	Panel GMM Tahmini	Gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişki	Finansal gelişmelerdeki artışların enerji talebini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Pao ve Tsai (2011)	BRIC Ülkeleri	1980-2007	Panel Eşbütünleşme modeli	Ekonomik büyümenin ve finansal gelişmenin çevresel bozulmaya olan etkisi	Uzun dönemde $CO_2$ emisyonları ve enerji tüketimi elastikten DYY elastik değildir. Enerji tüketiminden $CO_2$ emisyonlarına doğru güçlü tek yönlü nedensellik varken, çıktı-emisyon ve çıktı-

					enerji tüketimi arasında güçlü iki yönlü nedensellik vardır.
Omri ve Kahouli (2014)	65 ülke ekonomisi	1990-2011	Panel Veri Analizi	Enerji tüketimi ile DYY ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı sermaye girişi arasında iki yönlü nedensel ilişki bulunduğu ortaya koyulmaktadır. Ayrıca DYY'den enerji tüketimine tek yönlü nedensel ilişki tespit edilmiştir.
Kiviyrove Arminen (2014)	Altı Sahra Altı Afrika Ülkesi ( Kongo Cumhuriyeti, DRC (Kongo Demokratik Cumhuriyeti), Kenya, Güney Afrika, Zambiya ve Zimbabve)	1971-2009	ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi	$CO_2$ (karbondioksit) emisyonları, enerji tüketimi, ekonomik gelişme ve DYY arasındaki ilişki	DRC, Kenya ve Zimbabve'de çevresel Kuznets eğrisi hipotezi desteklenmektedir. Öte yandan FDI'nın ülkelerin bazılarında $CO_2$ emisyonunu artırırken, bazılarında azalttığı görülmektedir. Sonuçların çevresel Kuznets eğrisi hipotezini desteklediği ülkelerde $CO_2$ emisyonlarına neden olan Granger nedensellik daha muhtemeldir.
Azam vd. (2015)	Endonezya, Malezya ve Tayland	1980-2012	En Küçük Kareler Yöntemi	Enerji tüketimine çeşitli faktörlerin etkisi	DYY, ekonomik büyüme, ticaretin açıklığı ve insani gelişme endeksinin enerji tüketimi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisi bulunmuştur.
Alam vd., (2016)	Hindistan, Endonezya, Çin, Brezilya	1970-2012	Otoregresif Dağıtılmış Lag (ARDL) Sınır Testi Analizi	$CO_2$ emisyonları üzerindeki gelir, enerji tüketimi ve nüfus artışının etkileri	Her dört ülkede de $CO_2$ emisyonlarının gelir ve enerji tüketimindeki artışlarla istikrarlı bir şekilde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca nüfus artışı ve $CO_2$ emisyonu arasındaki ilişki Hindistan ve Brezilyada pozitifken, Çin ve Endonezya'da negatiftir.

Zhu vd., (2016)	Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland (ASEAN 5)	1981-2011	Panel Kuantil Regresyon Model	Doğrudan yabancı yatırım (DYY), ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir	DYY, Ekonomik büyüme ve nüfus artışının $CO_2$ emisyonları üzerindeki etkisi negatifken, enerji tüketiminin etkisi pozitif olarak görülmektedir.
Doytch ve Narayan (2016)	74 Ülke Ekonomisi	1985-2012	Blundell – Bond Dinamik Panel Tahmincisi	Doğrudan yabancı yatırım (DYY) ve enerji talebi arasındaki bağlantı	Yenilenemeyen enerji kaynaklarının enerji tüketimini azaltıcı, yenilenebilir enerji kaynaklarının ise enerji tüketimini artırıcı etkisine işaret etmektedir. Bu etkiler sektörel DYY'ye göre büyüklük ve anlam bakımından değişmektedir; finansal hizmetlerde DYY, yenilenebilir enerji tüketimini artırırken, yenilenebilir enerji tüketimini artırmaktadır. İmalat sektöründe ise DYY'nin yenilenebilir enerji tüketimini azalttığı görülmektedir.
Baek (2016)	ASEAN Ülkeleri	1981-2010	PMG (the pooled mean group) Dinamik Panel Tahmincisi	DYY, gelir ve enerji tüketiminin $CO_2$ emisyonları üzerindeki etkileri	DYY'nin $CO_2$ emisyonlarını artırdığı görülmüştür. Gelir ve enerji tüketiminin de $CO_2$ emisyonlarının azaltılması üzerindeki etkisi negatif olarak bulunmuştur.
Amri (2016)	Gelişmiş ve gelişmekte olan 75 ülke	1990-2010	En Küçük Kareler Yöntemi	Enerji tüketimi ile DYY arasındaki ilişki	Gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ve DYY arasında iki yönlü pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.
Paramati vd. (2018)	Botswana, Ghana, Kenya, Morocco, Nigeria, Tunisia,	1991-2012	Panel Veri Analizi	Afrika'daki yedi sınır pazar ekonomisinde enerji tüketimini belirleyen	Borsa göstergeleri, sanayileşme, ticaret açığı ve DYY girişlerinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi azaltıcı olarak bulunmuştur.

	and Zimbabwe			temel faktörleri açıklamaya çalışmaktadır.	
--	-----------------	--	--	---	--

### 2.2.2. Ulusal Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmalar

Karagöl vd. (2007), Türkiye’de ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi ilişkisini 1974-2004 dönemi için incelemektedirler. Çalışmada ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi serileri aralarındaki ilişki Sınır Testi Yaklaşımı ile araştırılmaktadır. Bu yaklaşıma göre, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiş olup kısa dönemde değişkenler arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkarken uzun dönemde bu ilişki negatif çıkmıştır. Akay vd. (2015), yenilenebilir enerji tüketiminin, iktisadi büyüme ve  $CO_2$  emisyonu üzerindeki etkisini analiz etmektedirler. 1988-2010 yıllarını kapsayan çalışmalarında, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerini incelemektedirler. İlişkinin tespit edilmesi için çalışmada panel nedensellik ve panel eş bütünleşme analizleri kullanılmaktadır. Analiz sonuçları büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişkiyi doğrulamaktadır. Öte yandan  $CO_2$  emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmektedir. Ayrıca enerji tüketimi şoklarının büyüme üzerindeki etkisi pozitif bulunurken,  $CO_2$  emisyonu üzerindeki etkisi negatif bulunmaktadır.

İsmiç (2015), gelişmekte olan 8 ülkenin (Türkiye, Polonya, Ukrayna, Romanya, Filipinler, Çin, Tayland, Bulgaristan) nüfus, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi verilerinden hareketle değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Ekonomik büyümenin ve nüfus artışının elektrik tüketimi üzerindeki etkisinin yönü ve büyüklüğü 8 ülke için 1990-2012 verileri kullanılarak analiz edilmektedir. Swamy’nin Tesadüfi Katsayılar Modeli ve Görünüşte İlişkisiz Regresyon (SUR) modelleri analiz yöntemi olarak kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular, ekonomik büyümenin elektrik tüketimi üzerinde pozitif etkisi olduğunu, nüfusun ise 2 ülkede (Polonya ve Romanya) elektrik tüketimi üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Alp (2016), 1980-2012 döneminde OECD ülkelerinde büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkiyi incelemektedir. Bu çalışmada 4 temel hipotez; nötrlük hipotezi, büyüme hipotezi, konservasyon hipotezi, geribildirim hipotezi 23 OECD ülkesi için test edilmektedir. Nedensellik testi Granger nedensellik analizi ile yapılmaktadır ve ayrıca vektör otoregresif modeller ve Johansen eş bütünleşme analizi, verilerin uygunluğu için kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular 23 OECD ülkesinde 1980-2012 dönemi için geçerli, 11 tarafsızlık, 4 koruma ve 6 büyüme hipotezi olduğunu göstermektedir.

Yurtkur ve Bahtiyar (2017), “Kırılgan Beşli” olarak ifade edilen Türkiye, Güney Afrika, Hindistan, Endonezya ve Brezilya için enerji tüketimi, ekonomik büyüme, enflasyon ve ticari açıklık arasındaki ilişki yapısal VAR modeli ile analiz edilmektedir. Ekonomik büyümede yaşanan şokların enerji tüketimini tüm ülkelerde pozitif fakat azalarak etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Öte yandan enerji tüketiminde yaşanan değişimlerin önemli bir kısmı Türkiye, Hindistan ve Brezilya için ekonomik büyüme ile açıklanmaktadır. Güney Afrika ve Endonezya’da enerji tüketiminde yaşanan değişimin %80’den fazlası ülkelerin kendi yapısından kaynaklanmaktadır.

Başarır ve Erçakar (2017), finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi OECD üyesi 14 ülke için ele almaktadırlar. 1992 ile 2014 dönemi için yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada Panel eşbütünleşme analizi uygulanmaktadır. Türkiye, Belçika, Almanya, Yunanistan, Japonya, Meksika ve Kore’de özel sektöre verilen yurtiçi kredilerin, GSYH’ya oranı ve enerji tüketimi arasında pozitif, ancak diğer ülkeler için negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hisse senetleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişki ise Almanya, Meksika ve Kore’de negatif bulunurken, diğer ülkelerde pozitif bulunmuştur.

Aydın (2018), enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi düşük ve orta gelir grubundaki ülkeler için 1971-2013 dönemi verilerini kullanarak incelemektedir. Bu amaçla değişkenler arasındaki ilişkiyi tahmin edebilmek için Kónya panel nedensellik testi kullanılmaktadır. Empirik sonuçlara göre düşük ve orta gelir grubuna dâhil ülkelerde çoğunlukla tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu

görülmektedir. Bu durumda, enerji tüketimi ile ilgili uygulanan politikalar ekonomik büyüme üzerinde etkili değildir.

Karakaş ve İzgi (2018), 1990-2014 yıllarındaki verilere dayanarak OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Panel eş bütünleşme tahmini yapılan çalışmada değişkenler arasında Granger nedenselliği olup olmadığı araştırılmaktadır. Empirik bulgulara göre elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Çizelge 2.2’de Türkiye’de yapılmış olan çok ülkeli çalışmaların literatür özetine yer verilmektedir.

**Çizelge 2. 2. Ulusal Literatürde Yapılan Çok Ülkeli Çalışmaların Özeti**

Yazar(lar)/ Çalışma Yılı	Ülke(ler)	Zaman/ Dönem	Kullanılan Yöntem	Araştırma Konusu	Sonuç
Arı ve Zeren (2011)	Akdeniz Ülkeleri	2000–2005	Panel Veri Analizi	$CO_2$ emisyonu ile kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi sorgulayarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini test etmek	$CO_2$ emisyonu ile kişi başına gelir arasındaki ilişkinin N şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. $CO_2$ emisyonunun, yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde de artabileceği görülmüştür. Ayrıca çalışmada, nüfus yoğunluğu ve enerji tüketiminin, $CO_2$ ’yi pozitif yönde etkilediği bulunmuştur.
Akay vd. (2015)	Ortadoğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri	1988-2010	Panel nedensellik ve panel eş bütünleşme analizleri	Enerji tüketimi'nin, iktisadi büyüme ve karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi	Büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki varken, karbondioksit emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.
İsmiç (2015)	Türkiye, Polonya, Ukrayna, Romanya, Filipinler, Çin, Tayland, Bulgaristan	1990-2012	Swamy'nin Tesadüfi Katsayılar Modeli ve Görünüşte İlişkisiz Regresyon (SUR) modeli	Nüfus, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi arasındaki ilişki	Ekonomik büyümenin elektrik tüketimi üzerinde pozitif etkisi gözlemlenmiş, nüfusun ise 2 ülkede (Polonya ve Romanya) elektrik tüketimi üzerinde etkisi olmadığı bulunmuştur.
Alp (2016)	23 OECD Ülkesi	1980-2012	Granger nedensellik analizi,	Enerji politikalarının ekonomik	23 OECD ülkesi için; 11 tarafsızlık, 4 koruma ve 6

			Vektör otoregresif model ve Johansen eş bütünleşme analizi	büyüme üzerinde ki etkisini 4 temel hipotez üzerinden incelemiştir. Bu hipotezler: nötrlük hipotezi, büyüme hipotezi, konservasyon hipotezi, geribildirim hipotezi.	büyüme hipotezi bulunmuştur.
Yurtkur ve Bahtiyar (2017)	Kırılgan Beşli	1971-2013	Yapısal VAR Modeli	Enerji tüketimi, ekonomik büyüme, enflasyon ve ticari açıklık arasındaki ilişki	Enerji tüketiminde yaşanan değişimlerin önemli bir kısmı Türkiye, Hindistan ve Brezilya için ekonomik büyüme ile açıklanmaktadır. Güney Afrika ve Endonezya'da enerji tüketiminde yaşanan değişimin %80'den fazlası ülkelerin kendisinden kaynaklanmaktadır.
Başarır ve Erçakar (2017)	OECD Ülkeleri	1992-2014	Panel Veri Analizi	Finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemektedir.	Özel sektöre verilen yurtiçi kredilerin GSYH'ya oranı ve hisse senetleri ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir.
Aydın (2018)	Düşük ve orta gelirli ülkeler	1971-2013	Konya panel nedensellik testi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Düşük ve orta gelir grubuna dâhil ülkelerde ilişki negatif olarak belirlenmiştir.
Karakaş ve İzgi (2018)	OECD	1990-2014	Panel Eş Bütünleşme Testi	Yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.



### 2.2.3. Uluslararası Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmalar

Kraft (1978), 1947-1974 yıllarına ait brüt enerji girdilerini kullandığı çalışmasında regresyon analizini kullanarak enerji ile GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini ABD özelinde açıklamaya çalışmaktadır. Çalışma, enerji tüketimi ve GSMH arasındaki ilişkinin sabit ve değişmeyen olduğu görüşünü kabul eden genel literatürden hareket etmekte ancak farklı sonuçlara ulaşmaktadır. Temel empirik bulgulara göre savaş sonrası dönemde ilişkinin yönünün sadece GSMH'dan enerjiye doğru tek yönlü olduğu ve enerjiden GSMH'ya nedensellik olmadığını ortaya koymaktadır. Yuan vd. (2010), Çin'de enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Bu ilişki eş bütünleşme denklemleri, dürtü yanıtı fonksiyonları, Granger nedensellik ve varyans ayrışması ile araştırılmaktadır. Enerji fiyatları, enerji tüketimi ve ekonomik çıktılar arasındaki eşbütünleşme ilişkileri, daha yüksek enerji fiyatlarının Çin sanayi sektörlerindeki enerji tüketimini azaltacağını, ancak uzun vadede ekonomik çıktıyı azaltmayacağını göstermektedir. Enerji fiyatı ve hanehalkı enerji tüketimi arasındaki eşbütünleşme ilişkisi, yüksek enerji fiyatının uzun vadede hanehalkı enerji tüketimini azaltacağını, kısa vadede ise artıracığını göstermektedir.

Tsani (2010), Yunanistan'da ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1960-2006 yılları arasındaki verileri kullanarak incelemektedir. Toda ve Yamamoto (1995) analizini kullanarak nedensellik ilişkisini açıklamaktadır. Empirik analizden elde edilen sonuçlar; toplam enerji tüketiminden reel GSYH'ya doğru tek yönlü bir nedensel ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Shahbaz ve Lean (2012), 1971-2008 yılları arasında Tunus'ta enerji tüketimi, finansal gelişme, ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. Analiz yöntemi olarak eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerine ilişkin otoregresif dağıtılmış gecikme sınır testi yaklaşımı kullanılmaktadır. Sonuç, Tunus'ta enerji tüketimi, ekonomik büyüme, finansal gelişme, sanayileşme ve kentleşme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi doğrulamaktadır. Finansal kalkınma ve enerji tüketimi, finansal kalkınma ve sanayileşme ile sanayileşme ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli iki yönlü nedensellik bulunmaktadır. Gross (2012), ABD'nin sanayi, ulaştırma ve ticaret

sektörlerini incelendiği çalışmada, 1970-2007 yılları arası dönemde enerji ve büyüme arasındaki Granger nedensellik ilişkisini araştırmaktadır. Pesaran ve Shin (1999) ile Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılarak; ticaret sektöründe büyümeden enerjiye doğru tek yönlü ve uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ulaştırma sektöründe uzun dönemli ve çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Wei ve Hu (2013), 1995-2007 yılları arasında Çin'in üç bölgesinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. Empirik sonuçlar, enerji tüketiminin üç bölgede GSYH'daki değişim üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Islam vd. (2013), Malezya üzerine yaptıkları ve Vektör Hata Düzeltme Modelini kullandıkları, 1971-2012 yıllarını kapsayan çalışmalarında ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında ilişkinin ve nedenselliğin yönünün pozitif olduğu sonucuna ulaşmaktadırlar. Ayrıca büyüyen bir ekonominin, artan nüfusun da baskısıyla daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacağı belirlenmiştir. Bunun yanında finansal gelişmenin enerji verimliliğinde artış yaşanması halinde enerji tüketimini azaltabileceği ifade edilmektedir. Malezya için bakıldığında, ekonomik büyümenin enerji tüketimini son yıllarda artırdığı tespit edilmiştir. Malezya'ya dair çalışmada sonuç olarak enerji kullanımı ile toplam üretim, finansal gelişme ve nüfus arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı teyit edilmektedir.

Shaari vd. (2013), Malezya üzerine yaptıkları araştırmalarında enerji tüketimi, nüfus ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Çalışmada panel veri analizi yöntemi ile 1991-2011 arası verileri kullanılmaktadır. Elde edilen empirik bulgulara göre nüfus, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır. He vd. (2014), Pekin'de enerji fiyatlarının enerji tüketim davranışları üzerindeki etkisini incelemektedirler. CGE (Computable General Equilibrium) metodunu kullandıkları çalışmada birincil ve ikincil endüstrilerde vatandaşların fiyat değişimlerine verdikleri tepkiler ölçülmektedir. Enerji tüketiminin müşterileri açısından bakıldığında, birincil endüstride enerji fiyatının elastikiyeti ve çapraz esnekliği söz konusudur; bu da enerji fiyatındaki değişikliklerin birincil endüstri üzerinde çok az etkiye sahip olduğunu göstermektedir. İkincil sanayide,

özellikle yüksek enerji tüketimi olan sektörlerde, birincil endüstriden daha fazla elastikiyet ve çapraz esneklik bulunmaktadır. Yani, elektrik fiyatındaki değişiklikler enerji tüketimi üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Konut sakinleri için ise elektrik fiyatındaki değişiklikler enerji tasarrufu ve emisyon azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Sbia vd. (2014), 1975- 2011 yıllarında BAE'de DYY, temiz enerji, ticaret açıklığı,  $CO_2$  emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Çalışmada ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik testi kullanılmaktadır. Bulgulara göre DYY, ticaret açıklığı ve  $CO_2$  emisyonlarının enerji talebini azalttığı görülmektedir. Öte yandan ekonomik büyüme ve temiz enerjinin enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Leitão (2015), 1990-2011 arası dönemde, Portekiz'de enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırım arasındaki ilişkiyi ele almaktadır. Ekonometrik model olarak birim kök testi ve panel veri analizi kullanılmaktadır. Empirik sonuçlar, kişi başına düşen gelirin ve küreselleşmenin enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Ekonometrik modeller iki kontrol değişkenini, ticaret açıklığını ve döviz kurunu da dikkate almıştır, bu veriler DYY ile pozitif ilişkilidir. Osigwe ve Arawomo (2015), 1970-2012 yılları arasında enerji tüketimi, petrol fiyatları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi ile açıklamaya çalışmaktadırlar. Hata düzeltme modeli, değişkenlerin Granger nedenselliklerini test etmek için kullanılmıştır. Elde edilen bulgular enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik göstermektedir.

Begum vd. (2015), Malezya'da GSYH büyümesinin, enerji tüketiminin ve nüfus artışının  $CO_2$  emisyonları üzerindeki dinamik etkilerini araştırmaktadırlar. ARDL sınır testi yaklaşımından elde edilen empirik sonuçlar, 1970-1980 arası dönemde GSYH artışlarının  $CO_2$  emisyonlarını azalttığını göstermektedir. Sonuçlar aynı zamanda hem enerji tüketiminin hem de GSYH'nın  $CO_2$  emisyonları üzerinde uzun vadeli olumlu etkilere sahip olduğunu gösterirken nüfus artışının  $CO_2$  emisyonları üzerinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır.

Joo vd. (2015), enerji tüketimi,  $CO_2$  emisyonu ve ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığını Şili için incelemektedirler. 1965-2010 arası verileri kullandıkları çalışmalarında, hata düzeltme modeline dayanan birim kök, eş bütünleşme ve Granger nedensellik testlerini kullanmaktadırlar. Elde edilen empirik bulgulara göre; enerji tüketiminden ekonomik büyümeye,  $CO_2$  emisyonlarından ekonomik büyümeye ve enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonlarına doğru tek yönlü nedenselliğin varlığı tespit edilmektedir. Arora ve Shi (2016), ABD’de enerji tüketimi ile reel GSYH arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. 1973-2014 yıllarını kapsayan çalışmalarında, 1990’larda toplam enerjiden reel GSYH’ya doğru çift yönlü bir granger nedensellik ilişkisi bulunurken, 2000’li yıllarda bu nedensellik ilişkisi reel GSYH’dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca 2009 yılından sonra petrol tüketiminin reel GSYH ilişkisinin iki yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Doğal gaz tüketiminin ise reel GSYH büyümesinden bağımsız olduğu tespit edilmiştir.

Chen vd. (2016), enerji fiyatlarının enerji tüketimi ve enerji verimliliği üzerindeki etkisini, 1982–2011 yılları arasında Tayvan için sanayi verilerini kullanarak araştırmaktadırlar. Analiz yöntemi olarak DPD modeli ve ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmaktadır. Empirik analizler, Tayvan imalat sektöründeki kısa ve uzun vadeli enerji verimlilik değerlerinin sırasıyla, ortalama 0.6016 ve 0.8040 olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, enerji kullanımı kısa vadede esnek değilken uzun vadede esnektir. Kısa vadede enerji verimliliğinin enerji fiyat esnekliği 0.077, uzun vadede ise 0.144 olarak bulunmuştur.

Pata vd. (2016), Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin hem kısa hem de uzun dönem ilişkilerini ARDL modeli ile 1960-2014 dönemi için tahmin etmektedirler. Sonuçlar kısa ve uzun dönemde, toplam ve kişi başı birincil enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Azam vd. (2016), Yunanistan’da enerji tüketimini belirleyen makroekonomik faktörleri incelemektedirler. Çalışmada 1975-2013 arası yılları kapsayan veriler kullanılmaktadır. Yapılan etki tepki analizi incelendiğinde; kentleşme, altyapı, ticaret, gelir, nüfus artışı ve doğrudan yabancı yatırımın incelenen dönemde Yunanistan’daki

enerji tüketiminin temel belirleyicileri olduğu görülmektedir. Empirik bulgulara göre, sabit olduğu belirlenen GSYH dışında tüm değişkenlerin olumlu ve pozitif etkisi olduğu tespit edilmektedir. Ayrıca büyüme ve enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu kısa vadede sonuçlara bakıldığında, hemen hemen tüm makroekonomik değişkenler önemli bir etkiye sahiptir.

Brini vd. (2017), 1980-2011 yılları arasında eşbütünleşme ve ARDL sınır testini kullanarak yaptıkları çalışmalarında, Tunus için yenilenebilir enerji tüketimi, uluslararası ticaret, petrol fiyatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Elde edilen empirik bulgulara göre, kısa vadede yenilenebilir enerji tüketimi ile uluslararası ticaret arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığı ortaya koyulmaktadır. Ayrıca, petrol fiyatlarındaki artış, yenilenebilir enerji tüketiminde artış anlamına gelmektedir ki, bu nedenle kısa vadede yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol fiyatları arasında tek yönlü bir ilişki kanıtlanmıştır. Mahalingam ve Orman (2018), “Ekonomik büyüme mi enerji tüketimine, yoksa enerji tüketimi mi ekonomik büyümeye yol açıyor?” sorusunun cevabını aradıkları çalışmalarında; panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizini kullanmışlardır. ABD'de iki bölge için bölgesel farklılık tespit edilmiştir. Kuzey Amerika'da enerji tüketimi büyümeye neden olurken, Güney Amerika'da büyüme enerji tüketimine neden olmaktadır. Al-Mulali ve Sab (2018), BAE'de finansal gelişme, enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Çalışmada 1980-2008 arasını kapsayan yıllar için VAR modeli kullanılmaktadır. Araştırmada elde edilen sonuçlar, enerji tüketimi ve  $CO_2$  emisyonlarının, BAE'deki ekonomik ve finansal kalkınma göstergeleri ile uzun dönemli bir ilişki içerdiğini göstermektedir. Ayrıca, hem ekonomik hem de finansal kalkınma göstergeleri değişkenlerinde enerji tüketimi ile  $CO_2$  emisyonları arasında önemli bir nedensel ilişki olduğu bulunmuştur.

Chen (2018), Çin'deki 30 ilin dengeli bir veri setine dayanarak, 1996-2013 dönemini kapsayan çalışmada, ekonomik büyüme,  $CO_2$  emisyonları, dış ticaret (ihracat veya ithalat) ve kentleşmenin ulusal ve bölgesel yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Çalışmada doğu, ulusal, merkezi ve batı bölgeler olmak üzere 4 ayrı panel kullanılmıştır. Empirik sonuçlar, ekonomik büyümenin,

$CO_2$  emisyonlarının, dış ticaretin ve kentleşmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin bölgeler arasında heterojen olduğunu göstermektedir. Öncelikle, ekonomik kalkınmanın, düşünülen dört panelde yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu etki, doğuda en fazla olmak üzere ulusal, merkezi ve batı bölgeler olarak azalan bir etkidir. İkincisi,  $CO_2$  emisyonlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi merkezi ve ulusal bölgelerde pozitiftir.  $CO_2$  emisyonlarının doğu bölgesinde yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde zayıf bir etkisi varken batı bölgesinde hiçbir etkisi yoktur. Üçüncüsü, kişi başına düşen ihracatın, yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi, merkezi bölgelerde büyükken doğu ve ulusal bölgelerde bu olumlu etki azalmaktadır, batı bölgelerinde ise etki olumsuz olmaktadır. Dördüncü olarak, kişi başına düşen ithalatın doğu, batı ve ulusal bölgelerde yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumsuz bir etkisi vardır ve merkezi bölgede çok zayıf olumlu bir etkiye sahiptir. Son olarak, kentleşmenin dört panelde de yenilenebilir enerji tüketimini önemli ölçüde etkilemediği sonucuna ulaşılmaktadır. Çizelge 2.3’de uluslararası alanda yapılan tek ülkeli çalışmalara yer verilmektedir.

**Çizelge 2. 3. Uluslararası Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmaların Özeti**

Yazar(lar) / Çalışma Yılı	Ülke(ler)	Zaman / Dönem	Yöntem	Araştırma Konusu	Sonuç
Kraft (1978)	ABD	1947-1974	Regresyon Analizi	Enerji ile GSMH arasındaki nedensellik ilişkisi	Savaş sonrası dönemde ilişkinin yönünün sadece GSMH'dan enerjiye doğru tek yönlü olduğu ve enerjiden GSMH'ya nedensellik olmadığı tespit edilmiştir.
Yuan, Liu, Wu (2010)	ÇİN	1993-2007	Eş bütünleşme testi, Dürtü yanıtı fonksiyonları, Granger nedensellik analizi ve varyans ayrışma testi	Enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki ilişki	Daha yüksek enerji fiyatlarının Çin sanayi sektörlerindeki enerji tüketimini azaltacağı, uzun vadede ise ekonomik çıktıyı azaltmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yüksek enerji fiyatlarının uzun vadede hanehalkı enerji tüketimini azalttığı, kısa vadede ise artırdığı bulunmuştur.

Tsani (2010)	Yunanistan	1960-2006	Toda-Yamamoto nedensellik testi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Toplam enerji tüketiminden reel GSYH'ya doğru tek yönlü bir nedensel ilişki tespit edilmiştir.
Shahbaz ve Lean (2012)	Tunus	1971-2008	Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi, Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Sınırı Testi	Enerji tüketimi, finansal gelişme, ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşme arasındaki ilişki	Enerji tüketimi, ekonomik büyüme, finansal gelişme, sanayileşme ve kentleşme arasında uzun dönemde iki yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Gross (2012)	ABD	1970-2007	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	Enerji ile büyüme arasındaki granger nedensellik ilişkisi	Uzun dönemde ticaret sektöründe enerjiden büyümeye tek yönlü bir ilişki ve ulaştırma sektöründe çift yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Weı ve Hu (2013)	ÇİN	1995-2007	Panel Veri Analizi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.
Islam vd. (2013)	Malezya	1971-2012	Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)	Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki	Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında ilişkinin pozitif ve nedenselliğin yönünün pozitif olduğu sonucuna ulaşımlardır. Ayrıca büyüyen bir ekonominin artan nüfusun da baskısıyla daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacağı belirlenmiştir.
Shaari vd. (2013)	Malezya	1991-2011	Panel Veri Analizi	Enerji tüketimi, nüfus ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Nüfus, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca nüfusun enerji tüketimini artırdığı ve artan enerji tüketiminin de ekonomik büyümeye olumlu katkı yaptığı sonucuna ulaşılmıştır
He vd. (2014)	Pekin	2010	Computable General Equilibrium	Enerji fiyatlarının enerji tüketim davranışları	Enerji fiyatındaki değişiklikler birincil endüstri üzerinde çok az etkiye sahiptir.

			(CGE) Metodu	üzerindeki etkisini birincil ve ikincil endüstri olarak incelemektedirler.	İkincil endüstride, özellikle yüksek enerji tüketimi olan sektörlerde, elektrik fiyatlarındaki değişiklikler enerji tüketimi üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir.
Sbia vd. (2014)	BAE	1975-2011	ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik testi	DYY, temiz enerji, ticaret açıklığı, karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir.	DYY, ticaret açıklığı ve karbon emisyonlarının enerji talebini azalttığı; ekonomik büyüme ve temiz enerji'nin ise enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etki yaptığı görülmüştür.
Leitão (2015)	Portekiz	1990-2011	Panel Veri Analizi	Enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırım arasındaki ilişki	İlişkinin yönü pozitif olarak tespit edilmiştir.
Osigwe ve Arawomo (2015)	Nijerya	1970-2012	Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi, petrol fiyatları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi ile elektrik fiyatı arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir.
Joo vd. (2015)	Şili	1965-2010	Panel Veri Analizi	Enerji tüketimi, CO <sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, CO <sub>2</sub> emisyonlarından ekonomik büyümeye ve enerji tüketiminden CO <sub>2</sub> emisyonlarına doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.
Arora and Shi (2016)	ABD	1973-2014	Panel Granger nedensellik analizi	Enerji tüketimi ile reel gsyh arasındaki ilişkiyi incelemektedir	1990'larda toplam enerjiden reel gsyh'ya doğru çift yönlü bir granger nedensellik ilişkisi bulunurken, 2000'li yıllarda bu nedensellik ilişkisi reel gsyh'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki olmuştur. 2009 yılından sonra petrol tüketiminin reel gsyh ile ilişkisinin iki yönlü



					olduğu tespit edilmiştir.
Chen vd. (2016)	Tayvan	1982–2011	DPD Modeli ve ARDL Sınır Testi	Enerji fiyatlarının enerji tüketimi ve enerji verimliliği üzerindeki etkisi	Enerji kullanımı kısa vadede esnek değilken, uzun vadede esnektir; enerji verimliliğinin fiyat esnekliği ise uzun vadede daha esnek bulunmuştur.
Pata vd. (2016)	Türkiye	1960-2014	ARDL modeli	Enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin hem kısa hem de uzun dönem ilişkileri	Kısa ve uzun dönemde, toplam ve kişi başı birincil enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.
Azam vd. (2016)	Yunanistan	1975-2013	Zaman Serisi Analizleri (ADF Testi, KPSS Testi, VECM Modeli, Granger Causality Testi)	Enerji tüketiminin belirleyicileri	Sabit olduğu belirlenen GSYH dışında tüm değişkenlerin olumlu ve pozitif etkisi olduğu tespit edilmektedir.
Brini vd. (2017)	Tunus	1980-2011	Panel eşbütünleşme ve ARDL sınır testi	Yenilenebilir enerji tüketimi, uluslararası ticaret, petrol fiyatı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Yenilenebilir enerji tüketimi ile uluslararası ticaret arasında çift yönlü bir ilişki, yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol fiyatları arasında tek yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Mahalingam ve Orman (2018)	ABD	1978-2014	Panel eşbütünleşme ve panel granger nedensellik analizi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Kuzey Amerika'da enerji tüketimi büyümeye neden olurken, Güney Amerika'da büyüme enerji tüketimine neden olmaktadır.
Al-Mulali ve Sab (2018)	BAE	1980-2008	VAR (Vektör Otoregresif) Model	Finansal gelişme, enerji tüketimi ve CO <sub>2</sub> emisyonları arasındaki ilişki	Ekonomik ve finansal kalkınma göstergeleri ile enerji tüketimi ve CO <sub>2</sub> emisyonları arasında önemli bir nedensellik bulunmuştur.
Chen (2018)	ÇİN	1996-2013	Panel Veri Analizi	Ekonomik büyüme, CO <sub>2</sub> emisyonları, dış ticaret (ihracat veya ithalat) ve kentleşmenin	Ekonomik kalkınma tüm bölgelerde olumlu etkili iken; CO <sub>2</sub> emisyonları, kişi başına ihracat, kişi başına ithalatın batı bölgelerde doğudaki

				ulusal ve bölgesel yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi	bölgelere göre daha olumludur, kentleşmenin etkisi ise tüm bölgelerde olumsuz olarak bulunmuştur.
--	--	--	--	--	---

#### 2.2.4. Ulusal Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmalar

Özata (2010), Türkiye’de 1970-2008 döneminde enerji tüketimi ile GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemektedir. Durağanlık için birim kök testleri, nedensellik için Granger testi, uzun dönem ilişkilerin belirlenmesi için eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları reel GSMH ile enerji tüketiminin eşbütünleşik olduklarını ve reel GSMH’den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi bulunduğunu göstermektedir. Aydın (2010), enerji tüketimi ile büyüme ilişkisini önce toplulaştırılmış denklemlerle incelemekte daha sonra ayrıştırılmış denklemler kullanarak birincil enerji tüketimini oluşturan kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmektedir. Ayrıca ilk analizde 1996:01-2004:04 dönemine ait üçer aylık veriler; ikinci analizde ise 1980-2004 dönemi yıllık verileri kullanılarak zaman bakımından bir sınırlama getirmektedir. Çalışmada “Enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahiptir” hipotezi “Sıradan En Küçük Kareler Yöntemi” ile test edilmektedir. Toplulaştırılmış denklemlerle yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Enerji tüketimindeki %1’lik değişim ekonomik büyümede %1.03’lük bir artışa neden olmaktadır. Dolayısıyla Türkiye için yapılan analizde “Enerji tüketimi ekonomik büyümeye yol açar” görüşü desteklenmektedir.

Arı ve Zeren (2011),  $CO_2$  emisyonu ile kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi sorgulayarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini test etmişlerdir. Bu amaç doğrultusunda Akdeniz ülkeleri ele alınarak 2000–2005 dönemi, panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Empirik bulgular,  $CO_2$  emisyonu ile kişi başına gelir arasındaki ilişkinin N şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. Böylece  $CO_2$  emisyonunun, yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde de artabileceği görülmüştür. Bunun yanında çalışmada, nüfus yoğunluğu ve enerji tüketimi değişkenlerinin çevre kirliliği

üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Elde edilen empirik bulgular, nüfus yoğunluğu ve enerji tüketiminin,  $CO_2$ 'yi pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Korkmaz ve Develi (2012), enerji tüketimi, enerji üretimi ile GSYH arasındaki nedensellik ilişkisini Türkiye'nin 1960-2009 dönemi yıllık verilerini kullanarak incelemektedirler. Nedensellik sınavasında Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları ele alınan dönem için değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermiştir. Ayrıca enerji tüketimi ile GSYH arasında iki yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Altıntaş (2013), 1970-2008 dönemi için Türkiye'de karbondioksit emisyonu, fert başına gelir, birincil enerji tüketimi ve yatırımlar arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik testleriyle araştırmaktadır. Empirik sonuçlarda, değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğu gözlenmiştir. Test sonuçlarında ekonomik büyüme ve birincil enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonuna doğru kısa dönem tek yönlü nedensel ilişkiye rastlanmıştır. Ayrıca enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve yatırımların uzun dönemde  $CO_2$  emisyonunun Granger nedeni olduğu ortaya konmuştur. Erdoğan ve Gürbüz (2014), Türkiye'de 1970-2009 dönemleri arasında yıllık verilerle, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmalı modeller aracılığı ile incelemişlerdir. Çalışmada Reel GSYH, Gayri Safi Sermaye oluşumu ve ihracat verileri kullanılmıştır. Bunun için öncelikli olarak Zivot-Andrews (ZA) yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanıp, serilerin birinci farkında I(1) durağan oldukları tespit edilmiştir. ZA birim kök testinden sonra Gregory-Hansen Eşbütünleşme analizi yapılmış, seriler arasında uzun dönemde eşbütünleşme bulunmuştur. Bulunan bu eşbütünleşme seriler arasında en az bir nedensellik ilişkisinin olabileceğini göstermiştir. Granger nedensellik analizi sonucunda, Reel GSYH'dan sermayeye, enerji tüketiminden sermayeye, ihracattan Reel GSYH'ya, ihracattan enerji tüketimine ve yine ihracattan sermayeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunup, buna karşın enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Begum vd. (2015), Malezya'da GSYH büyümesinin, enerji tüketiminin ve nüfus artışının  $CO_2$  emisyonları üzerindeki dinamik etkilerini araştırmaktadır. ARDL

sınır testi yaklaşımından elde edilen empirik sonuçlar, 1970-1980 arası dönemde kişi başına düşen GSYH artışlarının kişi başına düşen  $CO_2$  emisyonlarını azalttığını göstermektedir; Ancak, 1980'den 2009'a kadar, kişi başına düşen  $CO_2$  emisyonları kişi başına düşen GSYH artışına bağlı olarak keskin bir artış göstermektedir. Bu sonuçlar dinamik sıradan en küçük kareler (DOLS) ve Sasabuchi-Lind-Mehlum U (SLM U testi) testleri ile de desteklenmektedir. Sonuçlar aynı zamanda hem kişi başına düşen enerji tüketiminin hem de kişi başına düşen GSYH'nın kişi başına  $CO_2$  emisyonları üzerinde uzun vadeli olumlu etkilere sahip olduğunu gösterirken nüfus artışının  $CO_2$  emisyonları üzerinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır. Ancak, bu çalışma uzun vadede, ekonomik büyümenin Malezya'daki  $CO_2$  emisyonları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

Usta ve Berber (2017), Türkiye'de sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1970-2012 dönemindeki yıllık verileri kullanarak, Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi ile analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular ulaştırma ve sanayi sektörlerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermiştir. Çalışmanın diğer bir sonucu ise, tarım ve konut sektörleri enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında bir ilişkinin bulunamamış olmasıdır. Çağlar vd. (2017), Türkiye'nin 1960-2014 yıllarındaki verilerine dayalı olarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Analize klasik birim kök testi olan ADF yaklaşımıyla birlikte kırılmaları dikkate alan ZA birim kök testi ile başlanmış, her iki teste göre de değişkenlerin birim kök özelliği taşıdığı görülmüş ve bu nedenle Gregory ve Hansen (1996) eşbütünleşme yaklaşımı kullanılmıştır. Analiz sonucunda büyüme ve enerji tüketimi arasında güçlü ölçülerde olumlu bir ilişki olduğu saptanmış ve Türkiye'de yüksek ölçülerde büyüme sağlayabilmek için büyüme oranına yakın yükseklikte enerji tüketiminin gerekli olduğu saptanmıştır.

Çağlar ve Kubar (2017), finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Türkiye açısından değerlendirmektedirler. 1969-2014 yılları arasında, finansal gelişmeyi temsil etmesi için dört farklı gösterge kullanılırken enerji tüketimini temsil etmesi için iki farklı değişken kullanılmıştır. Enerji tüketimi, yenilenebilir ve fosil

enerji olarak ayrıştırılmıştır. Analizde, TodaYamamoto ve Nazlıoğlu vd. (2016) tarafından yapısal kırılmaları dikkate alan FourierTodaYamamoto nedensellik yaklaşımı kullanılmıştır. Empirik bulgular sonucunda finansal gelişme ile yenilenebilir kaynaklı enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Diğer yandan finansal gelişme ve fosil kaynaklı enerji tüketimi arasında finansal gelişmeden fosil kaynaklı enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 2.4’de ulusal literatürdeki tek ülkeli çalışmalara yer verilmektedir.

**Çizelge 2. 4. Ulusal Literatürde Yapılan Tek Ülkeli Çalışmaların Özeti**

Yazar(lar)/ Çalışma Yılı	Ülke(ler)	Zaman / Dönem	Yöntem	Araştırma Konusu	Sonuç
Özata (2010)	Türkiye	1970- 2008	Birim kök testi, Granger nedensellik testi, Eşbütünlüşm e testi, Vektör hata düzeltme modeli	Enerji tüketimi ile GSMH arasındaki nedensellik ilişkisi	GSMH ile enerji tüketiminin eşbütünlüşik oldukları ve reel GSMH’dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Aydın (2010)	Türkiye	1996:01- 2004:04 ve 1980- 2004	En Küçük Kareler Yöntemi	Enerji tüketimi ile büyüme ilişkisi analiz edilmiştir.	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir.
Arı ve Zeren (2011)	Akdeniz Ülkeleri	2000– 2005	Panel Veri Analizi	$CO_2$ emisyonu ile kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi sorgulayarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini test etmektedir.	$CO_2$ emisyonu ile kişi başına gelir arasındaki ilişkinin N şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. $CO_2$ emisyonunun, yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde de artabileceği görülmüştür. Ayrıca çalışmada, nüfus yoğunluğu ve enerji tüketiminin, $CO_2$ ’yi pozitif yönde etkilediği bulunmuştur.
Korkmaz ve Develi (2012)	Türkiye	1960- 2009	Johansen eşbütünlüşme testi ve Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi, enerji üretimi ile GSYH arasındaki nedensellik ilişkisi	Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunurken, enerji tüketimi ile GSYH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Altıntaş (2013)	Türkiye	1970-2008	Panel nedensellik ve panel eş bütünlüşme analizleri	Karbondioksit emisyonu, fert başına gelir, birincil enerji tüketimi ve yatırımlar arasındaki ilişki	Ekonomik büyüme ve birincil enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru kısa dönemde tek yönlü bir ilişki mevcutken; enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve yatırımların uzun dönemde karbondioksit emisyonunun granger nedeni olduğu bulunmuştur.
Erdoğan ve Gürbüz (2014)	Türkiye	1970-2009	Zivot-Andrews (Z-A) birim kök testi, Gregory-Hansen eşbütünlüşme testi, Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamazken, diğer değişkenler arasında ilişki tespit edilmiştir.
Begum vd. (2015)	Malezya	1970-1980 ve 1980-2009	ARDL Sınır Testi	GSYH büyümesinin, enerji tüketiminin ve nüfus artışının $CO_2$ emisyonları üzerindeki etkisini incelemektedir.	1970-1980 arasında GSYH artışı $CO_2$ emisyonunu azaltırken, 1980-2009 arası dönem de artırmaktadır. Nüfus artışının herhangi bir etkisi bulunmazken, enerji tüketiminin uzun vadede etkisinin pozitif olacağı tespit edilmiştir.
Usta ve Berber (2017)	Türkiye	1970-2012	Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi	Sektörel enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi	Ulaştırma ve sanayi sektörlerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi varken, tarım ve konut sektörlerinde enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında bir ilişki tespit edilememiştir.
Çağlar vd. (2017)	Türkiye	1960-2014	ADF birim kök testi, ZA birim kök testi, Gregory ve Hansen (1996) eşbütünlüşme testi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki	Büyüme ve enerji tüketimi arasında güçlü ölçülerde olumlu bir ilişki olduğu saptanmıştır.
Çağlar ve Kubar	Türkiye	1969-2014	FourierToda Yamamoto	Finansal gelişme ve	Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji

(2017)			Nedensellik Yaklaşımı	enerji tüketimi arasındaki ilişki	tüketimi arasında bir nedensel ilişki tespit edilemezken, fosil kaynaklı enerji tüketimi açısından tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
--------	--	--	-----------------------	-----------------------------------	--



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Küreselleşme ile birlikte ülkeler daha çok tüketim yapmaya başlamakta, bu durum da üretimin artmasını beraberinde getirmektedir. Öte yandan Dünya nüfusunun giderek artması ve ülkeler arasındaki ticaretin giderek büyümesi gibi pek çok sebepten ötürü enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün büyümektedir. Dünyada bu denli hızla artan enerji ihtiyacının varlığı, enerji tüketiminin belirleyicilerinin ne olabileceğini açıklamayı gerekli kılmaktadır. Bu gereklilik bu çalışmanın nihai amacını oluşturmaktadır. Bu amaçla enerji tüketiminin belirleyicisi olarak 3 değişken kullanılmaktadır. Çalışma, 6 yükselen ekonomide 1992-2018 dönemi verilerini kapsamaktadır. Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak çalışmanın modeli, örnekleme ve veri seti açıklanmaktadır. Bunun hemen ardından analizde kullanılan tahmin modelleri ve gerçekleştirilen testler açıklanırken son kısımda, yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmektedir.

#### 3.1. Çalışmanın Modeli

Çalışmada enerji tüketiminin belirleyicileri analiz edilirken literatür ile uyuma da dikkat edilerek enerji tüketim fonksiyonu şu şekilde formüle edilmiştir.

$$ECON = f(GDP, FDI, PRICE)$$

Bu fonksiyonda;

Enerji tüketim fonksiyonunu ECON oluştururken GDP gayri safi yurtiçi hâsıla toplamını, FDI doğrudan yabancı sermaye yatırımlar toplamını ve PRICE değişkeni petrol fiyatlarını göstermektedir.

Modelimizde yapılacak olan empirik analizlerden daha verimli sonuçlar elde edebilmek için fonksiyonun logaritmik hale getirilmesi daha faydalı olacaktır. Modelin logaritması alınmış şekli aşağıdaki gibidir.



$$\ln ECON_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_{it} + \alpha_2 \ln FDI_{it} + \alpha_3 \ln PRICE_{it}$$

Bu modelde;

$i = 1, \dots, N$  yatay kesit sayısını ve  $t = 1, \dots, T$  zaman boyutunu göstermektedir.

### 3.2. Örneklem Grubu ve Veri Seti

Çalışmanın analiz kısmında örneklem grubu olarak, son yıllarda ekonomik gelişme gösteren ve yükselen ekonomiler diye adlandırılan BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkeleri incelenmektedir.

**Çizelge 3. 1. Analizi Oluşturan Örneklem Grubu Ülkeleri**

No	Ülke	No	Ülke
1	Brezilya	4	Çin
2	Rusya	5	G. Afrika
3	Hindistan	6	Türkiye

Analizde değişkenler oluşturulurken bir bağımlı değişken ve üç açıklayıcı (bağımsız) değişken olmak üzere toplamda 4 değişken kullanılmaktadır. Örneklem grubuna ait bu değişkenlerin verileri uluslararası kabul görmüş resmi veri kuruluşlarından toplanmaktadır. Bu bağlamda değişkenlere ait 1992-2018 dönemini kapsayan veriler derlenirken Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler tarafından kullanılan UNCTADs veri tabanı ve pek çok ulusal / uluslararası enerji alanında yapılan çalışmalarda kullanılan BP istatistik veri tabanı kullanılmaktadır.

Çalışmanın analiz kısmında yer alan veri seti ve değişkenler Çizelge 3.2'de gösterilmektedir. Çalışmada bağımlı değişken olarak kullanılan Enerji Tüketimi (ECON); örneklemdeki ülkeler için milyon ton petrol tüketimini ifade etmektedir. İlgili enerji tüketimi değişkeni Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir.

Çizelge 3. 2. Analizde Kullanılan Veri Setleri ve Veri Kaynakları

No	Veri	Tanım	Kısaltma	Dönemleri	Kaynak
1	Enerji Tüketimi	Toplam Petrol Tüketimi (milyon ton)	ECON	1992-2018	BP İstatistik, 2019
2	Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla	Toplam Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (milyon dolar)	GDP	1992-2018	Dünya Bankası, 2019
3	Doğrudan Yabancı Yatırım	Toplam Doğrudan Yabancı Sermaye Girişleri (milyon dolar)	FDI	1992-2018	UNCTADs, 2019
4	Enerji Fiyatları	Dünya Petrol Fiyatları (dolar varil fiyatı)/ Tüketici Fiyatları Endeksi	PRICE	1992-2018	BP İstatistik, 2019

Çalışmanın bağımlı değişkenindeki değişimleri ölçecek olan açıklayıcı (bağımsız) değişkenler Çizelge 3.2’de gösterilmektedir. Enerji tüketimindeki değişimi ölçecek ilk açıklayıcı değişken olarak Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GDP) verisi alınmıştır. 1992-2018 dönemini kapsayan GDP veri seti Dünya Bankasından milyon dolar olarak elde edilmektedir. İkinci açıklayıcı değişken olarak bir ülkeye giren doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) seçilmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar değişkeninin veri seti UNCTADs veri tabanı üzerinden elde edilmiştir ve milyon dolar türünden olmaktadır. Enerji Fiyatları (PRICE) çalışmanın üçüncü ve son açıklayıcı değişkeni olarak seçilirken enerji fiyatları petrol varil fiyatı olarak BP istatistik veri tabanından alınmıştır. Ülkelerin reel petrol fiyatlarına ulaşabilmek için toplam Dünya petrol fiyatları, her ülkenin tüketici fiyatları endeksine bölünmektedir.

### 3.3. Çalışmanın Tanımlayıcı İstatistikleri

Çalışmanın analiz kısmına geçmeden önce, bu bölümde çalışmamızda kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmektedir. Çizelge 3.3’de çalışmanın bağımlı değişkeni ve açıklayıcı değişkenlerinin minimum ve maksimum değerleri, ortalamaları ve standart sapma değerleri görülmektedir. Tanımlayıcı istatistikleri incelediğimizde, ekonomik büyüme (lnGDP) ve doğrudan yabancı yatırımlar (lnFDI) serilerinde standart sapma değerlerinin diğer değişkenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca enerji fiyatları (lnPRICE) serisinde ortalama ve minimum değerlerinin negatif olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. 3. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	LNECON	LNFDI	LNGDP	LNPRICE
<b>Ortalama</b>	4.464	3.190	4.765	-1.160
<b>Maksimum</b>	6.442	6.889	28.633	1.772
<b>Minimum</b>	2.849	0.078	0.032	-1.678
<b>Standart Ortalama</b>	0.933	1.766	4.567	0.571

### 3.4. Çalışmanın Modeline İlişkin Testler

Çalışmamızın bu kısmında, analiz aşamasında uygulanacak olan ekonometrik modeller belirlenmektedir. Bu amaçla öncelikle değişkenlerin ve kurulan modelin yatay kesit bağımlılığına sahip olup olmadığı araştırılmaktadır. Sonraki bölümlerde serilerin durağanlığı, modelimize ilişkin değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı değerlendirilmektedir. Çalışmada son olarak elde edilen analiz sonuçları tartışılmaktadır. Söz konusu analiz testleri uygulanırken “Stata”, “Gauss” ve “EViews” analiz programları kullanılmaktadır.

#### 3.4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Panel analiz yönteminin kullanıldığı pek çok çalışmayı incelediğimizde, söz konusu etkinin sabit olduğu, öte yandan zamana bağlı olan etkinin ise değişken olduğu varsayımı literatürde genel olarak kabul görmektedir. Bu varsayımdan hareketle, modelde yer almayan değişkenlerin etkisinin, yatay kesit boyunca birbirlerinden bağımsız bir dağılım gösterdikleri kabul edilmektedir. Buradan hareketle, örneğin, ortaya çıkabilecek herhangi bir riskten kaçınmak amacıyla, iktisadi karar birimlerinin almış oldukları bir karar sonucunda ortaya çıkabilecek herhangi bir şok, diğer ekonomik karar birimlerinin tercihlerini de etkileyebilecek bir bağımlılığa yol açabilmektedir (Hsiao, 2007: 16). Bu nedenle zaman boyutunun sınırlı olduğu bir analizi yaparken bu şekilde oluşabilecek bir bağımlılığı dikkate almamak analizin tahmin sonuçlarında tutarsızlığa yol açabilmektedir (Huang, 2008: 219). Bu açıdan yaklaşıldığında, yapılacak olan analizin ilk aşamasında değişkenler ve modelin yatay kesit bağımlılığını test etmek daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Literatürde yatay kesit bağımlılığının varlığını analiz edebilmek için çeşitli testler geliştirildiği görülmektedir. Çalışmada yatay kesit bağımlılığını test edebilmek amacıyla literatürle uyumlu olarak Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen “ $CD_{LM}$ ” test analizi, Pesaran (2004)’in geliştirdiği “ $CD$ ” ve “ $CD_{LM2}$ ” testleri kullanılmaktadır. Bu testlerin yanı sıra, Pesaran vd. (2008) tarafından literatüre kazandırılan testlerden olan “ $LM_{adj}$ ” (sapması düzeltilmiş LM testi) de analiz yapılırken kullanılmaktadır.

Yatay kesit bağımlılığını analiz eden testlerden ilki, Breusch ve Pagan (1980) “ $CD_{LM}$ ” testidir. Panel veride yer alan yatay kesitin büyüklüğü ( $N$ ), zaman unsurundan daha küçük ( $N < T$ ) olduğu durumda,  $CD_{LM}$  testi kullanılmaktadır (Pesaran, 2004: 4-5). Pesaran (2004) tarafından geliştirilen bu test yöntemi aşağıda belirtilen eşitliğe göre hesaplanmaktadır.

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

Yukarıdaki eşitlikte  $\rho_{ij}$  kalıntıların kolerasyon katsayılarının örneklem tahminini göstermektedir. Bu teste göre  $H_0$  hipotezi “yatay kesit bağımlılığının söz konusu olmadığını” göstermektedir. Bunun yanında bu testte,  $T \rightarrow \infty$  olduğunda ve  $N$  sabit ise,  $\frac{N(N-1)}{2}$  serbestlik derecesinde ki-kare asimptotik bir dağılım göstermektedir (Pesaran, 2004: 4; Güloğlu ve İvrendi, 2010: 384).

$CD_{LM}$  testi ile kıyaslandığı zaman, Pesaran (2004)’in geliştirmiş olduğu  $CD$  testi, özellikle  $N$  büyük olduğu zaman ve  $T$  küçük olduğu durumda, belirli bir uzaysal ağırlık matrisine dayanmayan küçük örnek özelliklerine sahip bir test özelliği göstermektedir ve ( $N > T$ ) olduğu durumda bu test kullanılmaktadır (Pesaran, 2004: 5).

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

$CD_{LM2}$  testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilmiş olan bir diğer yatay kesit bağımlılığını ölçen test olmaktadır. Bu test  $CD_{LM}$  testinin ölçeklendirilmiş hali olup asimptotik standart normal dağılım göstermektedir. Tıpkı  $CD_{LM}$  testi gibi ( $N < T$ ) durumunda kullanılmakta olan bu test, aynı zamanda daha büyük  $N$  ve  $T$  durumlarında da kullanılabilir. Bu testin hesaplanması aşağıdaki eşitlikteki gibi gerçekleştirilmektedir.

$$CD_{LM2} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1)$$

$LM_{adj}$  (sapması düzeltilmiş LM testi) çalışmamızın analiz kısmında kullanılan bir diğer test tekniğidir.  $CD_{LM}$  testinde panel ve grup ortalamalarında sapmalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle bu sapmaları ortadan kaldırmak amacıyla Pesaran vd. (2008) tarafından  $LM_{adj}$  testi ortaya koyulmuştur.  $LM_{adj}$  testi, temelde  $CD_{LM}$  testinin ortalama ve varyans değerlerini kullanmaktadır. Kesit ve zaman olarak herhangi bir sınırlaması olmayan bu test tekniği küçük örneklem grupları için de uygulama imkânı vermektedir. Bu test tekniği içinde tıpkı diğer testler gibi  $H_0$  hipotezi yatay kesit bağımlılığının söz konusu olmadığını göstermektedir.  $LM_{adj}$  testi aşağıdaki eşitlikte gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

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

**Çizelge 3. 4. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Analiz Sonuçları**

Regresyon Modeli:		
$\ln \text{ECON}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{GDP}_{it} + \alpha_2 \ln \text{FDI}_{it} + \alpha_3 \ln \text{PRICE}_{it}$	<b>Statistic</b>	<b>p-value</b>
<u>Cross-section dependency tests:</u>		
$LM$ (BP, 1980)	56.114	0.000***
$CD_{lm}$ (Pesaran, 2004)	7.506	0.000***
$CD$ (Pesaran, 2004)	1.143	0.127
$LM_{adj}$ (PUY, 2008)	4.307	0.000***

Not: \*\*\*, %1 de anlamlılık seviyesini göstermektedir.

Çizelge 3.4’de, Yatay kesit bağımlılığı analiz sonuçlarını incelediğimizde eşbütünleşme denkleminde göre  $LM$  testi,  $CD_{LM}$  ve  $LM_{adj}$  testlerinde % 0,01 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir ve seriler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

### 3.4.2. Homojenlik Testi

Çalışmanın yatay kesit bağımlılığı test edildikten sonra, analiz yapılırken panelin oluşturduğu kesitlerin eğim katsayılarının homojenliğinin de tespit edilmesi önemli olmaktadır. Literatürde eğim katsayılarının homojenliğini analiz edebilmek için, standart “F testi”, Phillips ve Sul (2003) tarafından geliştirilen “G testi”, Swamy (1970)’nin geliştirdiği “Swamy Testi” ve Pesaran (2007)’in geliştirdiği “Delta ( $\Delta$ )testi” gibi pek çok test tekniği kullanılmaktadır.

Panel veri analiz çalışmalarında homojenliğin tespit edilebilmesi için Swamy (1970) tarafından yapılan çalışmalar kullanılmaktadır. Swamy (1970)’nin eğim katsayılarının homojenliğini tespit edebilmek için geliştirdiği “Swamy Testi”, bireysel eğim tahminlerine dayanmaktadır. Swamy testi, ( $N < T$ ) olduğu panellerde uygulanabilen ve kesitlerarası heterojenliğe izin verebilen bir test yöntemidir (Pesaran ve Yamagata, 2007: 5).

Swamy testi ( $\hat{S}$ ) tekniği aşağıdaki eşitlikte gösterildiği şekliyle hesaplanmaktadır.

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE}) \frac{X_i' M_T X_i}{\hat{\sigma}_i^2} (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE})$$

Pesaran ve Yamagata (2007) tarafından geliştirilen *Delta ( $\Delta$ )testi* ise, Swamy (1970) tarafından geliştirilen ve bireysel eğim katsayılarının homojenliğine uygulanan testin daha gelişmiş ve panel verilerin eğim homojenliğini test edebilen bir test analizidir (Pesaran ve Yamagata, 2008: 54-55).

Delta ( $\Delta$ ) *testine* göre,  $Y_{it} = \alpha + \beta_{it} X_{it} + \varepsilon_{it}$  şeklinde analizi yapılacak olan bir panel eşbütünleşme denkleminde  $\beta_i$  eğim katsayısını ifade ederken bu test yönteminde kurulacak olan hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır.

$H_0 : \beta_i = \beta$  ise, eğim katsayıları arasında homojenlik söz konusudur

$H_1 = \beta \neq \beta_j$  ise, eğim katsayıları arasında homojenlik söz konusu değildir.

Yukarıda belirtilen hipotezleri test edebilmek için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından iki farklı test istatistiği geliştirilmiştir. Pesaran ve Yamagata (2008) küçük örneklerde homojenliği analiz edebilmek için  $\Delta$  test istatistiğini, büyük örneklerde homojenliği analiz edebilmek için ise  $\Delta_{adj}$  test istatistiğini önermektedirler. Önerilen bu test istatistikleri ile ilgili hesaplamalar aşağıdaki eşitliklerde gösterilmektedir.

- *Büyük örnekler için önerilen test istatistiği:*

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

- *Küçük örnekler için önerilen test istatistiği:*

$$\Delta_{adj} = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1}\hat{S} - E(\tilde{Z}_{iT})}{\sqrt{\text{var}\tilde{Z}_{iT}}} \right)$$

Eşitliklerde  $N$  örneklerdeki kesit sayılarını,  $T$  zamanı,  $k$  açıklayıcı değişkeni ve  $\hat{S}$  ise Swamy istatistik değerini göstermektedir. Ayrıca Pesaran ve Yamagata (2008), her iki eşitlik için de  $H_0$  hipotezinin geçerli olduğu koşulda ve  $(N, T) \rightarrow \infty, \sqrt{N}/T \rightarrow \infty$ , olması durumlarında hata terimlerinin normal bir dağılım gösterdiklerini belirtmektedirler (Pesaran ve Yamagata, 2008: 50-58). Çalışmanın homojenlik testi sonuçları Çizelge 3.5’de gösterilmektedir.

Çizelge 3. 5. Çalışmanın Homojenlik Testi Sonuçları

Homogeneity tests:	Statistics	P-value
$\Delta$	15.505	0.000***
$\Delta_{adj}$	17.107	0.000***

Not: \*\*\*, %1 de anlamlılık seviyesini göstermektedir.

Homojenlik testleri, panel analizinde ülke grubunun bir tanesinde gerçekleşen herhangi bir farklılığın, diğer ülkeler üzerindeki etkisinin aynı olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Bu anlamda ekonomik yapı olarak birbirinden farklı olan ülkelerin model katsayılarının heterojen özellik göstermesi beklenirken benzer özellik gösteren ülkelerin ise homojenlik göstermesi beklenmektedir (Kar vd., 2018: 312).

Delta testinde  $H_0$  hipotezi modelin homojen olduğunu göstermektedir. Homojenlik testi sonuçlarını incelediğimizde % 1 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir ve heterojen olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Yani modeldeki ilişkinin yönü ülkelere göre farklılık göstermektedir.

### 3.4.3. Birim Kök Testi

Panel veri analiz yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, veri setleri arasında durağanlık söz konusu olup olmadığını belirlemek de önemli olmaktadır. Literatürde panel analizinde seriler arasında durağanlığı tespit edebilmek için “birinci nesil birim kök testleri” ve “ikinci nesil birim kök testleri” olmak üzere pek çok test tekniği önerilmektedir.

“Birinci nesil birim kök testleri” seriler arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusu olmadığı zaman önerilen test tekniğidir. Bu test tekniklerinden literatürde en çok kullanılanları; Madala ve Wu (1999), Hadri (2000), Choi (2001), LLC (2002), IPS (2003) dir. “İkinci nesil birim kök testleri” ise seriler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı durumunda kullanılmaktadır (Pesaran, 2007: 265). Bu testlerden en çok kullanılanları; Taylor ve Sarno (MADF, 1998), Mcknown ve Wallace (SURADF, 2002), Breuer, Pesaran (CADF, 2006, 2007), ve Carrion-i Silvestre vd. (PANKPSS, 2005)’dir (Koçbulut ve Altıntaş, 2016:154). Bu test tekniklerinin birinci



nesil test tekniklerine göre daha güçlü sonuçlar verdiği bilinmektedir (Westurland vd. 2016: 845).

Pesaran tarafından geliştirilen CADF (Yatay Kesitsel Genişletilmiş Dickey-Fuller) testi, bireysel seri birinci farklar ve yatay kesit ortalamaları kullanılarak ADF (Genişletilmiş Dickey-Fuller) testinin geliştirilmiş olan bir şeklidir. Bu analiz tekniği yönteminde, CADF testinin her bir yatay kesiti için bireysel sonuçlar bulunabilirken bunun yanı sıra kesit ortalamaları alınmak suretiyle CIPS istatistiği elde edilerek panelin geneline ilişkin sonuçlar bulunmaktadır. Ayrıca CADF testi,  $T > N$  ve  $T < N$  olması durumlarının her ikisi için de uygulanabilme imkanı vermektedir (Pesaran, 2007: 266-268).

$y_{it}$  şeklindeki heterojen özellik gösteren bir basit doğrusal panel modeli aşağıdaki eşitlikteki gibi gösterilmektedir ( $t$  zaman unsuru,  $i$   $t$  zamanda yatay kesit gözlemi).

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it} (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T)$$

$u_{it}$  tek faktörlü özellik gösteren hata terimini ifade etmektedir.

$$u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$$

Hata terimi eşitliğinde ifade edilen  $f_t$  her bir ülke için gözlemlenmesi mümkün olmayan ortak etkileri gösterirken,  $\varepsilon_{it}$  ise bireysel hata terimlerini göstermektedir. Buradan hareket ederek aşağıdaki eşitlik elde edilmektedir.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$$

Eşitlikte verilen  $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$ ,  $\beta_i = -(\phi_i)$  ve  $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1}$  şeklinde ifade edilmektedir. Buradan hareketle  $\phi_i = 1$  koşulu altında CADF test yönteminin hipotezleri aşağıdaki şekilde oluşturulabilmektedir.

$H_0: \beta_i = 0$  seriler arasında herhangi bir durağanlık söz konusu değildir (tüm  $i$ 'ler için).

$H_1: \beta_i = 1$  seriler arasında durağanlık söz konusudur (bireysel sonuçların bir kısmında).

En nihayetinde CADF testi için regresyon modeli aşağıdaki eşitlikteki şeklini almaktadır.

$$\Delta y_{it} = a_i + b_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + e_{it}$$

$(\Delta y_{it})$ , CADF testi için kritik değerleri göstermektedir ve bu regresyon modelinde sabitsiz ( $y_{i,t-1}$ ), sabitli ( $\bar{y}_{t-1}$ ) ve sabit-trend ( $\Delta \bar{y}_t$ ) olmak üzere farklı durumun hesaplanması yapılmaktadır. Öte yandan  $T$  ve  $N$ 'nin büyüklüğüne göre değişmekle birlikte, %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerler belirlenmektedir (Pesaran, 2007: 268-274).

CADF testinde CIPS istatistik değeri ise, her bir yatay kesit için hesaplanmış olan  $t$  istatistik değerlerinin aritmetik ortalamasından oluşmaktadır. Panelin geneli hakkında bilgi veren CIPS istatistik değeri aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Pesaran, 2007: 276).

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T)$$

Panel grubunu oluşturan ülkelerin ayrı ayrı her birinde birim kökün varlığını araştırabilmek için CADF testi kullanılırken panelin tamamı için birim kökü araştırabilmek içinse CIPS istatistiği kullanılmaktadır. Bu kapsamda, bu çalışma birim kökün varlığını araştırabilmek için CADF testi ve CIPS istatistiğini analiz yöntemi olarak kullanmaktadır.

CADF birim kök analizinde yorumlama yapılırken CADF ve CIPS istatistik değerleri için hesaplanan olasılık değerlerinin, kritik tablo değerlerinden küçük olması durumunda  $H_0$  hipotezi kabul edilmektedir. Bu durumda seriler arasında herhangi bir durağanlık söz konusu olmamakta, yani seriler birim kök içermemektedir.

Çizelge 3. 6. Değişkenlere İlişkin Panel Birim Kök Analiz Sonuçları (Düzey)

		Sabit		Sabit ve Trendli
	Lags	CADF İstatistiği	Lags	CADF İstatistiği
<b><i>lnECON</i></b>				
Brezilya	1	-2.38	1	-2.401
Rusya	1	-5.02*	1	-4.287*
Hindistan	1	-4.16*	1	-2.363
Çin	1	-0.878	1	-4.540*
Güney Afrika	1	-1.28	1	-2.490
Türkiye	1	0.179	1	-0.101
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-2.26**</b>		<b>-2.697</b>
<b><i>lnGDP</i></b>				
Brezilya	1	-2.230	1	-2.140
Rusya	1	-0.463	1	-0.003
Hindistan	1	-1.218	1	-2.316
Çin	1	-1.682	1	-2.046
Güney Afrika	1	-1.762	1	-1.985
Türkiye	1	-0.086	1	-1.986
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-1.240</b>		<b>-1.746</b>
<b><i>lnFDI</i></b>				
Brezilya	1	-2.969***	1	-2.220
Rusya	2	0.695	1	-2.812
Hindistan	2	-2.832	1	-4.176*
Çin	1	-1.058	1	-1.988
Güney Afrika	1	-2.018	1	-3.758**
Türkiye	1	-1.961	1	-2.621
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-1.691</b>		<b>-2.929**</b>
<b><i>lnPRICE</i></b>				
Brezilya	1	-17.292***	1	-18.077***
Rusya	1	-1.097	1	-1.030
Hindistan	1	-1.908	1	-1.915
Çin	1	-1.896	1	-1.573
Güney Afrika	1	-2.645	1	-2.618**
Türkiye	1	-6.645***	1	-6.170***
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-5.247***</b>		<b>-5.230***</b>

Not: Maksimum gecikme uzunluğu (lags) 2 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. CADF istatistiği kritik değerleri, sabitli model için -4.11 (%1), -3.36 (%5) ve -2.97 (%10) (Pesaran 2007, tablo I(b), p:275) ; sabit ve trendli modelde ise -4.67 (%1), -3.87 (%5) ve -3.49 (%10) (Pesaran 2007, tablo I(c), p:276). Panel istatistiği kritik değerleri, sabitli model için -2.57 (%1), -2.33 (%5) ve -2.21 (%10) (Pesaran 2007, tablo II(b), p:280) ; sabit ve trendli modelde ise -3.10 (%1), -2.86 (%5) ve -2.73 (%10) (Pesaran 2007, tablo II(c), p:281). Panel istatistiği, CADF istatistiklerinin ortalamasıdır.

Yukarıdaki Çizelge 3.6'da düzey durumunda bulunan değişkenlerin CADF birim kök testi analiz sonuçları gösterilmektedir. Değişkenler için sabit forumda, elektrik tüketiminin Rusya ve Hindistan dışında durağan olmadığı, ekonomik

büyümenin tüm ülke grubu için durağan olmadığı, doğrudan yabancı yatırımlar değişkeninin sadece Brezilya'da durağan olduğu, fiyatın Brezilya ve Türkiye'de durağan olduğu sonuçlarına ulaşılmaktadır. Öte yandan sabit ve trendli formlarda, enerji tüketimi Rusya ve Çin'de durağanken ekonomik büyüme değişkeni hiçbir ülke grubunda durağan değildir. Bunun yanı sıra doğrudan yabancı yatırımlar değişkeni Hindistan ve G.Afrika dışında durağan değildir. Son olarak fiyat değişkeni ise Brezilya, G.Afrika ve Türkiye için durağandır.

Seviye durumunda olan değişkenlerin CIPS istatistik değerleri incelendiğinde ise, sabit durumda enerji tüketiminin ve fiyat değişkenlerinin durağan olduğu, sabit ve trendli durumda ise doğrudan yabancı yatırımlar ve fiyat değişkenlerinin durağan olduğu görülmektedir. CIPS istatistik değerlerine göre diğer değişkenlerde herhangi bir durağanlık söz konusu değildir.

En nihayetinde CADF birim kök testine göre seviye durumunda hem CADF hem de CIPS istatistikleri için, panelde yer alan ülkelerin bazılarında durağanlık söz konusu iken bu koşul söz konusu olamamaktadır. Bu nedenle serilerin birinci farklarının alınması analiz sonuçlarını daha sağlıklı hale getirmektedir.

Çizelge 3. 7. Farkı Alınmış Değişkenlerin Panel Birim Kök Analiz Sonuçları

		Sabit		Sabit ve Trendli
	Lags	CADF İstatistiği	Lags	CADF İstatistiği
<b><i>ΔlnECON</i></b>				
Brezilya	1	-2.987***	1	-3.113
Rusya	2	-2.584	2	-1.837
Hindistan	2	-1.624	2	-1.615
Çin	1	-3.342**	1	-3.285
Güney Afrika	1	-2.256	1	-2.324
Türkiye	2	-1.064	2	-1.156
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-2.309**</b>		<b>-2.222</b>
<b><i>ΔlnGDP</i></b>				
Brezilya	1	-3.513**	1	-3.336
Rusya	1	-1.157	1	-1.237
Hindistan	1	-3.523**	1	-3.425
Çin	1	-3.189***	1	-3.168
Güney Afrika	1	-2.913	1	-2.841
Türkiye	2	-2.167	2	-2.005
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-2.744*</b>		<b>-2.669</b>
<b><i>ΔlnFDI</i></b>				
Brezilya	1	-2.832	1	-3.252
Rusya	1	-7.656*	1	-7.372*
Hindistan	1	-3.463**	1	-3.765**
Çin	1	-4.808*	1	-4.749*
Güney Afrika	1	-4.827*	1	-4.990*
Türkiye	1	-3.927**	1	-3.814**
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-4.585*</b>		<b>-4.657**</b>
<b><i>ΔlnPRICE</i></b>				
Brezilya	1	-19.936***	1	-21.386***
Rusya	1	-3.540**	1	-3.901***
Hindistan	1	-4.687***	1	-6.365***
Çin	1	-3.419**	1	-6.376***
Güney Afrika	1	-5.975***	1	-9.131***
Türkiye	1	-4.636***	1	-3.901***
<b>CIPS/Panel</b>		<b>-7.032***</b>		<b>-8.510***</b>

Not: Maksimum gecikme uzunluğu (lags) 2 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunlukları, Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. CADF istatistiği kritik değerleri, sabitli modelde -4.11 (%1), -3.36 (%5) ve -2.97 (%10) (Pesaran 2007, tablo I(b), p:275) ; sabit ve trendli modelde -4.67 (%1), -3.87 (%5) ve -3.49 (%10) (Pesaran 2007, tablo I(c), p:276). Panel istatistiği kritik değerleri, sabitli modelde -2.57 (%1), -2.33 (%5) ve -2.21 (%10) (Pesaran 2007, tablo II(b), p:280) ; sabit ve trendli modelde -3.10 (%1), -2.86 (%5) ve -2.73 (%10) (Pesaran 2007, tablo II(c), p:281). Panel istatistiği, CADF istatistiklerinin ortalamasıdır.

Yukarıdaki Çizelge 3.7’de birinci farkları alınmış serilerin birim kök analiz sonuçları yer almaktadır. Çizelge 3.7’de yer alan sonuçları incelediğimizde, seviye durumunda durağan olmayan ülke serilerinin durağanlaştığı görülmektedir.

### 3.4.4. Eş Bütünleşme Testi

Çalışmamızda durağanlık analizi test edildikten sonra, bu bölümde çalışmanın serileri arasında herhangi bir uzun dönemli ilişkinin, bir diğer ifadeyle eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Çalışmamızda seriler arasında yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik söz konusu olduğundan, bu duruma uygun olan test tekniklerinin uygulanması önemli olmaktadır. Bu anlamda Westerlund (2008) tarafından literatüre kazandırılan “Error Correction Method (ECM)” test analizi ve Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından önerilen “LM Bootstrap” test tekniği, seriler arasındaki eş bütünleşmenin var olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır.

#### 3.4.4.1. Westerlund (2007) ECM Analiz Tekniği

Çalışmanın önceki bölümlerinde durağanlık testi gerçekleştirildikten sonra, bu bölümde modelde kullanılan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Yapılan analizler neticesinde modelimizde ve kullandığımız değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının olduğu ve serilerin heterojen özellik gösterdikleri sonucuna ulaşılmaktadır. Bu nedenle eşbütünleşme analizleri yapılırken yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerin kullanılması çalışmanın sonuçları açısından daha sağlıklı olacaktır. Bu bağlamda literatürde eşbütünleşme analizini ölçen pek çok yöntem bulunmasına rağmen, Westerlund (2007) testi, diğer test tekniklerine göre daha yeni ve avantajlı bir test olarak görülmektedir.

Westerlund (2007), yapısal testlere dayanan ve hata düzeltme modelini dikkate alan dört farklı eşbütünleşme testi geliştirmiştir. Bu test tekniklerinden iki tanesi grup ortalaması istatistiklerini gösterirken diğer iki test ise panel istatistiklerini göstermektedir. Ayrıca Westerlund (2007) tarafından literatüre kazandırılan bu test, paneli oluşturan serilerin düzey ve birinci fark I (1) durumunda durağan olacakları varsayımını kabul etmektedir (Westerlund, 2007: 718).

Westerlund (2007) testinde ilk olarak paneli oluşturan test istatistiklerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için ise, aşağıdaki eşitliklerde verilen modellerin doğrudan en küçük kareler yöntemi (DEKK) ile tahmin edilmesi gerekmektedir.

$$\Delta Y_{it} = \delta_i d_t + \lambda X_{it-1} + \sum_{j=1}^{\rho i} a_{ij} \Delta Y_{it-1} + \sum_{j=0}^{\rho i} \lambda X_{it-j} + e_t$$

$$\Delta Y_{it-1} = \delta_i d_t \lambda X_{it-1} + \sum_{j=1}^{\rho i} a_{ij} \Delta Y_{it-1} + \sum_{j=0}^{\rho i} \lambda X_{it-j} + \varepsilon_t$$

Yukarıda verilen modellerin doğrudan en küçük kareler yöntemi ile test istatistikleri hesaplandıktan sonra, sırasıyla panelin hata düzeltme katsayısı ve burada ortaya çıkan standart sapma hesaplanmaktadır.

$$a_i = \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\tilde{Y}_{it-1})^2 \right]^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{a_{i(1)}} \tilde{Y}_{it-1} \Delta \tilde{Y}_{it}$$

$$S.E(a_i) = \left[ (\tilde{S}_N)^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \tilde{Y}_{it-1}^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$

Westerlund (2007) panel eşbütünleşme analizinde, test istatistikleri son aşama olarak aşağıdaki eşitliklerdeki denklemlerin hesaplanması sonucunda bulunmaktadır.

$$P_t = \frac{a}{S.E(a)} \sim N(0, 1)$$

$$P_a = T_a \sim N(0, 1)$$

Son olarak üç aşamada hesaplaması yapılan Westerlund (2007) eşbütünleşme analiz tekniğinde,  $H_0$  hipotezi ( $a_i = 0$ ) seriler arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisinin söz konusu olmadığını gösterirken,  $H_1$  hipotezi ( $a_i = a < 0$ ) ise eşbütünleşme ilişkisinin varlığını göstermektedir.

Çizelge 3. 8. Westerland (2007) ECM Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

BRICS-T Error Correction Method	Sabitsiz		Sabitli		Sabit ve Trendli	
	İstatistik	Bootstrap P-value	İstatistik	Bootstrap P-value	İstatistik	Bootstrap P-value
(Ho: no cointegration)						
Group_tau	2.775	<b>0.985</b>	4.438	<b>0.999</b>	1.329	<b>0.956</b>
Group_alpha	0.913	0.768	2.735	0.991	-4.316	0.008
Panel_tau	0.456	0.807	2.064	0.958	1.129	0.895
Panel_alfa	0.456	0.556	2.064	0.964	1.129	0.061

Westerland (2007) ECM testi analizinde elde edilen sonuçların yorumlanmasında, çalışmada kullanılan seriler arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusu ise Bootstrap p-value değerleri dikkate alınmakta, yatay kesit bağımlılığı yok ise Asymptotic p-value değerlerinin dikkate alınması önerilmektedir (Nazlıoğlu, 2010: 96). Westerland (2007)'de önerildiği üzere çalışmamızın panel serileri arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusu olduğundan, ECM testi sonucunda elde edilen Asymptotic p-value değerleri çalışmanın yorumlarına dâhil edilmemiştir. Öte yandan, seriler arasında herhangi bir homojenlik ilişkisi söz konusu olursa panel\_tau ve panel\_alfa test istatistiklerine göre analiz sonuçları değerlendirilmektedir. Ancak çalışmanın serileri arasında heterojenlik var olduğundan, analiz sonuçları yorumlanırken group\_tau ve group\_alpha kritik değerleri dikkate alınmaktadır (Arslan, 2017: 203). Dolayısıyla çalışmamızda eşbütünleşme testi analiz sonuçları yorumlanırken group\_tau ve group\_alpha değerlerine bakılarak analiz sonuçları değerlendirilmektedir.

ECM test sonuçları, hem sabitli hem de sabitli ve trendli group\_tau ve group\_alpha istatistiklerine göre,  $H_0$  (seriler arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisi söz konusu değildir) hipotezinin reddedilmesi gerektiğini,  $H_1$  (seriler arasında eş bütünleşme ilişkisi söz konusudur) hipotezinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir. Buradan hareketle, enerji tüketimi ile çalışmanın diğer değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu ortaya çıkmaktadır.



### 3.4.4.2. LM Bootstrap Eşbütünleşme Analizi (Westerlund and Edgerton 2007)

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını test edebilmek için Westerlund ve Edgerton (2007) geliştirilmiş olan bu analiz yöntemi, tıpkı Westerlund (2007) ECM testi gibi seriler arasında yatay kesit bağımlılığın varlığı ve yokluğu durumlarında uygulanabilmektedir. Bu test, kesitten başka bir kesite otokorelasyonun farklılık göstermesine izin veren bir yöntemdir. Aynı zamanda bu test, Westerlund (2007) ECM testinin aksine boş hipotez altında eşbütünleşmeyi test edebilmektedir.

Aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi bir panel modelimiz olduğunu varsayarsak;

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta_i + Z_{it}$$

$$Z_{it} = u_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = \sum_{j=1}^t n_{ij}$$

$$w_{it} = \sum_{j=0}^{\infty} \alpha_{ij} e_{it-j}$$

Yukarıdaki verilen model açıklandıktan sonra, yatay kesit bağımlılığı olmaması koşulunda, hipotez LM testi yöntemi ile aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$LM_{NT}^+ = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\omega}_{it}^{-2} S_{it}$$

$S_{it}$ ;  $Z_{it}$  nin tam değiştirilmiş tahmincisinin bir parçasıdır.

$\widehat{\omega}_{it}^2$  ise uzun dönem varyans tahmincisi ( $u_{it}$ )dir.

Kesitler arası bağımlılığın olması durumunda LM testi, analiz sonuçlarında sapmalara neden olmaktadır. Ayrıca asimptotik olarak standart normal dağılımın seri korelasyona çok duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bu problemi ortadan kaldırabilmek için asimptotik standart normal dağılımın yerine bootstrap yöntemi kullanılmaktadır.

Bootstrap yöntemine göre seriler arasında eşbütünleşmenin varlığı aşağıdaki şekilde analiz edilmektedir. İlk olarak  $v_{it}$  ve  $\rho_i$  gecikmelerinin yerine  $\widehat{w}_{it} = (\widehat{z}_{it}, \Delta x'_{it})$  kullanılarak aşağıdaki eşitlikte verilen  $\phi_{ij}$  tahmin edilmektedir.

$$e_{it} = \sum_{j=0}^{\infty} \phi_{ij} w_{it-j}$$

Daha sonra aşağıdaki eşitlikte verilen artıklar hesaplanabilecektir.

$$\widehat{e}_{it} = \sum_{j=0}^{\infty} \widehat{\phi}_{ij} w_{it-j}$$

Artıklar hesaplandıktan sonra ikinci aşama olarak  $e_t^*$  elde edilmektedir.

$$e_t^* = \widehat{e}_t - \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \widehat{e}_j$$

Bu aşamadan sonra yukarıdaki eşitliklerde verilen  $\widehat{w}_{it}$  ve  $\widehat{e}_{it}$  yerlerine  $e_{it}^*$  ve  $w_{it}^*$  yazılmaktadır.

Son aşama olarak  $w_{it}^* = (Z_{it}^*, \Delta X_{it}^*)'$  olarak yazılmaktadır. En nihayetinde  $X_{it}^*$  ve  $Y_{it}^*$  şeklinde ifade edilen bootstrap denklemleri aşağıdaki eşitliklerdeki gibi yazılmaktadır.

$$Y_{it}^* = \widehat{\alpha}_i + X_{it}^* \widehat{\beta}_i + Z_{it}^*$$

$$X_{it}^* = \sum_{j=1}^1 \Delta X_{ij}^*$$

**Çizelge 3. 9. Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları**

BRICS-T LM bootstrap Testi	Sabitli		Sabit ve Trendli	
	İstatistik	P-value	İstatistik	P-value
$LM_N^+$	3.968	<b>0.353</b>	3.969	<b>0.336</b>

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin var olup olmadığı, serilerin heterojen olduğu ve yatay kesit bağımlılığının var olduğu koşulları altında geçerli olmak şartıyla Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından panel eşbütünleşme testi ile araştırılmaktadır. Bu analiz ile hesaplanan  $LM_N^+$  test istatistiği, seriler arasında eşbütünleşme olup olmadığını göstermektedir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının olması durumunda bootstrap kritik değerleri dikkate alınmaktadır ve yorumlar bu değere göre yapılmaktadır. Çalışmamızda yatay kesit bağımlılığı söz konusu olduğu için bootstrap değerleri dikkate alınmış, asimptotik değerlere yer verilmemiştir. Dolayısıyla Bootstrap olasılık değerlerini analiz ettiğimizde, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğuna ilişkin  $H_0$  hipotezi kabul edilirken  $H_1$  hipotezi reddedilmektedir. Sonuç olarak, serilerimiz arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu kabul edilmektedir.

#### **3.4.4.3. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmin Edilmesi**

Pesaran (2006) tarafından önerilen Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG)) Tahmincisi ile Eberhardt ve Bond (2009) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından literatüre kazandırılan Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (Augmented Mean Group Estimator-AMG) Yöntemleri kullanılarak çalışmamızın uzun dönem eş bütünleşme katsayı tahminleri gerçekleştirilmektedir.

### 3.4.4.3.1. Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG)) Tahmincisi

Yatay kesit bağımlılığı altında birim regresyon katsayılarının ayrı ayrı tahmin edilebilmesi için Pesaran (2006) tarafından Ortak ilişkili etkiler Modeli (CCE) tahmincisi önerilmektedir. Bu tahmin yöntemi hem  $N > T$  hem de  $N < T$  olması durumunda uygulanabilmektedir (Pesaran, 2006: 969). Uzun dönem katsayı tahmincisi olan CCE, bağımsız değişkenlerin ve ekonometrik modele dâhil edilmeyen ortak etkilerin durağan ve dışsal olduğunu varsaymaktadır. Bunun yanı sıra bağımsız değişkenler ve gözlenemeyen ortak etkilerin durağan (I(0)) olduğunu, birinci dereceden bütünleşik (I(1)) ve/veya eşbütünleşik olduğu durumlarda da tutarlı olduğunu savunmaktadır (Nazlıoğlu, 2010: 101). Doğrusal olan ve heterojen özellik gösteren bir panel veri modeli aşağıdaki şekildedir:

$$y_{it} = \alpha'_i d_t + \beta'_j x_{it} e_{it}$$

Bu modelde  $d_t$ ,  $n \times 1$  boyuttaki gözlemlenebilen ortak etkiler vektörünü gösterirken,  $x_{it}$  ise  $k \times 1$  boyuttaki gözlemlenebilen bireysel açıklayıcı değişkenler vektörünü göstermektedir. Böyle bir modelde hata terimi  $e_{it} = \gamma'_i f_t + \varepsilon_{it}$  şeklindedir. Hata teriminde yer alan  $f_t$  modelde gözlemlenemeyen ortak etkiler vektörünü ifade etmektedir.

Pesaran (2006) yatay kesit bağımlılığının varlığında, söz konusu bağımsız değişkenlerin uzun dönem katsayıları tahminini yapabilmek amacıyla Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG)) tahmincisi ve Ortak İlişkili Etkiler Havuzlanmış Etkiler (Common Correlated Effects Pooled (CCEP)) tahmincisi olmak üzere iki tür yöntem geliştirmektedir. CCEMG tahmincisi bireysel CCE tahmincilerinin aritmetik ortalamalarının alınması sonucunda elde edilmektedir. CCEMG tahmincisi aynı zamanda katsayıların analize konu olan ülkeler arasında değişimine de izin vermektedir. Çalışmamızda kullanılan CCEMG tahmincisine ait ülkelerin uzun dönem katsayı sonuçları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\hat{b}_{CCEMG} = (1/N) \sum_{i=1}^N \hat{b}_i$$

Çizelge 3. 10. Pesaran (2006) CCEMG Tahmincisi Panel Genel Sonuçları

lnECON	Katsayı	P-value
lnFDI	0.0199	0.034**
lnGDP	-0.0016	0.887
lnPRICE	0.2613	0.087*

Not: \*, \*\*, \*\*\*, sırasıyla %10, %5 ve %1 de anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Çizelge 3.10'da CCEMG tahmincisinin panelin geneli için sonuçları gösterilmektedir. Bu bulgulara göre, enerji fiyatları ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkenleri sırasıyla %10 ve %5 düzeylerinde anlamlı bulunurken ekonomik büyüme ise anlamsız çıkmaktadır. CCEMG tahmincisi ile panel geneli için eşbütünleşme katsayıları tespit edildikten sonra, aynı tahminci ile ülkelerin her birisi için bireysel eşbütünleşme katsayılarının tahmin edilmesi önemli olmaktadır.

Çizelge 3. 11. Pesaran (2006) CCEMG Tahmincisi Bireysel Ülke Sonuçları

<b>Brezilya</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0607	0.000***
lnGDP	0.0087	0.117
lnPRICE	-0.1928	0.000***
<b>Rusya</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0176	0.059**
lnGDP	0.0005	0.934
lnPRICE	0.3413	0.025**
<b>Hindistan</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	-0.0071	0.265
lnGDP	0.0200	0.001***
lnPRICE	0.1084	0.316
<b>Çin</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0275	0.661
lnGDP	0.0008	0.882
lnPRICE	0.9029	0.000***
<b>G.Afrika</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0088	0.003***
lnGDP	0.0167	0.658
lnPRICE	0.3578	0.022**
<b>Türkiye</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0118	0.137
lnGDP	-0.0567	0.362
lnPRICE	0.0502	0.421

Not: \*, \*\*, \*\*\*, sırasıyla %10, %5 ve %1 de anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Analizimize konu olan her bir ülke için CCEMG tahmincisi ile yapılmış olan eşbütünleşme katsayıları tahmin sonuçları Çizelge 3.11'de verilmektedir. Brezilya için

analiz sonuçlarına bakıldığında, enerji fiyatları ve FDI %1 önem seviyesinde anlamlı iken ekonomik büyüme serisi anlamsızdır. Doğrudan yabancı yatırımlarında meydana gelen %1 birimlik artış, enerji tüketim miktarını % 0.06 artırırken enerji fiyatlarında meydana gelen %1'lik artış enerji tüketiminde % 0.19 oranında azalmaya neden olmaktadır. Elde edilen bulgulara göre FDI ve enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi Brezilya'da teorik olarak doğrulanmaktadır. Rusya için yapılan analizler, enerji fiyatları ve FDI serilerinin %5'de anlamlı olduğunu, ekonomik büyüme serisinin ise anlamsız olduğunu göstermektedir. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış, enerji tüketim miktarını % 0.01 artırırken enerji fiyatlarında meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini % 0.34 oranında artırmaktadır. Bu duruma göre Rusya'da FDI serisinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi teorik olarak kanıtlanırken enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi teori ile çelişmektedir. Hindistan'da yalnızca ekonomik büyüme serisinin %1'de anlamlı olduğu, diğer iki değişkenin de anlamsız olduğu görülmektedir. Ekonomik büyümede meydana gelen % 1'lik artış, enerji tüketimini % 0.02 oranında artırmakta ve ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişki teorik olarak da doğrulanmaktadır. Çalışmamızın bir diğer ülkesi olan Çin'de yalnızca enerji fiyatları serisi %1 için anlamlı iken FDI ve ekonomik büyüme serisi bu ülke için anlamsız olmaktadır. Çin'in enerji fiyatlarında meydana gelecek %1'lik bir artış, enerji tüketimini % 0.90 oranında artırmaktadır. Bu durum enerji tüketimi ve enerji fiyatları arasındaki teorik ilişki ile çelişmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji fiyatları sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeylerinde G.Afrika'da anlamlı iken ekonomik büyüme serisi anlamsızdır. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini %0.008 artırırken enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki artış etkisi %0.35 olmaktadır. Bu durumda teorik olarak FDI ile enerji tüketimi ilişkisi doğrulanırken enerji fiyatları ile olan ilişki teori ile çelişmektedir. Son olarak Türkiye için elde edilen sonuçlar her üç seri için de anlamsız olarak bulunmuştur.

En nihayetinde CCE tahmincisi analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde; doğrudan yabancı yatırımlar serisinin Brezilya, Rusya ve G.Afrika'da anlamlı olduğu; Hindistan, Çin ve Türkiye'de anlamsız olduğu görülmektedir. Ekonomik büyüme serisinin sadece Hindistan'da anlamlı olduğu, diğer ülkeler için anlamsız olduğu; son

değişkenimiz olan enerji fiyatlarının Brezilya, Rusya, Çin ve G.Afrika'da anlamlı, Türkiye ve Hindistan'da anlamsız olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3. 12. CCE Tahmin Yöntemi Ülke Gruplarına Göre Anlamlılık Durumu**

Ülkeler / Değişkenler	lnFDI	lnGDP	lnPRICE
Brezilya	+	-	+
Rusya	+	-	+
Hindistan	-	-	-
Çin	-	+	+
G.Afrika	+	-	+
Türkiye	-	+	-

#### **3.4.4.3.2. Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (Augmented Mean Group Estimator - AMG) Yöntemi**

Heterojen panel modellerinde ve yatay kesit bağımlılığının olması durumunda eşbütünleşme katsayılarının tahmin edilebilmesi için önerilen ikinci nesil tahmincilerden bir tanesi de AMG (Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi) yöntemidir. Bu tahmin yöntemi literatüre Eberhardt ve Bond (2009) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından kazandırılmıştır. AMG tahmin yöntemi ile kesitlerin oluşturmuş olduğu denklemlerin farklı katsayıları hesaplanabilmektedir. Bunun yanısıra bu tahminciye değişkenlerin eşbütünleşme derecelerinin farklılaşması tahmin için herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Bu tahmin yöntemine göre tahminciler, söz konusu regresyon denklemlerine gözlemlenemeyen ortak faktörlerin tahminlerinin eklenmesi sonucunda elde edilmektedir (Eberhardt ve Teal, 2010: 6). Tahmincilere eklenmiş olan bu etkiler, model belirleme ile ortaya çıkan sorunları önlemekte ve durağanlığın söz konusu olmadığı serilerde, farklı türlerdeki yatay kesit bağımlılıklarının açıklanabilmesine de imkân vermektedir (Eberhardt ve Teal, 2010: 6). Ayrıca AMG tahmin yöntemi, serilerin hata terimlerinden kaynaklanan herhangi bir problemin olması durumunda uygulanabileceği gibi, dengesiz panel durumundaki tahminler için de uygulanabilmektedir (Eberhardt ve Bond, 2009: 1-3).

Pesaran (2006) tarafından önerilmekte olan CCE tahmincisine göre daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar veren AMG tahmincisi, panel geneli için gözlemlenemeyen herhangi bir faktörün ölçülmesinde tahmin prosedürünü kullanmaktadır (Eberhardt ve Bond, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010: 19). Uzun dönem

katsayıların tahmin edilebilmesi için önerilen AMG yönteminde tahminlerin gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki modeller kullanılmakta ve hesaplamalar bu sonuçlara göre yapılmaktadır.

$$\Delta y_{it} = \mathbf{b}' \Delta x_{it} + \sum_{t=2}^T c_t \Delta D_t + \varepsilon_{it}$$

$$\Rightarrow \hat{c}_t \equiv \mu_t^*$$

$$y_{it} = \mathbf{a}_i \mathbf{b}' x_{it} + c_i t + d_i \mu_t^* + \varepsilon_{it}$$

$$\hat{\mathbf{b}}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{\mathbf{b}}_i$$

Yukarıdaki tahmin modellerine göre AMG tahmincisi için sonuçlar iki aşama ile elde edilmektedir. Modellerin tahmin edilmesinde ilk olarak EKK yöntemi ile zamana bağlı olan kukla değişkenlerin ( $D_t$ ) eklenmesiyle oluşturulan havuzlanmış regresyon modeli tahmin edilmekte, bunun akabinde ise değişkenlere ait olan katsayılar ( $c_t$ ) hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu katsayılar bağımlı değişkenlerde var olan gözlemlenemeyen değişimlerin grup ortalamasını ( $\mu_t^*$ ) göstermektedir. Öte yandan yatay kesit bağımlılığı söz konusu iken değişimlerin gösterdiği bu süreç “ortak dinamik süreç” olarak adlandırılmaktadır. İkinci olarak gruplara ait ortak dinamik süreç ile tahmin edilmiş olan bu regresyon modeli, bağımlı değişkenin gözlemlenemeyen değişimlerinin grup ortalaması ( $\mu_t^*$ ) çıkarılmak suretiyle genişletilmektedir (Eberhardt ve Bond, 2009: 3).

**Çizelge 3.13. AMG Tahmincisi Panel Genel Sonuçları (Bond ve Eberhardt, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010)**

lnECON	Katsayı	P-value
lnFDI	0.0300	0.082*
lnGDP	-0.0568	0.141
lnPRICE	0.3329	0.014***

Not: \*, \*\*, \*\*\*, sırasıyla %10, %5 ve %1 de anlamlılık seviyelerini göstermektedir.



Çizelge 3.13 AMG tahmincisinin panelin geneli için uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre, enerji fiyatları ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkenleri sırasıyla %1 ve %10 düzeylerinde anlamlı bulunurken ekonomik büyüme değişkeni ise anlamsız çıkmaktadır. AMG tahmincisi ile panel geneli için eşbütünlük katsayıları tespit edildikten sonra, aynı tahminci ile ülkelerin her birisi için bireysel eşbütünlük katsayılarının tahmin edilmesi önemli olmaktadır.

**Çizelge 3.14. AMG Tahmincisi Bireysel Ülke Sonuçları (Bond ve Eberhardt, 2009; Eberhardt ve Teal, 2010)**

<b>Brezilya</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0484	0.005***
lnGDP	-0.0019	0.145
lnPRICE	0.0221	0.250
<b>Rusya</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0127	0.049**
lnGDP	0.0003	0.953
lnPRICE	0.3430	0.000***
<b>Hindistan</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	-0.0091	0.029**
lnGDP	0.0012	0.231
lnPRICE	0.1050	0.413
<b>Çin</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.1072	0.001***
lnGDP	-0.0057	0.088**
lnPRICE	0.8015	0.000***
<b>G.Afrika</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0064	0.089**
lnGDP	-0.1044	0.103
lnPRICE	0.6602	0.020**
<b>Türkiye</b>	<b>Katsayı</b>	<b>P-value</b>
lnFDI	0.0144	0.100*
lnGDP	-0.2302	0.000***
lnPRICE	0.0656	0.139

\*, \*\*, \*\*\*, sırasıyla %10, %5 ve %1 de anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Analimize konu olan her bir ülke için AMG tahmincisi ile yapılmış olan eşbütünlük katsayıları tahmin sonuçları Çizelge 3.14’de verilmektedir. Brezilya için analiz sonuçlarına bakıldığında, FDI serisi %1’de anlamlı iken ekonomik büyüme ve enerji fiyatları serileri anlamsızdır. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1’lik artış, enerji tüketim miktarını %0.04 oranında artırmaktadır. Elde edilen bulgulara göre FDI ve enerji tüketimi ilişkisi Brezilya’da teorik olarak doğrulanmaktadır. Rusya için yapılan analizler, enerji fiyatları ve FDI serilerinin

sırasıyla %1 ve %5 de anlamlı olduğunu, ekonomik büyüme serisinin ise anlamsız olduğunu göstermektedir. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış, enerji tüketim miktarını %0.01 artırırken enerji fiyatlarında meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini %0.34 oranında artırmaktadır. Bu duruma göre Rusya'da FDI serisinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi teorik olarak kanıtlanırken enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi teori ile çelişmektedir. Hindistan'da yalnızca FDI serisinin %5 düzeyinde anlamlı olduğu, diğer iki değişkenin anlamsız olduğu görülmektedir. Çin'de; FDI, ekonomik büyüme ve enerji fiyatları serileri sırasıyla %1, %5 ve %1 için anlamlıdır. Çin'de enerji fiyatlarında meydana gelecek %1'lik bir artış, enerji tüketimini %0.80 oranında artırmaktadır. Bu durum enerji tüketimi ve enerji fiyatları arasındaki teorik ilişki ile çelişmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini %10 artırmaktadır, bu ilişki teorik olarak uygundur. Öte yandan ekonomik büyümedeki %1 artış enerji tüketimini %0.005 oranında azaltmaktadır ki bu durum teorik açıdan uygun değildir. FDI ve enerji fiyatları değişkenleri %5 anlamlılık düzeyinde G.Afrika'da anlamlı iken ekonomik büyüme serisi anlamsızdır. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini %0.006 artırırken enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki artış etkisi %0.66 olmaktadır. Bu durumda teorik olarak FDI ile enerji tüketimi ilişkisi doğrulanırken enerji fiyatları ile olan ilişki teori ile çelişmektedir. Son olarak Türkiye'de FDI ve GDP serileri sırasıyla %10 ve %1 anlamlılık düzeylerinde anlamlı iken enerji fiyatları serisi anlamsızdır. Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış, enerji tüketimini %0.01 artırırken ekonomik büyümede meydana gelen %1'lik artış ise enerji tüketimini %0.23 oranında azaltmaktadır. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki Türkiye'de teori ile çelişmektedir.

En nihayetinde AMG tahmincisi analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde; doğrudan yabancı yatırımlar serisinin analize konu olan tüm ülkeler için anlamlı olduğu görülmektedir. Ekonomik büyüme serisinin Çin ve Türkiye'de anlamlı olduğu, diğer ülkeler için anlamsız olduğu; son değişkenimiz olan enerji fiyatlarının Rusya, Çin ve G.Afrika'da anlamlı, Türkiye Brezilya ve Hindistan'da anlamsız olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.15. AMG Tahmin Yöntemi Ülke Gruplarına Göre Anlamlılık Durumu**

<b>Ülkeler / Değişkenler</b>	<b>lnFDI</b>	<b>lnGDP</b>	<b>lnPRICE</b>
Brezilya	+	-	-
Rusya	+	-	+
Hindistan	+	-	-
Çin	+	+	+
G.Afrika	+	-	+
Türkiye	+	+	-

## SONUÇ

Toplumların refah düzeylerini yükseltebilmesi, ekonomik, sosyo-kültürel ve siyasal anlamda kalkınabilmesi, küresel rekabet, sanayi, dış ticaret vs. pek çok anlamda sağlıklı bir yapının oluşturulabilmesi için en önemli kaynaklardan bir tanesini enerji oluşturmaktadır. 21. yüzyılda etkisini daha da hissettirmekte olan enerji, adeta ülkelerin dost ve düşmanlıklarını tayin eder duruma gelmektedir. Aynı zamanda bir ülkenin gelişmişliğinin ve uluslararası anlamda gücünün göstergelerinden de biri olan enerji, ülke stratejilerinin ve politikalarının belirlenmesinde hayati bir rol oynamaktadır. Bir ülkenin enerji hammaddesine yakınlığı, jeopolitik konumu, dağıtım kanallarında ve enerji güvenliğindeki üstünlüğü, kaynak çeşitliliğini oluşturabilme kapasitesi, üretim teknolojilerinin verimliliği gibi pek çok unsur, bu ülkeyi dünya politikalarını belirlemede ön plana çıkarabilecektir. Şüphesiz günümüzde de tüm bu unsurlar enerji alanında en çok tartışılan konuları oluşturmaktadır.

Dünya nüfusu gün geçtikçe hızla artmakta, gelişen teknolojiler ve üretim ile birlikte insanların yaşam standartları iyileşmektedir. Bu kapsamda konuttan ulaşım, haberleşmeden sanayiye, üretimden tüketime kadar hayatımızın her alanında kullanmış olduğumuz enerjiye olan talep de artmaktadır. Bu hızlı talep artışı ile birlikte geleneksel enerji kaynaklarının, bir diğer ifade ile yenilenemez enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı ve tükenebilir olması, yeni enerji kaynaklarının keşfedilmesini ve teknolojik değişimleri ve gelişimleri gerekli kılmaktadır. Petrol şoklarının bir sonucu olarak özellikle 1970’li yıllardan sonra alternatif enerji kaynakları arayışı hızla artmaktadır. Çünkü günümüzde bile dünya enerji talebinin büyük bir çoğunluğu (yaklaşık %80) kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. IEA tarafından yapılmakta olan enerji tahminlerine göre, 21.yüzyıl ortalarına doğru fosil yakıtların payı nispeten azalsa da, dünyada en çok kullanılan kaynak oluşunu sürdürecektir. Öte yandan Dünya’da enerji tüketim miktarlarının her geçen yıl artması, özellikle Çin ve Hindistan gibi ülkeler başta olmak üzere Asya bölgelerinde yoğunlaşması beklenmektedir.

IEA tarafından yapılan tahminlerde gelecek otuz yıl içerisinde Dünya enerji talebinin %60 oranında artması öngörülmektedir. Bunun yanı sıra DOE tarafından 2006 yılında yapılmış olan çalışmaya göre 2030 yılına kadar dünya enerji tüketim miktarında %62'lik bir artış yaşanacağı tahmin edilmektedir. Dünya genelindeki enerjiye olan bu talep artışı göz önüne alındığı zaman, bu talep artışının nasıl karşılanacağı sorusu günümüz dünyasının en çok tartışılan konularından bir tanesini oluşturmaktadır. Bu kapsamda uzmanlar yakın gelecekte dünyada bir “Nükleer Rönesans” çağının başlayacağına dikkati çekmektedirler. Çünkü dünyada alternatif enerji kaynağı arama çabası, dünyanın farklı bölgelerinde “Nükleer Enerji” alanında yoğunlaşmaktadır. Öte yandan konut ve araçlardaki enerji kullanımını azaltmak ve verimliliği artırmak için, hidrojen ve oksijeni suya dönüştürebilen teknikler geliştirilmekte, ayrıca Dünya’da daha az enerji tüketen ulaşım projeleri üzerinde durulmaktadır.

Bu çalışma, Dünya’da hızla artan enerji tüketim miktarını belirleyen/etkileyen faktörleri incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, dünyada yükselen ekonomiler olarak kabul edilen BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, G.Afrika ve Türkiye) ülkelerinde enerji tüketiminin belirleyicisi olarak enerji fiyatları, doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme değişkenleri seçilmektedir. 1992-2018 dönemini kapsayan veriler literatürde kullanılan çeşitli yaklaşımlar çerçevesinde analiz edilmektedir.

Çalışmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığını test edebilmek amacıyla Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen “ $CD_{LM}$ ” test analizi, Pesaran (2004)’ın geliştirdiği “ $CD$ ” ve “ $CD_{LM2}$ ” testleri kullanılmakta ve seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu testlerin yanı sıra çalışmada uygulanan, Pesaran vd. (2008) tarafından önerilen “ $LM_{adj}$ ” (sapması düzeltilmiş LM testi) testi de yatay kesit bağımlılığının varlığını doğrulamaktadır. Yatay kesit bağımlılığı tespit edildikten sonra serilerin eğim katsayılarının homojenliğinin tespit edilmesi yani panel analizinde ülke grubunun bir tanesinde gerçekleşen herhangi bir farklılığın, diğer ülkeler üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla, Pesaran (2007)’in geliştirdiği “ $Delta (\Delta) testi$ ” kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular serilerin heterojen

özellik gösterdiğini, yani modeldeki ilişkinin yönünün çalışmaya konu olan her ülke için farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusu olduğu için, birim kök analizleri yapılırken Pesaran (2007) tarafından literatüre kazandırılan ve ikinci nesil testlerden olan CADF (Yatay Kesitsel Genişletilmiş Dickey-Fuller) analizi tercih edilmektedir. CADF analizine göre, seviye durumunda panelin tüm ülkeleri için durağanlaşmayan serilerin 1.farkı alınınca seriler hem panel geneli için hem de panelin tüm ülkeleri için durağan hale gelmiştir. Seriler tüm panel için durağan hale getirildikten sonra, seriler arasında uzun dönem bir ilişkinin olup olmadığını test etmek önemlidir. Bu nedenle serilerde yatay kesit bağımlılığının ve heterojenliğin olduğu panel modelleri için, Westerland (2008) tarafından önerilen “Error Correction Method (ECM)” testi ve Westerland ve Edgerton (2007) tarafından önerilen “LM Bootstrap” eşbütünleşme test analizleri kullanılmaktadır. Eşbütünleşme ilişkisini tespit etmek amacıyla kullanılan bu iki test tekniği de, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisini doğrulamaktadır. Yani çalışmada enerji tüketimi ile panelin diğer serileri arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusudur.

Çalışmanın serileri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edildikten sonra, Pesaran (2006) tarafından önerilmekte olan Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG)) Tahmincisi ile Eberhardt ve Bond (2009) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından literatüre kazandırılan tahminci yöntemi olan Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi (Augmented Mean Group Estimator-AMG) Yöntemi ile uzun dönem eşbütünleşme katsayılarının tahmin edilmesi analiz sonuçları açısından önemlidir.

CCEMG tahmincisi ile yapılan analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde, panelin geneli için FDI ve enerji fiyatı değişkeninin sırasıyla %5 ve %10 düzeylerinde anlamlı oldukları, ekonomik büyüme serisinin ise anlamsız olduğu görülmektedir. Öte yandan CCEMG tahminci yöntemi ile analize konu olan her bir ülke için sonuçlar ayrı ayrı elde edilebilmektedir. Brezilya’da FDI ve enerji fiyatları serileri %1’de anlamlı iken ekonomik büyüme serisi anlamsızdır. Brezilya’da doğrudan yabancı yatırımlardaki %1’lik artış enerji tüketimini % 0.06 arttırırken, enerji fiyatlarındaki

%1'lik artış ise enerji tüketimini %0,19 oranında azaltmaktadır. Buna göre Brezilya'da enerji fiyatları ve FDI serilerinin enerji tüketimi ile olan ilişkisi hem teori hem de literatür ile uyumlu sonuçlar vermektedir.

Rusya'da, enerji fiyatları ve FDI serileri %5 düzeyinde anlamlıyken ekonomik büyüme serisi anlamsızdır. Doğrudan yabancı yatırımlardaki %1'lik artış enerji tüketimini %0,01 artırırken enerji fiyatlarındaki %1'lik artış ise enerji tüketimini %0,34 oranında artırmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre Rusya'da, enerji fiyatları serisinin hem teori hem de literatür ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Hindistan için yalnızca ekonomik büyüme serisinin %1 önem seviyesinde anlamlı olduğu, analizde kullanılan diğer serilerin anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Hindistan'da ekonomik büyümede meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini %0,2 oranında artırmaktadır ki bu sonuç teori ve literatür ile uyumludur. Çin'de yalnızca enerji fiyatları değişkeni anlamlı çıkmaktadır. Ancak enerji fiyatları serisi teori ile uyumlu bir durum sergilememektedir. Çünkü enerji fiyatlarındaki %1'lik artış enerji tüketimini %0,90 oranında artırmaktadır.

Çalışmanın analize dâhil ettiği bir diğer ülke olan G.Afrika'da, doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji fiyatları serileri sırasıyla %1 ve %5 için anlamlı görünmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlardaki %1'lik artış, enerji tüketimini teoriye ve literatüre uygun olarak %0,008 oranında artırırken, enerji fiyatlarındaki %1'lik artış ise enerji tüketimini %0,35 oranında artırmaktadır. Türkiye için analiz sonuçları tüm serilerde anlamsız bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Heterojen panel modelleri ve yatay kesit bağımlılığının söz konusu olduğu durumlarda eşbütünleşme katsayılarının tespit edilebilmesi için Eberhardt ve Bond (2009) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından önerilen bir diğer analiz tahmincisi AMG (Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi) yöntemidir. Bu tahmin yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde, panelin geneli için enerji fiyatları ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkenleri sırasıyla %1 ve %10 düzeylerinde anlamlı bulunurken, ekonomik büyüme değişkeni ise anlamsız sonuçlar göstermektedir. AMG tahmincisi ile yapılan analizler ile de her bir ülke için ayrı ayrı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Analizimize konu olan BRICS-T ülkeleri için AMG tahmincisi ile yapılmış olan eşbütünleşme katsayıları bulgularını değerlendirdiğimizde; Brezilya'da, FDI serisi %1'de anlamlı iken, ekonomik büyüme ve enerji fiyatları serileri anlamsızdır. Bu kapsamda doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1 birimlik artış, enerji tüketim miktarını % 0.04 oranında artırmaktadır. Elde edilen bulgulara göre Brezilya'da, FDI ve enerji tüketimi ilişkisi literatür ile uyumludur, teorik olarak doğrulanmaktadır.

Rusya için yapılan analizler, enerji fiyatları ve FDI serilerinin sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlı olduğunu, ekonomik büyüme serisinin ise anlamsız olduğunu göstermektedir. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1 birimlik artış, enerji tüketim miktarını % 0.01 artırırken, enerji fiyatlarında meydana gelen %1 birimlik artış enerji tüketimini % 0.34 oranında artırmaktadır. Bu duruma göre Rusya'da FDI serisinin enerji tüketimi üzerindeki etkisi teorik olarak kanıtlanırken enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi teori ile uyumlu değildir. Hindistan'da yalnızca FDI serisinin %5 düzeyinde anlamlı olduğu, diğer iki değişkenin de anlamsız olduğu görülmektedir.

Çalışmamızın kapsamına dâhil bir diğer ülke olan Çin'de; FDI, ekonomik büyüme ve enerji fiyatları serileri sırasıyla %1, %5 ve %1 için anlamlıdır. Çin'in enerji fiyatlarında meydana gelecek %1'lik bir artış, enerji tüketimini % 0.80 oranında artırmaktadır. Bu durum enerji tüketimi ve enerji fiyatları arasındaki teorik ilişki ile çelişmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1'lik artış enerji tüketimini %10 artırmaktadır, bu ilişki teori ile uyumludur. Öte yandan ekonomik büyümedeki %1 artış miktarı enerji tüketimini %0.005 oranında azaltmaktadır ki bu durum teorik açıdan uygun değildir.

FDI ve enerji fiyatları değişkenleri %5 anlamlılık düzeyinde G.Afrika'da anlamlı iken ekonomik büyüme serisi anlamsızdır. Doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1 birimlik artış enerji tüketimini %0.006 artırırken enerji fiyatlarının enerji tüketimi üzerindeki artış etkisi %0.66 olmaktadır. Bu durumda teorik olarak FDI



ile enerji tüketimi ilişkisi doğrulanırken enerji fiyatları ile olan ilişki teori ile çelişmektedir.

Son olarak Türkiye’de FDI ve GDP serileri sırasıyla %10 ve %1 anlamlılık düzeylerinde anlamlı iken enerji fiyatları serisi anlamsızdır. Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1’lik artış, enerji tüketimini %0.01 artırırken ekonomik büyümede meydana gelen %1’lik artış ise enerji tüketimini %0.23 oranında azaltmaktadır. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki Türkiye’de teori ile çelişmektedir.

Çalışmada yapılan tüm analizleri göz önüne aldığımızda, çalışmanın konusuna ilişkin olarak literatüre uyumlu bir şekilde, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımlar girişleri serilerinin enerji tüketimini artırması beklenen bir durumdur. Öte yandan enerji fiyatlarındaki artışın ise enerji tüketim miktarını artırması beklenmektedir. Çalışmadan elde edilen bulguları genel olarak değerlendirdiğimizde beklendiği gibi, sonuçların her ülke grubu için farklılaştığı görülmektedir. CCE yöntemi ile yapılan tahminlere göre, FDI serisinin Brezilya, Rusya ve G.Afrika’da anlamlı olduğu, AMG yönteminde bu serinin tüm ülkeler için anlamlı hale geldiği görülmektedir. GDP serisinin hem CCE hem de AMG yönteminde Çin ve Türkiye’de anlamlı olduğu sonucu bulunmaktadır. Çalışmanın son serisi olan PRICE serisinin Brezilya, Çin, Rusya ve G.Afrika’da anlamlı olduğu, AMG yönteminde ise Rusya, Çin ve G. Afrika’da anlamlı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Önümüzdeki dönemlerde de enerji önemli bir faktör oluşunu sürdürmeye devam edecektir ve dünyada enerji tüketimi de gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere hızla yükselmesini sürdürecektir. Bu doğrultuda ülkelerin yenilenebilir enerji kapasitesini belirlemesi, enerji verimliliğini ve enerji yoğunluğunu artıran politikalar üretmesi, enerji alanındaki Ar-Ge faaliyetlerini artırması, yerli kaynaklarının kullanımını teşvik etmesi önemli olacaktır.

## KAYNAKÇA

**ABLBEKOVA, A.** (2008). “İktisadi Etkinlik Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Fosil Yakıtlar İle Karşılaştırılması”. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

**ACAROĞLU, M.** ( 2013 ). “Alternatif Enerji Kaynakları”. Nobel Yayınları. 3. Baskı. Ankara.

**AKAY, E. Ç., Abdieva, R., Oskonbaeva, Z.** (2015). “Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği”. In International Conference on Eurasian Economies. Çevre ve Enerji. 628-636).

**AKPINAR, E., Başibüyük, A.** (2011). “Jeoekonomik Önemi Giderek Artan Bir Enerji Kaynağı: Doğalgaz”. Electronic Turkish Studies, 6(3).

**ALAM, M. M., Murad, M. W., Noman, A. H. M., Ozturk, I.** (2016). “Relationships Among Carbon Emissions, Economic Growth, Energy Consumption And Population Growth: Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis For Brazil, China, India And Indonesia”. Ecological Indicators, 70, 466-479.

**ALAM, M. S.** (2006). “Economic Growth with Energy”. İnternet Adresi: [http://mpira.ub.unimuenchen.de/1260/1/MPRA\\_paper\\_1260.pdf](http://mpira.ub.unimuenchen.de/1260/1/MPRA_paper_1260.pdf), Erişim Tarihi: 06.08.2019.

**AL-MULALI, U., Che Sab, C. N. B.** (2018). “Energy Consumption, CO2 Emissions, and Development in The UAE”. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 13(4), 231-236.

**ALP, E. A.** (2016). “Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries”. International Journal of Energy Economics and Policy, 6(4), 753-759.

**ALTINTAŞ, H.** (2013). “Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi”. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 8(1), 263-294.

**ALTUNTOP, N., Erdemir, D.** 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler”. Mühendis ve Makine. C. 54. S.639. ss. 69-77.

**AMRI, F.** (2016). “The Relationship Amongst Energy Consumption, Foreign Direct Investment and Output in Developed and Developing Countries”. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 64, 694-702.

**APERGIS, N., Payne, J. E.** (2009). “Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from A Panel Cointegration and Error Correction Model”. Energy Economics, 31(2), 211-216.

**ARI, A., Zeren, F.** (2011). “CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”. Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(2), 37-47.

**ARORA**, V., Shi, S. (2016). “Energy Consumption and Economic Growth in the United States”. *Applied Economics*, 48(39), 3763-3773.

**ARSLAN**, S. (2017). “Macroeconomic Factors Affecting The Country Credit Investigations: An Application On Fragile Eight”. *Press Academia Procedia*, 3(1), 197-205.

**ASAFU-ADJAYE**, J. (2000). “The Relationship Between Energy Consumption, Energy Prices And Economic Growth: Time Series Evidence From Asian Developing Countries. *Energy Economics*, 22(6), 615-625.

**ATAKAN**, A. V. C. I., Muhiddin, C. A. N., Kılıç, M. (1995). “Doğal Gaz Sıvılaştırma Yöntemleri, Sıvılaştırılmış Doğal Gazın (Lng) Nakli Ve Depolanması Üzerine Bir İnceleme”. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(3), 137-144.

**ATEŞ**, M. B., Demir, H., Üresin, E., Tunç, Ş., ve Erdi, H. (2009). “Dünya'da ve Türkiye'de Güneş Enerjisi”. *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi*.

**AYDIN**, F. (2010). “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (35), 317-340.

**AYDIN**, L. (2014). “Enerji Ekonomisi ve Politikaları: Kuram ve Kavramlar-Piyasalar-Modeller-Politikalar”. ISBN: 978-975-02-2823-0. Seçkin Yayıncılık. Ankara.

**AYDIN**, M. (2018). “Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler Örneği”. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(1), 1-15.

**AYHAN**, A. (2015). “Biogas Production Potential From Animal Manure Of Bursa Province”. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2).

**AYRES**, R. U. (2001). “The Minimum Complexity of Endogenous Growth Models:: The Role of Physical Resource Flows”. *Energy*, 26(9), 817-838.

**AZAM**, M., Khan, A. Q., Zafeiriou, E., Arabatzis, G. (2016). “Socio-Economic Determinants Of Energy Consumption: An Empirical Survey For Greece”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1556-1567.

**AZAM**, M., Khan, A. Q., Zaman, K., Ahmad, M. (2015). “Factors Determining Energy Consumption: Evidence from Indonesia, Malaysia and Thailand”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1123-1131.

**BAEK**, J. (2016). “A Newlook at The FDI Income Energy Environment Nexus: Dynamic Panel Data Analysis of ASEAN”. *Energy Policy*, 91, 22-27.

**BAYRAMOĞLU**, T. (2014). “Biyokütle Enerjisi ve Yerel Ekonomik Kalkınma”. İmaj Yayınevi. Ankara.

**BEGUM**, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., Jaafar, M. (2015). “CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.

**BİLGİNOĞLU**, M. A. (1991). “Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları”. *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 9, 122-147.

**BOSTAN, I., Gheorghe, A. V., Dulgheru, V., Sobor, I., Bostan, V., Sochirean, A. (2012).** “Resilient Energy Systems: Renewables: Wind, Solar, Hydro”. Springer Science and Business Media.

**BOZKURT, A.U. (2008).** “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi”. Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

**BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy, June 2018.**

**BP (British Petroleum) Statistical Review of World Energy. BP Energy Outlook: 2019 Edition.**

**BRINI, R., Amara, M., Jemmali, H. (2017).** “Renewable Energy Consumption, International Trade, Oil Price and Economic Growth Inter-Linkages: The Case of Tunisia”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 620-627.

**BROOKE, J. (2003).** “Wave Energy Conversion” Vol. 6. Elsevier.

**CAN, U., Berber, M. (2017).** “Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi”. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187.

**CHEN, K. H., Yang, H. Y., Lee, J. M., Chi, C. F. (2016).** “The Impact Of Energy Prices On Energy Consumption And Energy Efficiency: Evidence From Taiwan”. *Energy Efficiency*, 9(6), 1329-1349.

**CHEN, Y. (2018).** “Factors Influencing Renewable Energy Consumption in China: An Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data”. *Journal of Cleaner Production*, 174, 605-615.

**ÇAĞLAR, A. E., Kubar, Y., Korkmaz, A. (2017).** “Türkiye Ekonomisinde Büyümenin Dinamiği Olarak Enerji”. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(36), 103-129.

**ÇARK, F. (2016).** “19. Yüzyıl Osmanlı Devleti’nde Neft Ve Petrol Üretimi Ve İmtiyazları”. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İktisat Anabilim Dalı. İktisat Tarihi Bilim Dalı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.*

**ÇENTEZ, M. (2012).** “Yer Altından Gelen Enerji: Jeotermal”. Erişim Linki: <https://www.elektrikport.com/sector-rehberi/yer-altindan-gelen-enerji-jeotermal/> 28 56 # ad-image-0. Erişim Tarihi: 27.06.2019.

**ÇERMİKLİ, A. H. ve Öztürkler H. (2010).** “Dünya Enerji Tüketimi: 1980–2005 Döneminde Enerji Tüketimindeki Değişim”. *Ekonomik Yaklaşım*, Cilt 21, Sayı 74, 1-22.

**ÇETİN, M., Şeker, F. (2012).** “Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği”. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 85-106.

**DALKIR, Ö., Şeşen, E.** (2011). “Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik”. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara. Erişim Linki: [http://www.ybtenerji.com/uploads/9/7/5/9/9759145/cevre\\_temiz\\_enerji.pdf](http://www.ybtenerji.com/uploads/9/7/5/9/9759145/cevre_temiz_enerji.pdf). Erişim Tarihi: 23.06.2019.

**DİKMEN, A.Ç.** (2009). “Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’nin Geleceğindeki Yeri”. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi.

**DOYTCH, N., Narayan, S.** (2016). “Does FDI Influence Renewable Energy Consumption? An Analysis Of Sectoral FDI Impact On Renewable And Non-Renewable Industrial Energy Consumption”. *Energy Economics*, 54, 291-301.

**DÜNYA ENERJİ KONSEYİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ.** (2018). “2018 Enerji Görünümü: 2040’a Bakış”. Erişim: <https://www.dunyaenerji.org.tr/2018-enerji-gorunumu-2040a-bakis/> Erişim Tarihi: 19.03.2019.

**EBERHARDT, M. ve Stephen, B.** (2009). “Cross-Section Dependence In Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator”, MPRA Paper No. 17692, University Library of Munich, Germany.

**EMEKLİER, B., Ergül, N.** (2010). “Petrolün Uluslararası İlişkilerdeki Yeri: Jeopolitik Teoriler Ve Petropolitik”. *Bilge Strateji*, 2(3), 59-85.

**ERÇAKAR, M. E., Başarır, Ç.** (2017). “Finansal Gelişme ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Panel Eşbütünleşme Analizi”. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 12(1), 39-50.

**ERDOĞAN, S., Gürbüz, S.** (2014). “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi”. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 79-87.

Erişim: [https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FTP\\_HAM\\_PETROL-DOGAL\\_GAZ\\_SEKTOR\\_RAPORU\\_2015.pdf](https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FTP_HAM_PETROL-DOGAL_GAZ_SEKTOR_RAPORU_2015.pdf). Erişim Tarihi: 18.04.2019.

**ETKB.** (2011). “Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler”. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, Yayın, (1).

**FERGUSON, D.C.** (2015). “Nükleer Enerji: Herkesin Bilmesi Gerekenler”. Çeviri: Fatih Güdük. 1.Baskı. Buzdağı Yayınevi. Ankara.

**FİTZGERALD, S.** (2010). “Energy Today: Wind Power. Science Curriculum Resource Teacher”. An imprint of Chelsea House Publishers. New York.

**GEOFFREY Horn M.** (2010). “Energy Today: Coal, Oil, and Natural Gas”. Chelsea Clubhouse. New York. ISBN 978-1-4381-3220-4.

**GOUDA, A.,** (1988). “Income and Price Elasticities of Energy Consumption in Egypt: A Time-Series Analysis”. *Energy Economics* 10, 47–58.

**GÖKÇE, C.** (2014). “Önemli Bir Enerji Girdisi Olan Petrolün Ekonomik Kalkınma Sürecindeki Rolü”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 143-154.

**GÖRGÜN**, Tuğrul (2004), “Doğrudan Yabancı Yatırımların Tarihsel Gelişimi Çerçevesinde Yatırımların Geliştirilmesinin Etkin Kurumsal Yapılanmaları”, Uzmanlık Tezi, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.

**GRANT**, L. (2004). “The End Of Fossil Fuels”. Erişim Adresi: [https://npg.org/wp-content/uploads/2013/09/endoffossilfuels\\_twilight1.pdf](https://npg.org/wp-content/uploads/2013/09/endoffossilfuels_twilight1.pdf). Erişim Tarihi: 28.03.2019.

**GROSS**, C. (2012). “Explaining the Non-Causality Between Energy and Economic Growth in the USA Multivariate Sectoral Analysis”. *Energy Economics*, 34(2), 489-499.

**GÖRÜŞÜ**, İ. T. Ü. (2007). “Türkiye’de Enerji ve Geleceği”. İTÜ Görüşü, Nisan, İTÜ, İstanbul.

**GULOGLU**, B., İvrendi, M. (2010). “Output Fluctuations: Transitory or Permanent? The Case of Latin America”. *Applied Economics Letters*, 17(4), 381-386.

**GUPTA**, H. K., Roy, S. (2006). “Geothermal Energy: An Alternative Resource For The 21st Century”. Elsevier.

**GÜLAY**, A.N. (2008). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

**GWEC**. (2018). “Global Wind Report 2018”. April 2018. Erişim Linki: <https://gvec.net/global-wind-report-2018/> Erişim Tarihi: 18.06.2019.

**HAMILTON**, J. D. (1983). “Oil and The Macroeconomy Since World War II”. *The Journal of Political Economy*, JSTOR, 228-248.

**HASSAN**, S. A. ve Zaman, K. (2012). “Effect Of Oil Prices On Trade Balance: New Insights Into The Cointegration Relationship From Pakistan. *Economic Modelling*, 29 (6): 2125–2143.

**HE**, Y. X., Liu, Y. Y., Xia, T., Zhou, B. (2014). “Estimation Of Demand Response To Energy Price Signals In Energy Consumption Behaviour In Beijing, China”. *Energy Conversion And Management*, 80, 429-435.

**HSIAO**, C. (2007). Panel Data Analysis Advantages And Challenges Test, 16(1), 1-22. <https://www.muhandisbeyinler.net/biyogaz-nedir-nasil-elde-edilir/>

**HUANG**, X. (2008). “Panel Vector Autoregression Under Cross-Sectional Dependence”. *The Econometrics Journal*, 11(2), 219-243.

**IEA**, International Energy Agency. (2005). JREC.

**IEA**, International Energy Agency. (2007). Coal Information. IEA Statistics.

**IRENA**. (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017. Erişim Linki: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\\_2017\\_Power\\_Costs\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf). Erişim Tarihi: 27.06.2019.

**İSLAM, F., Shahbaz, M., Ahmed, A. U., Alam, M. M.** (2013). “Financial Development and Energy Consumption Nexus in Malaysia: A Multivariate Time Series Analysis”. *Economic Modelling*, 30, 435-441.

**İLBAŞ, M.** (2014). “Enerji-Politik Dünya ve Türkiye”. Berikan Yayınevi. Ankara.

**İSKENDER, S.** (2005). “Türkiye’de ve Dünya’da Enerji: Nükleer Enerji Gerçeği”. Tütev Yayınları. ISBN: 975-00524-0-4. Ankara.

**İSMİÇ, B.** (2015). “Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Nüfus İlişkisi”. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(1), 259-274.

**JEOTERMAL ENERJİ.** Temiz Enerji Yayınları. Erişim Linki: [https://habitatderneği.org/wp-content/uploads/Jeotermal\\_Enerji.pdf](https://habitatderneği.org/wp-content/uploads/Jeotermal_Enerji.pdf). Erişim Tarihi: 04.07.2019.

**JOHNSON, G.L.** (2006). “Wind Energy Systems”. Prentice Hall. Manhattan Ks.

**JOO, Y. J., Kim, C. S., Yoo, S. H.** (2015). “Energy Consumption, CO2 Emission, And Economic Growth: Evidence From Chile”. *International Journal of Green Energy*, 12(5), 543-550.

**KALTSCHMİTT M., Streicher, W., Andreas W.** (2007). “Renewable Energy: Technology, Economics and Environment”. Springer. New York. ISBN: 978-3-540-70947-3.

**KAR, M., Ağır, H., Türkmen, S.** (2018). “Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Tahmini”. *ICPESS 2018 PROCEEDINGS Vol. 2. Economic Studies*, 305.

**KARAGÖL, E. T., Kavaz, İ.** (2017). “Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji”. *SETA Analiz*, (197), 1-32.

**KARAGÖL, E. T., Kaya, S.** (2016). “LNG’nin Dünya Enerji Ticaretindeki Yeri”. *Seta Yayınları 73. 1. Baskı. İstanbul*.

**KARAKAŞ, E., İzgi, B. B.** (2018). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ampirik Analizi: OECD Örneği”. *Kent Akademisi*, 11(1), 99-107.

**KAVAZ, İ.** (2019). “Yerli Ve Milli Enerji Politikaları Ekseninde Kömür”. *SETA Analiz. Sayı.265.* [www.setav.org.tr](http://www.setav.org.tr).

**KELLEÇİ, S. U., Bostan, A., Yılmaz, A.** (2016). “Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki”: *Avrasya Ekonomileri Örneği. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(5), 23-36.

**KHALIQ, Abdul ve Noy, Ilan** (2007), “Foreign Direct Investment And Economic Growth: Empirical Evidence From Sectoral Data In Indonesia”, Working Paper, University of Hawaii.

**KILIÇ, F. Ç.** (2007). “Biyogaz, Önemi, Genel Durumu Ve Türkiye'deki Yeri”. *Renewable Energy World*, 8(6).

**KILIÇ, F. Ç.** (2015). “Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri”. *Mühendis ve Makine*. Cilt 56. Sayı 671, ss. 28-40.

**KILIÇ, F. Ç., Kılıç, M. K.** (2013). “Jeotermal Enerji ve Türkiye”. *Mühendis ve Makine* Cilt 54. Sayı 639. ss. 45-56.

**KIVYIRO, P., Arminen, H.** (2014). “Carbondioxide Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, And Foreign Direct Investment: Causality Analysis For Sub-Saharan Africa”. *Energy*, 74, 595-606.

**KOÇ, E., Şenel, M. C.** (2013). “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme”. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.

**KOÇBULUT, Ö., Altıntaş, H.** (2016). “İkiz Açıklar ve Feldstein-Horioka Hipotezi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırımlı Panel Eşbütünleşme Analizi”. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (48), 145-174.

**KOÇER, N. N., Ünlü, A.** (2007). Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli Ve Enerji Üretimi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 175-181.

**KORKMAZ, Ö., Develi, A.** (2012). “Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) Arasındaki İlişki”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.

**KRAFT, J., Kraft, A.** (1978). “On The Relationship Between Energy and GNP”. *The Journal of Energy and Development*, 401-403.

**LEE, C. C.** (2006). “The Causality Relationship Between Energy Consumption And GDP In G-11 Countries Revisited”. *Energy Policy*, 34(9), 1086-1093.

**LEE, C. C., Chien, M. S.** (2010). “Dynamic Modelling Of Energy Consumption, Capital Stock, And Real Income in G-7 Countries”. *Energy Economics*, 32(3), 564-581.

**LEITÃO, N. C.** (2015). “Energy Consumption and Foreign Direct Investment: A Panel Data Analysis for Portugal”. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(1), 138-147.

**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.

**LITTLE, D., Match, J.** (2009). “Coal Energy Lesson Plans”. Erişim: <http://www.efmr.org/edu/coal2009.pdf>. Erişim Tarihi: 03.04.2019.

**MAHADEVAN, R., Asafu-Adjaye, J.** (2007). “Energy Consumption, Economic Growth And Prices: A Reassessment Using Panel VECM For Developed And Developing Countries”. *Energy Policy*, 35(4), 2481-2490.

**MAHALINGAM, B., Orman, W. H.** (2018). “GDP And Energy Consumption: A Panel Analysis Of The US”. *Applied Energy*, 213, 208-218.



**MIELNIK**, O., Goldemberg, J., (2002). “Foreign Direct Investment And Decoupling Between Energy And Gross Domestic Product In Developing Countries”. Energy Policy 30, 87–89.

**MOONEY**, C. (2012). “Geothermal Power: Energy and Environment”. Reference Point Press, Inc. Printed in the United States.

**MUCUK**, M., Demirsel, M. T. (2009). “Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Performans”. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (21), 365-373.

**NAZLIOĞLU**, Ş. (2010). “Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma”, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.

**NUCLEAR ENERGY INSTITUTE**, (2010). Erişim: [www.nei.org.tr](http://www.nei.org.tr). Erişim Tarihi: 12.05.2019.

Nükleer Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Erişim: [www.kanser.org](http://www.kanser.org)

**OCKWELL**, D. G. (2008). “Energy And Economic Growth: Grounding Our Understanding In Physical Reality”. Energy Policy. S.36. ss.4600–4604.

**OMRI**, A., Kahouli, B. (2014). “Causal Relationships Between Energy Consumption, Foreign Direct Investment And Economic Growth: Fresh Evidence From Dynamic Simultaneous-Equations Models”. Energy Policy, 67, 913-922.

**ORAL**, F., Behçet, R., Aykut, K. (2017). “Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi”. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 29-38.

**ORR**, T. (2008). “Geothermal Energy: Power Up”. Published in the United States of America by Cherry Lake Publishing. [www.cherrylakepublishing.com](http://www.cherrylakepublishing.com).

**OSIGWE**, A. C., Arawomo, D. F. (2015). “Energy Consumption, Energy Prices And Economic Growth: Causal Relationships Based On Error Correction Model”. International Journal Of Energy Economics And Policy, 5(2), 408-412.

**OVALI**, E. Radyasyon Kazaları. Erişim: <http://www.thd.org.tr/thddata/books/29/radyasyon-kazalari-ercument-ovali.pdf>. Erişim Tarihi: 07.05.2019.

**ÖNCEL**, A., Kırca, M., İnal, V. (2017). “Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine Yönelik Zamanla Değişen Panel Nedensellik Analizi”. Maliye Dergisi, 173, 398-420.

**ÖNCÜ** E., Çelik, Ş. (2018). “Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: BRIC-T Ülkeleri Panel Nedensellik Analizi”. UIİİD-IJEAS, 2018 (17. UİK Özel Sayısı):403-414. ISSN 1307-9832.

**ÖRER**, G., Gürsel, T., Özdamar, A., Özbalta, N. (2003). “Dalga Enerjisi Tesislerine Genel Bakış”. Erişim Linki: [http://cagaenerji.com/FileUpload/bs531207/File/cok\\_cok\\_onemli\\_turkiyenin\\_dalga\\_enerjisi.pdf](http://cagaenerji.com/FileUpload/bs531207/File/cok_cok_onemli_turkiyenin_dalga_enerjisi.pdf). Erişim Tarihi: 18.07.2019.

**ÖZATA**, E. (2010). “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi”. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (26).

**ÖZTÜRK**, S., Saygın, S. (2017). “1973 Petrol Krizinin Ekonomiye Etkileri ve Stagflasyon Olgusu”. Balkan Sosyal Bilimler Dergisi. C. 6, S. 12, ss. 2-3.

**PAMİR**, N. (2017). “Enerji’nin Geleceği Senaryoları”. Erişim: <http://docplayer.biz.tr/106138166-Enerjinin-gelecegi-senaryolari-enerji-ekonominin-tum-sektorlerinde.html>. Erişim Tarihi: 21.03.2019.

**PAO**, H. T., Tsai, C. M. (2011). “Multivariate Granger Causality Between CO2 Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) And GDP (Gross Domestic Product): Evidence From A Panel Of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, And China) Countries”. Energy, 36(1), 685-693.

**PARAMATI**, S. R., Bhattacharya, M., Ozturk, I., Zakari, A. (2018). “Determinants of Energy Demand in African Frontier Market Economies: An Empirical Investigation”. Energy, 148, 123-133.

**PATA**, U. K., Yurtkuran, S., Kalça, A. (2016). “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı”. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 38(2), 255-271.

**PECHER**, A., Kofoed, J. P. (Eds.). (2017). “Handbook Of Ocean Wave Energy”. London: Springer.

**PESARAN**, H. M. (2006). “Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure”. Econometrica, S. 74(4), 967- 1012.

**PESARAN**, M. H. (2004). General Diagnostic Tests For Crosssection Dependence In Panels. [CESifo Working Paper Series No. 1229; IZA Discussion Paper No. 1240](#).

**PESARAN**, M. H. (2007). “A Simple Panel Unitroot Test In The Presence Of Cross-Section Dependence”. Journal Of Applied Econometrics, 22(2), 265-312.

**PESARAN**, M.H., Yamagata, T. (2007). “Testing Slope Homogeneity In Large Panels”. Econometrics, MDPI, 142 (1). 50-93.

**POLAT**, B. (2018). “The Influence of FDI on Energy Consumption in Developing and Developed Countries: A Dynamic Panel Data Approach”. Journal of Yasar University, 13(49).

**POTOČNIK**, P. (2010). “Natural Gas”. Published by Sciyo Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia.

**REN 21**, (2019). Renewables 2019 Global Status Report. Erişim Linki: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2019\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf). Erişim Tarihi: 12.07.2019.

**REN21**, (2019). Renewables 2019 Global Status Report .ISBN 978-3-9818911-7-1. Paris. Erişim Linki: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2019\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf). Erişim Tarihi: 01.08.2019.

**REN21**. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century; Renewables Global Status Reports (2018).

**RİGHTER**, R. W. (1996). “Wind energy in America: A history”. University of Oklahoma Press.

**RUNA**, N., (1999). “Price Sensitivity Of Residential Energy Consumption in Norway”. Energy Economics 21, 493–515.

**SADORSKY**, P. (2010). “The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies”. Energy Policy, 38(5), 2528-2535.

**SAĞLAM**, M., Uyar, T. S., Göztepe, İ. (2005). “Dalga Enerjisi Ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”. Elektrik Mühendisleri Odası.

**SBIA**, R., Shahbaz, M., Hamdi, H. (2014). “A Contribution of Foreign Direct Investment, Clean Energy, Trade Openness, Carbon Emissions and Economic Growth to Energy Demand in UAE”. Economic Modelling, 36, 191-197.

**SCHAFER**, Andreas (2005), “Structural Change in Energy Use”, Energy Policy, C. 33, 429- 437.

**SECRETARIAT**, E. C. (2007). “Putting A Price On Energy-International Pricing Mechanisms For Oil And Gas”. Brussels: Energy Charter Secretariat.

**SELVİ**, Ç. (2015). “AB 2020 Stratejisi ve 2050 Vizyonu Bağlamında Belirlenen Yenilenebilir Enerji Hedeflerine Ulaşılabilirliğin Mali Açından Analiz Edilmesi”. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi.

**SEVİM**, C. (2015). “Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik”. Seçkin Yayınları. 3. Baskı. Ankara.

**SHAHBAZ**, M., Lean, H. H. (2012). “Does Financial Development Increase Energy Consumption? The Role of Industrialization and Urbanization in Tunisia”. Energy Policy, 40, 473-479.

**SHI**, X., Sun, S. (2017). “Energy Price, Regulatory Price Distortion And Economic Growth: A Case Study Of China”. Energy Economics, 63, 261-271.

**SIDDIQUI**, R. (2004). “Energy And Economic Growth In Pakistan”. The Pakistan Development Review, 175-200.

**SİNGER**, S., Deng, Y., Cornelissen, S., Klaus, S., Jeffreys, B. (2011). “The Energy Report. 100% Renewable Energy by 2050”.

**SORRELL**, S., Dimitropoulos, J. (2007). “UKERC Review of Evidence For The Rebound Effect: Technical Report 5: Energy”, productivity and economic growth studies.

**STERN**, D. (2004). “Economic Growth and Energy”. Encyclopedia of Energy. Vol.2. s.37.

**STERN, D. I., Cleveland, C. J. (2004).** “Energy And Economic Growth. Encyclopedia Of Energy”, 2, 35-51.

**ŞENTÜRK, İ. (2012).** “Kaynaklarına Göre Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkileri”. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). “Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”. Sayı 15. Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı.

**TABAK, J. (2009).** “Coal and Oil. Energy And The Environment”. Facts on File. Newyork. ISBN-10: 0-8160-7083-0.

**TABAK, J. (2009).** Solar And Geothermal Energy. Facts On File. USA.

**TAŞMAN, C. E.** “Petrolün Tarihi”. [http://www.mta.gov.tr/mta\\_web/kutuphane/mtadergi/39\\_3.pdf](http://www.mta.gov.tr/mta_web/kutuphane/mtadergi/39_3.pdf)

**TAYLOR, M., Daniel, K., Ilas, A., So, E. Y. (2015).** “Renewable Power Generation Costs”. Solar Pv. Irena.

**TÇV. (2007).** Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.

**TEMURÇİN, K., Aliğaoğlu, A. (2003).** “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği”. Coğrafi Bilimler Dergisi. 1(2). 25-39.

**TESKE, S.,Zervos, A.,Schafer, O. (2007).** “Enerji Devrimi: Sürdürülebilir Bir Dünya İçin Enerji Yol Haritası”. Greenpeace Yayınları.

**TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası,** Enerji Verimliliği Raporu, Genişletilmiş İkinci Baskı, EMO Yayın No: GY/2012/3, Ocak 2012, Ankara.

**TOPAL, M., Arslan, E. I. (2008).** “Biyokütle enerjisi ve Türkiye”. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19.

**TSANI, S. Z. (2010).** “Energy Consumption And Economic Growth: A Causality Analysis For Greece”. Energy Economics, 32(3), 582-590.

**TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU.** “Nükleer Reaktörler. Halkı Bilgilendirme Broşürleri-003”. Erişim: <http://kurumsalarsiv.taek.gov.tr/bitstream/1/648/1/30028.pdf>. Erişim Tarihi: 16.05.2019.

**TÜRKİYE PETROLLERİ. (2016).** “Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu”.

**UGETAM. (2016).** “Genel Doğal Gaz”. Ugetam Yayınları 39. ISBN: 978-605-4706-18-1. 3.Baskı. İstanbul.

**URGUN, N. (2015).** “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Türkiye'nin Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Harekete Geçirilmesine Yönelik Stratejiler”. Dumlupınar Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

**USTA, C.** (2016). “Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi”. Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, 2(2), 181-201.

**WCA** (World Coal Association). (2014). Coal Facts 2014. [https://www.worldcoal.org/file\\_validate.php?file=coal\\_facts\\_2014\(12\\_09\\_2014\).pdf](https://www.worldcoal.org/file_validate.php?file=coal_facts_2014(12_09_2014).pdf).

**WEI, F., Hu, C.** (2013). “Empirical Analysis of Regional Energy Consumptions And Economic Growth”. Journal of Theoretical Applied Information Technology, 48(1).

**WELLINGER, A., Murphy, J. D., Baxter, D.** (Eds.). (2013). The biogashandbook: science, production and applications. Elsevier.

**WESTERLUND, J.** (2007). “Testing For Error Correction In Panel Data”. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 69(6), 709-748.

**WESTERLUND, J., Hosseinkouchack, M., Solberger, M.** (2016). The Local Power Of The CADF And CIPS Panel Unitroot Tests. Econometric Reviews, 35(5), 845-870.

**WOLDE-RUFAEL, Y.** (2005). “Energy Demand and Economic Growth: The African Experience”. Journal of Policy Modeling, 27(8), 891-903.

**WORLD COAL INSTITUTE.** (2005). “The Coal Resource: A Comprehensive Overview Of Coal”. Coal Resource Overview of Coal Report, 1, 1-4.

**WRİGLE, E.A.** (2010). “Energy And The English Industrial Revolution”. Cambridge. ISBN 978-0-521-13185-8.

[www.naturalgas.org](http://naturalgas.org). Erişim Link: <http://naturalgas.org/overview/history/>. Erişim Tarihi: 26.04.2019

**YAPRAKLI, S.** (2013). “Enerjiye Dayalı Büyüme: Türk Sanayi Sektörü Üzerine Uygulamalar”. Beta Yayınları. 1. Baskı. İstanbul.

**YILDIRIM, M., Örnek, İ.** (2007). “Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji”. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 6(1).32-34.

**YILMAZ, M.** (2008). “Gelişmekte Olan Ülkelerde Doğrudan Yabancı Yatırımlar-Ekonomik Büyüme İlişkisi”: Panel Veri Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilimdalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

**YILMAZ, O.** (2015). “Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler Ve Türkiye”, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

**YİĞİT, E.** (1993). “Petrol Sanayiinde Gelişmeler ve Türkiye’de Petrol Talebi Üzerine Ekonometrik Bir İnceleme”. Dpt Uzmanlık Tezleri, 16- 46.

**YUAN, C., Liu, S., Wu, J.** (2010). “The Relationship Among Energy Prices And Energy Consumption In China”. Energy Policy, 38(1), 197-207.



**YURDAKUL, F.** (2018). “Kişi Başına Enerji Tüketimi ile Büyüme Oranı Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği”. Ekonomik Yaklaşım, 29 (107): 49-76.

**YURTKUR**, A. K., Bahtiyar, B. (2017). “Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Enflasyon ve Ticari Açıklık Arasındaki İlişki: Kırılgan Beşli Ekonomileri İçin Bir Analiz”. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 6(6), 21-41.

**ZAOUALI**, S. (2007). “Impact Of Higher Oil Prices On”. *The Chinese Economy Review*, 31(2), 191–214.

**ZHU**, H., Duan, L., Guo, Y., Yu, K. (2016). “The Effects of FDI, Economic Growth and Energy Consumption on Carbon Emissions in ASEAN-5: Evidence from Panel Quantile Regression”. *Economic Modelling*, 58, 237-248.



 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN KONYA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	---	---

## Öz Geçmiş

Yazar 1989 yılında Konya’da doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Yunus Emre İlköğretim Okulu’nda tamamlamıştır. 2002 yılında öğrenime başladığı Zeki Özdemir Lisesi’nde 4 yıllık eğitiminin ardından 2006 yılında mezun olmuştur. 2007 – 2012 yılları arasında Selçuk Üniversitesi İktisat bölümünde lisans öğrenimini tamamlamış ve aynı zamanda 2009 – 2012 döneminde Selçuk Üniversitesi Uluslararası İlişkiler bölümünden çift anadal programı ile mezun olmuştur. 2012 – 2015 yılları arasında Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, İktisat Bilim Dalı’ndan “Yunan Ekonomisi ve Borç Krizi” isimli tez ile yüksek lisans derecesi almıştır. 2020 yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, İktisat Bilim Dalı’nda Doktora eğitimini tamamlamıştır. Yazarın çalışma alanları; yüksek teknoloji ihracatı, enerji ekonomisi, büyüme, ekonometri, mikro ve makroekonomi’dir. Yazarın ilgili alanlarda hazırlamış olduğu bilimsel makaleleri bulunmaktadır. Yazar halen Selçuk Üniversitesi Yunak Meslek Yüksekokulu Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü’nde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.