

**T.C**  
**HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**  
**İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ, CO<sub>2</sub> EMİSYONU VE EKONOMİK  
BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: SEÇİLMİŞ G20 ÜLKELERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**  
**TUĞBA AKDOĞAN**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. ZEHRA VİLDAN SERİN**

**GAZİANTEP-2019**

**T.C**  
**HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**  
**İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ, CO<sub>2</sub> EMİSYONU VE EKONOMİK  
BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: SEÇİLMİŞ G20 ÜLKELERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**  
**TUĞBA AKDOĞAN**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. ZEHRA VİLDAN SERİN**

**GAZİANTEP-2019**



**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE  
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU**

İktisat Anabilim Dalı İktisat Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Tuba AKDOĞAN** tarafından hazırlanan “Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Co2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki:Seçilmiş G20 Ülkeleri” başlıklı tez, 14 / 05 / 2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Görevi**

**Unvanı, Adı ve Soyadı**

**İmzası:**

**Kurumu/Üniversitesi**

**Jüri Başkanı**

Prof. Dr. Z. Vildan SERİN

**Tez Danışmanı**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

Doç. Dr. Sumru BAKAN

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KÖSE

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

**Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.**

**Prof. Dr. Mazlum ÇELİK  
Enstitü Müdürü**

## TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Yenilenebilir Enerji Tüketimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Seçilmiş G20 Ülkeleri**” başlıklı çalışmanın tarafımca, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım.  
16.07.2019

TUĞBA AKDOĞAN

## ÖNSÖZ

Enerjiye olan ihtiyaç gün geçtikçe artmakta ve fosil yakıtların miktarlarının sınırlı olması alternatif enerji kaynaklarına yönelimin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Fosil yakıtların tükenme ihtimalinin yanında, enerji ihtiyaçlarının artması, diğer alternatif kaynaklarla sağlanabilecektir. Fakat bu ikamenin aynı zamanda, çevreye zarar vermeden ve sürdürülebilirliği sağlayabilecek nitelikte olması gerekmektedir. Enerji tüketiminin, çevresel ve ekonomik etkilerine bakıldığında, sürdürülebilir kalkınma ile aralarında güçlü bir ilişki söz konusudur. Bu çalışmada son zamanlarda ihtiyaç duyulan yenilenebilir enerji tüketiminin artması ekonomik büyümeye katkıları ve fosil yakıtlara olan eğilimin azaltılması sonucu ne oranda çevresel kirliliklerin ortadan kalktığını belirlemektir. Çalışmanın bu anlamda tüm ilgili kurumlara faydalı ve yol gösterici niteliğinde olmasını temenni ederim.

Tez sürecim boyunca sabrı, anlayışı, bilgi birikimini ve yol göstericiliğiyle yoluma ışık tutan ve hayata farklı bir bakış açısıyla bakmamı sağlayan değerli danışan hocam Prof. Dr. Vildan SERİN'e; bana verdiği akademik destek, moral ve motivasyon için ve ayrıca içinde ilerlemekte olduğum bu serüveni bana sevdirenlerin en başında geldiği için, bana bu yolda bir 'örnek' teşkil ettiği için saygıdeğer Doç. Dr. Celal TAŞDOĞAN hocama, görüş, katkı ve eleştirilerinden dolayı tez jürisi üyeleri hocalarım başta olmak üzere hayatıma dokunan tüm hocalarıma ve yine başından beri bu sürecin içinde olan ve beni hiç yalnız bırakmayıp desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli arkadaşım Arzu YILMAZ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Bu zorlu süreçte beni bir an bile yalnız bırakmayan ve desteklerini sürekli hissettiğim kıymetli annem Tülay AKDOĞAN'a ve babam Nejat AKDOĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

**Gaziantep, 2019**

**Tuğba AKDOĞAN**

## ÖZET

Enerji, yüzyıllar boyunca insanoğlunun en önemli ihtiyaçlarından birisi olmuştur. Enerji kaynaklarının dünyadaki dağılımının eşit olmaması ve enerji kaynakları bakımından yetersiz olan ülkeler zengin olan ülkelere bağımlı hale gelmektedir. Günümüzde teknoloji ve nüfustaki artış sebebiyle, enerji kaynaklarına olan talepte aynı oranda artmaktadır. Artan bu talep karşılanmakta zorluk çekilmekte ve yeni enerji kaynakları arayışına girilmektedir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları kavramı önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları gelecek nesillere yaşanılabilir bir çevre ve kaliteli bir yaşam sunulmasında önem arz etmektedir.

Çalışmada ilk olarak sürdürülebilir kalkınma kavramı ele alınarak bu bağlamda küresel boyutta atılan adımlar incelenmiş ve bu kavramın ekonomi, çevre, enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları ile olan ilişki ele alınmıştır. İkinci olarak, enerji kaynakları içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları ele alınarak mevcut durumu araştırılmıştır. Son olarak, iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyon miktarları arasındaki ilişki 2007-2017 yılları arasında, seçilmiş G20 ülkeleri kapsamında panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizde, yenilenebilir enerji tüketimi veri eksiklikleri nedeniyle, Avrupa Birliği Komisyonu, Suudi Arabistan ve Güney Kore analiz dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyon miktarları arasında uzun dönemli ve pozitif yönde tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. yapılan analizler ile elde edilen sonuçlar, literatürdeki benzer çalışmaları desteklemektedir. Bulunan ilişkilerin beklenen yönde ve istatistiki olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilir Kalkınma, Ekonomik Büyüme, Karbon Salınımı, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, CO<sub>2</sub> Emisyonu

## ABSTRACT

Energy has been one of the most important needs of human beings for centuries. The uneven distribution of energy resources in the world and the countries that are insufficient in terms of energy resources become dependent on rich countries. Today, demand for energy resources is increasing at the same rate due to the increase in technology and population. This increasing demand is being met and difficulties are being sought and new energy resources are being sought. In this context, the concept of renewable energy sources gains importance. Renewable energy sources are important in providing a livable environment and quality life to future generations.

In this study, firstly, the concept of sustainable development is discussed and the steps taken in this context on a global scale are examined and the relationship between this concept and economy, environment, energy and renewable energy sources is discussed. Secondly, renewable energy sources were examined and their current status was investigated. Finally, the relationship between economic growth and renewable energy consumption and carbon emissions was analyzed between 2007 and 2017 by panel data method in selected G20 countries. In the analysis, due to the lack of data on renewable energy consumption, the European Commission, Saudi Arabia and South Korea were excluded from the analysis. As a result, a long-term and positive one-way causality was found between economic growth and renewable energy consumption and carbon emissions. The results obtained from the analyzes support similar studies in the literature. The relationships were found to be statistically significant in the expected direction.

**Key words:** Sustainable Development, Economic Growth, Carbon Emission, Renewable Energy Sources, CO2 Emission

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>HARİTALAR LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>1</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1.Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı ve Uluslararası Anlaşmalar .....	2
1.1.1. Stockholm Konferansı .....	3
1.1.2. Brundtland (Ortak Geleceğimiz) Raporu .....	4
1.1.3. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio de Janeiro, 1992).....	5
1.1.4. Rio+5 Forumu (New York, 1997) .....	6
1.1.5. Kyoto Protokolü .....	6
1.1.6. Sürdürülebilir Gelişme Konferansı (Johannesburg, 2002) .....	7
1.2.Sürdürülebilir Kalkınma Politikaları ve Anlaşmalar .....	8
1.2.1. Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi .....	8
1.2.2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre .....	9
1.2.3. Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji .....	11
1.2.4. Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji .....	12
<b>İKİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>14</b>
<b>ENERJİ KAVRAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI</b> .....	<b>14</b>
2.1. Enerji Kavramı .....	14
2.2. Enerji Kaynakları.....	14
2.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları .....	15
2.2.1.1. Petrol .....	15
2.2.1.2. Doğalgaz .....	18
2.2.1.3. Kömür .....	21
2.2.1.4. Nükleer Enerji.....	25
2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	29
2.2.2.1. Güneş Enerjisi.....	31



2.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi .....	35
2.2.2.3. Jeotermal Enerji .....	39
2.2.2.4. Biyokütle Enerjisi .....	42
2.2.2.5. Hidrolik Enerji .....	44
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....</b>	<b>47</b>
<b>EKONOMİK BÜYÜME İLE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE CO2 SALINIMI İLİŞKİSİ PANEL VERİ ANALİZİ.....</b>	<b>47</b>
3.1. LİTERATÜR.....	47
3.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı .....	49
3.3. Veri Seti ve Ekonomik Yöntem .....	50
3.4. Araştırma Modeli.....	52
3.4.1. Panel Birim Kök Testleri .....	52
3.4.2. Johansen Fisher Eşbütünleşme Testi .....	56
3.4.3. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Test Sonuçları .....	57
3.4.4. Hausman Testi.....	58
3.4.5. Havuzlanmış Regresyon .....	58
3.4.5.1. Sabit Etkiler Modeli .....	59
3.4.5.2. Rassal Etkili Modeli .....	60
3.5. Uygulama .....	60
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....</b>	<b>66</b>
<b>SONUÇ .....</b>	<b>66</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>69</b>

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw).....	<b>32</b>
<b>Tablo 2.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw) .....	<b>36</b>
<b>Tablo 3.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Jeotermal Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw).....	<b>39</b>
<b>Tablo 4.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Biyokütle Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw) .....	<b>42</b>
<b>Tablo 5.</b> Coğrafi Açıdan Kurulu Hidrolik Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw).....	<b>45</b>
<b>Tablo 6.</b> Değişkenlerin Tanım ve Kaynakları .....	<b>50</b>
<b>Tablo 7.</b> Levin, Lin ve Chu Birim Kök Sonuçları .....	<b>61</b>
<b>Tablo 8.</b> Breitung Birim Kök Sonuçları.....	<b>61</b>
<b>Tablo 9.</b> Im, Presan ve Shin Birim Kök Sonuçları .....	<b>61</b>
<b>Tablo 10.</b> ADF-Fisher Birim Kök Sonuçları.....	<b>62</b>
<b>Tablo 11.</b> Fisher Phillips-Peron Birim Kök Testi Sonuçları .....	<b>62</b>
<b>Tablo 12.</b> Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları.....	<b>63</b>
<b>Tablo 13.</b> Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Test Sonuçları .....	<b>63</b>
<b>Tablo 14.</b> Hausman Test Sonuçları.....	<b>64</b>
<b>Tablo 15.</b> Rassal Etkili Panel Veri Regresyon Test Sonuçları .....	<b>64</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.</b> Dünyada Birincil Enerji Kullanımı	<b>20</b>
<b>Şekil 2.</b> Coğrafi Açıdan Petrol Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer)	<b>22</b>
<b>Şekil 3.</b> Dünya Petrol Rezervi (2018, milyar varil)	<b>22</b>
<b>Şekil 4.</b> Türkiye'nin Petrol Tüketimi (1965-2017, Milyon ton yağ eşdeğeri)	<b>23</b>
<b>Şekil 5.</b> Dünyadaki Doğalgaz Rezervi (2018, trilyon m <sup>3</sup> )	<b>24</b>
<b>Şekil 6.</b> Coğrafi Açıdan Doğalgaz Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer)	<b>25</b>
<b>Şekil 7.</b> Dünya Doğalgaz Tüketimi (2017, milyar m <sup>3</sup> )	<b>26</b>
<b>Şekil 8.</b> Türkiye'nin Doğalgaz Tüketimi (1965-2017, milyon ton)	<b>27</b>
<b>Şekil 9.</b> Coğrafi Açıdan Kömür Rezervi (2018, milyon ton)	<b>28</b>
<b>Şekil 10.</b> Dünyadaki Kömür Rezervi (2018, trilyon ton)	<b>29</b>
<b>Şekil 11.</b> Coğrafi Açıdan Kömür Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer yağ)	<b>31</b>
<b>Şekil 12.</b> Türkiye'nin Kömür Üretimi (1981-2017, milyon ton eşdeğer yağ)	<b>32</b>
<b>Şekil 13.</b> Türkiye'nin Kömür Tüketimi (1965-2017, Milyon ton yağ eşdeğeri)	<b>33</b>
<b>Şekil 14.</b> Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi (Reaktör Sayısı, 1960-2018)	<b>35</b>
<b>Şekil 15.</b> Coğrafi Açıdan Nükleer Enerji Üretimi (2007-2017, terawatt/saat)	<b>35</b>
<b>Şekil 16.</b> Coğrafi Açıdan Nükleer Enerji Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer)	<b>36</b>
<b>Şekil 17.</b> İlk 5 Ülkenin Kurulu Nükleer Enerjisi Üretimi (2018, Tw/s)	<b>37</b>
<b>Şekil 18.</b> Dünyada Kurulu Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kapasitesi(2008-2018 Mw)	<b>40</b>
<b>Şekil 19.</b> Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kapasitesi(2008-2018 Mw)	<b>40</b>
<b>Şekil 20.</b> İlk 5 Ülkenin Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)	<b>42</b>
<b>Şekil 21.</b> Türkiye'de Bölgelere Göre Güneşlenme Süreleri ve Güneş Enerji Potansiyeli	<b>43</b>
<b>Şekil 22.</b> Türkiye'de Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)	<b>44</b>
<b>Şekil 23.</b> İlk 5 Ülkenin Kurulu Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)	<b>47</b>
<b>Şekil 24.</b> Türkiye'nin Kurulu Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)	<b>48</b>
<b>Şekil 25.</b> İlk 5 Ülkenin Kurulu Jeotermal Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)	<b>50</b>
<b>Şekil 26.</b> Türkiye'de Kurulu Jeotermal Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)	<b>51</b>
<b>Şekil 27.</b> İlk 5 Ülkenin Kurulu Biyokütle Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)	<b>53</b>
<b>Şekil 28.</b> Türkiye'de Kurulu Biyokütle Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)	<b>54</b>
<b>Şekil 29.</b> İlk 5 Ülkenin Kurulu Hidrolik Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)	<b>57</b>
<b>Şekil 30.</b> Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)	<b>57</b>

## HARİTALAR LİSTESİ

<b>Harita:1</b> Türkiye’de Ortalama Yıllık Rüzgâr Hızı Dağılımı.....	<b>51</b>
<b>Harita:2</b> Türkiye’nin Jeotermal Potansiyeli .....	<b>56</b>

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>AB</b>	:Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	:Amerika Birleşik Devletleri
<b>BM</b>	:Birleşmiş Milletlere
<b>UNDP</b>	:Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
<b>UNEP</b>	:Birleşmiş Milletler Çevre Programı
<b>Btep</b>	:Bin Ton Eşdeğer Petrol
<b>CO<sub>2</sub></b>	:Karbon Emisyonu
<b>MGM</b>	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>MTE</b>	:Milyon Ton Eşdeğer
<b>MTEY</b>	:Milyon Ton Eşdeğer Yağ
<b>MTEP</b>	:Milyon Ton Eşdeğer Petrol
<b>ETKB</b>	:Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>GSYİH</b>	:Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
<b>REN21</b>	:Yenilenebilir Küresel Durum Raporu
<b>W</b>	:Watt
<b>Gw</b>	:Gigawatt
<b>Mw</b>	:Megawatt
<b>kWh</b>	:Kilowatt/hız
<b>TEP</b>	:Ton Eşdeğer Petrol
<b>TAEK</b>	:Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
<b>HES</b>	:Hidrolik Enerji Santrali
<b>IEA</b>	:Ulusal Enerji Ajansı
<b>IRENA</b>	:International Renewable Energy Agency
<b>OECD</b>	:Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
<b>TÜSİAD</b>	:Türkiye Sanayiciler ve İşadamları Derneği
<b>TÜBİTAK</b>	:Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>WB</b>	:Dünya Bankası
<b>YEK</b>	:Yenilenebilir Enerji Kaynakları
<b>SK</b>	:Sürdürülebilir Kalkınma
<b>WCED</b>	:Dünya Çevre ve Geliştirme Komisyonu
<b>WSSD</b>	:Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi
<b>TWh</b>	:Terawatt/hız

<b>TW/s</b>	:Terawatt/saat
<b>ETP</b>	:Emisyon Ticaret Programı
<b>YEGM</b>	:Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
<b>REPA</b>	:Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası
<b>GES</b>	:Güneş Enerji Santrali
<b>RES</b>	:Rüzgâr Enerji Santrali

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışı, kentleşme isteği ve göç gibi birçok sebepten dolayı insan ihtiyaçları çeşitlenmekle kalmamış ve giderek artmıştır. Bunun yanında kaynakların git gide azalmaya başlaması, kirlenmesi hatta yok olması tehlikesiyle karşı karşıya gelinmiş ve bu hal insanları sürdürülebilirlik anlamında atılımlar yapmaya teşvik etmiştir. Neredeyse günlük hayatın her safhasında karşımıza çıkan sürdürülebilirlik kavramı, ekonomiden ekolojiye, finanstan kamu maliyesine ve ayrıca bunun alt kalemlerinde yer alan bütçe, sosyal güvenlik ve borçlanma gibi alanlarda da kendini göstermektedir (Şen vd., 2018:16).

Sürdürülebilirliğin en önemli göstergelerinden birisi olan enerji, 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleri ile ülkeler açısından ne denli önemli olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Bu kıtlıkların sonucunda insanlar tek bir enerji kaynağına eğilimin yanlış olduğu fikrini kabul etmiştir. Tek bir enerji kaynağın yönelim ülkeleri hem diğer enerji kaynağı zengini ülkelere bağımlı hale getirirken hem de küresel boyutta ciddi zararlar verdiği sonucuna varmışlardır. Tek bir enerji kaynağına yoğunlaşmanın en önemli zararlarından biri de maliyetlerin yüksek olmasıdır. Ayrıca günümüzde kullanılan başlıca enerji kaynaklarından olan fosil yakıtlar gelecek 1996 yılı verilerine göre rezerv durumlarına bakıldığında, kömürün 235 yıl, doğalgazın 66 yıl ve petrolün ise 43 sonra tükeneceği tahmin edilmektedir.

Enerji tedarikinde ulusların en önemli politikaları arasında ucuz ve verimli enerji kullanımı yer almaktadır. Çünkü uluslararası arenada ülkeler büyüme hedeflerini böylece daha kolay gerçekleştirebilmektedir. Ucuz ve temiz enerji kullanımı ülkelere önemli avantajlar sağlayacaktır. Ülkeler yatırımlarını ihtiyaçları olan enerji kaynaklarına yönelik yaparken, eksilen enerji kaynaklarının yerini yenilenebilir enerji kaynakları almaktadır (Gövdeli, 2014:1).

Ülkelerin alternatif enerji kaynaklarına yönelerek büyüme hedeflerini gerçekleştirmeye çalışmakta ve sürdürülebilir kalkınma amaçlamaktadırlar. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi sonucu ne oranda büyüme sağlandığının araştırılması gerekmektedir. Böylece ülkeler kendi refah ve kalkınmaları için gerekli olan politikalar geliştirerek hedeflerini gerçekleştirmeleri sağlanacaktır(Şengelen, 2016:10).

Çalışmanın amacı panel veri analizi kullanarak seçilmiş G20 ülkelerinin ekonomik büyümesi üzerinde yenilenebilir enerji kaynak tüketiminin ve CO2 salınımı arasındaki ilişki

incelenerek ve büyüme ve kalkınma için gerekli olan politika önerilerinde bulunulacaktır. Çalışmanın bir diğer amacı ise literatürde G20 ülkelerinin büyüme ve yenilenebilir enerji kaynakları ilişkisi konusunda bir çalışma yapılmamış olmasıdır.

Çalışmanın ilk bölümünde sürdürülebilir kalkınma kavramı ele alınmış ve geçmişten bu güne kadar gelişmeleri aktarılacaktır. Sürdürülebilirlik anlamında atılan uluslararası önemli gelişmeler ve anlaşmalar konusunda geniş çaplı bilgi verilecektir. Ayrıca sürdürülebilir kalkınmayı etkileyen ve etkilenen diğer (çevre, ekonomi, enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları) kavramlarla ilişkisi detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Ve bu kavramların önemi ortaya koyulacaktır.

İkinci bölümde, sürdürülebilir kalkınmanın en önemli ayağı olan enerji kavramı ve çeşitleri üzerinde durulacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynakları açıklanmış ve sınıflandırılacaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynaklarının alt başlıkları açıklanacak, dünyada ve Türkiye’de mevcut durumu, rezervler ve kaynakların yıllar içindeki gelişimi detaylı olarak aktarılacaktır.

Üçüncü bölümde ise, istatistiksel veriler yardımıyla toplam yenilenebilir enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişki analiz edilecek ve istatistiki sonuçlar yer alacaktır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda mevcut durum analizi yapılacak ve politika önerilerinde bulunulacaktır.

## **SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA KAVRAMI VE POLİTİKALAR**

### **1.1.Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı ve Uluslararası Anlaşmalar**

İnsanlar yüzyıllar boyu doğanın sunduğu kaynakların sınırsız olduğuna inanmış ve kaynakları bilinçsizce tüketmiş ve bu kaynaklara verilen zararları pek dikkate almamıştır. Üretimin özellikle sanayi devrimi sonrasında önem kazanmasıyla çevreye ve tabii doğal kaynaklara verilen tehlikenin boyutu hızla armaya başlamıştır. Ancak insanların bu tehlikeyi farketmeleri bir hayli zaman almıştır. 1970’li yılların başlamasıyla doğaya verilen zararın bu şekilde devam etmesi gelecek nesillerin yaşamsal ihtiyaçlarının karşılanmasında sıkıntı yaşanacağı görülmüş ve önlemler alınmak istemiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı da aslında bu farkındalıklar sonucu ortaya çıkmıştır. Önceleri kalkınma olarak ele alınan olgu artık, çevre, doğal kaynaklar ve insani yönleri de içine alacak şekilde genişletilmiştir (Najam ve Cleveland, 2003:119).

Sürdürülebilir kalkınmada ilk hamle, Rachel Carson tarafından 1962 yılında yapılan “Silent Spring” yani Sezsiz Bahar isimli araştırmada yapılmıştır. Yazar bu çalışmasında



yemyeşil vadileri, şırıl şırıl akan dereleri ve kuş cıvıltılarının kapladığı güzel bir kasabanın kimyasallar nedeniyle deyim yerindeyse hayalet bir kasabaya dönüştüğünü belirtmiş ve tarım alanında kullanılan zararlı kimyasal ilaçlamaların son derece tehlikeli ve çevreye zararlı olduğunu savunmuştur. Üzücüdür ki kendisi de göğüs kanserinden vefat etmiştir. Eserinde yer alan “ortada bir haşere sorununun olmadığını ve kontrol altına alınmaması gerektiğinden bahsetmiyorum. Gerçekler görülmeli ve kimyasal ilaçlar, haşereler ile birlikte insanlara ve diğer canlı varlıklara zarar vermemelidir.” (Carson, 1962: 9) sözüyle de aslında ne anlatmak istediğini açıkça belirtmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma olgusu, yalnızca çevre ve çevrenin korunmasıyla sınırlandırılabilir bir olgu değil bunun ötesinde çok kapsamlı ve farklı bir bakış açısına sahip bir olgudur. Bu kavram gelecek kuşakları ve uzun soluklu kalkınmayı esas almaktadır. İnsanların yaşam kalitesini artırılmasının yanı sıra nesiller arası refahın ve adaletin sosyal beşeri ve etik kısımlarını da kapsamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma olgusu gelecek nesillerin hayat standartlarını arttırmaya çalışırken hayati gereksinimlerinin de göz ardı edilmemesi ve önemsenmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu tanıma dayanarak sürdürülebilir kalkınma yalnızca çevrenin korunması ve çevre sorunları ile sınırlı bir kavram değildir. Türlü politikalar ve anlaşmalar sonucu varılan nokta şudur; sürdürülebilir kalkınma temel olarak gerek insan ve gerekse çevrenin yaşanabilirliği, yaşam kalitesi, entegrasyon, adalet, sorumluluk, katılım ve yetkilendirme, sosyal ve ayrıca ekonomik faaliyetlerin maliyetlerinin ortak paylaşımı işbirliği ve duyarlılık gibi uzun soluklu süreç ve stratejilerin oluşturulmasıdır. Sürdürülebilir kalkınma anlayışı, gerek bugünün insanlarını ve gerekse de gelecek nesillerin ihtiyaçlarını optimum düzeyde sağlamaya çalışmaktır (BATI, 2013;11).

Çevre, ekonomik ve sosyal refahın bozulduğu ve sorunların sınır tanımazlığı, bu sorunların farkına varılması ve çözüm bulunması adına bir işbirliği ve ortak çözüm arayışını gerekli kılmıştır. İçinde bulunduğumuz yüzyılın çevre gündemini yeterince meşgul eden bu sorunlar 1980 yılından itibaren uluslararası hareketliliğe yol açmış ve bu faaliyetlerin sonucunda uluslararası çevre anlaşmaları ortaya çıkmış ve bunların sayısı giderek artmıştır (BAYKAL, 2008:5).

### **1.1.1. Stockholm Konferansı**

1960'lı yıllarla birlikte kalkınma olgusunun çevreye verdiği zarar önüne geçilemez safhalara ulaştığı görülmeye başlanmıştır. Bundan birkaç yıl sonra yani 1962 yılında Rachel Carson “Silent Spring” Türkçe anlamıyla “Sessiz Bahar” adında bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma böcek ilaçlarının sadece böceklerin üzerinde değil diğer tüm canlı varlıkların üzerinde de ölümcül etkilerine var olduğunu kanıtlayarak bu yönde dikkat çekmeye

çalışmıştır (Ertekin, 2011:25). Ne yazık ki, kendisi de göğüs kanserinden vefat etmiştir. Bu çalışma çevre sorunlarıyla ilgili epey dikkat çekmiş ve uluslar bu sorunla baş edebilmek adına bir araya gelmişlerdir.

Kuşat (2013)'e göre; Sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik sürdürülebilirlikle elde edilebileceğinin anlaşılması sonucu uluslararası boyutta ses getiren bazı rapor ve bildireler yapılması gerektiği dile getirilmiştir. Bu bağlamda 1972'de birleşmiş milletler insan çevresi konferansı (UNCHE) düzenlenmiş ve "Stockholm Bildirgesi" ilan edilmiştir. Belki de çevre konusunda ilk küresel çalışma bu konferansla olmuştur. Kalkınma yoğunluklu ve çevreyle mutabakatlı bir kalkınma sürecinin oluşması hususunda oluştuğunu ifade etmektedirler. (Meister ve Japp, 1998: 399).

Çevresel sorunların ilk defa uluslararası boyut kazandığı bu konferans, 113 ülkenin katılımıyla gerçekleşmiştir. Konferanstaki ana tema kuzey Avrupa'daki asit yağmurları sorunu ve mevcut bölgesel kirliliğin önlenmesiydi. Ayrıca konferansta çevre gelişimi ve korunması gibi insanlara yol gösterici müşterek ilke ve bakış açısı gereksinimi dile getirilmiştir. Konferansın asıl çıkış noktası olan Stockholm Bildirgesi, ekolojik anlamda ilk ciddi doküman olarak kabul edilmiştir. bildirinin ilk maddesinde "insanın; eşitlik, hürriyet ve ayrıca uygun yaşam şartlarını temin eden onurlu ve rafah bir ortamda yaşamak en doğal hakkıdır" denmektedir (UNEP, 2009:15). Deklarasyonda tabii hayatın muhafaza edilmesi, sürdürülebilir enerji kaynaklarının muhafazası, sürdürülemeyen kaynakların yok olma ihtimaline karşı tedbirler alma, toksik maddelerin boşaltımı, doğaya zarar verecek ısıların kontrol altına alınması, kalkınma ile çevrenin korunması arasındaki karışıklığın ortadan kaldırılması, nükleer silahlara karşı ekolojik dengenin korunması gibi konular özellikle ele alınmıştır. Deklarasyon ayrıca Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve pek çok ulusal çevre müdafaa biriminin oluşmasına öncülük etmiştir. Bu bağlamda 5 Haziranın dünya çevre koruma günü olarak alınması kararına bağlanmıştır. Deklarasyonda benimsenen çevre ve kalkınma stratejisinin temel kapsamı hayati ihtiyaçlar baz alınarak doğal kaynakları tümüyle tüketmeyen ve nesiller boyu kalkınmayı mümkün kılan çevreyle uyum içerisinde bir kalkınmayı oluşturmaktır (Sefer, 2010: 15).

### **1.1.2. Brundtland (Ortak Geleceğimiz) Raporu**

Sürdürülebilirlik olgusunun ivme kazanması, 1983 yılında dönemin Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri teklifi ve isteği üzerine WCED önderliğinde hazırlanmış ve 1987 yılında onaylanmıştır. Çevre ve kalkınma arasındaki münasebeti hakkında farkındalık yaratması hiç şüphesiz Brundtland Raporuyla olmuştur (TÜBİTAK, 2009). Özellikle çevre sorunlarının küresel boyut kazandığı 1980'li yıllarda çevre-ekonomi ilişkisinin ivme

kazanması sürdürülebilir kalkınma olgusunun sık sık gündeme gelmesini sağlamıştır. Bu rapor özellikle, çevre, nüfus, iktisadi konuları büyük bir titizlikle ele almıştır. Çünkü bu sorunlar gelecek nesillere daha yaşanılabilir bir ortam sağlamada sıkıntı yaşanacağını öne sürmüştür. Bugünkü kuşağın bunu sağlamak adına büyük sorumluluklarının olduğuna dikkat çekmiştir (Şen vd, 2018: 15).

Sürdürülebilir kalkınma olgusuna ilişkin, Brundtland Raporunda şu önemli tespitler dikkat çekmiştir.

*“Bugünkü gereksinimlerimiz, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılamalarına zemin hazırlayacak, şekilde karşılanmalıdır. Diğer bir ifadeyle, bugün sağlanan yaşam standardı iktisadi açıdan gelecek nesilleri herhangi bir sıkıntıya sokmamalıdır. Ancak bugünkü yaşam biçimi ve iktisadi anlayış devam eder ve tabii kaynaklar yok olursa, işte o zaman gelecekteki yaşam standartlarının kaynakları da yok olmuş olacaktır”*(WCED, 1987: 43).

Sürdürülebilir kalkınma olgusunun bu raporda ortaya konan uzgörü esasında iktisadi büyüme gereksinimini gözetken ve ayrıca ekonomik büyümeyi arttırmayı destekleyen politikalara yönelik bir dikkat çekme eylemidir. Kavramın bir diğer önemli yönü ise, yaşanabilirliğin artırılması ve ekonomik faaliyetlerin değişiminden kolay etkilenen toplumların tehlikeye atılmamasıdır. Olgu iktisadi kalkınmaya değişik bir ivme kazandırmakta ve büyüme kalitesini en azından miktar kadar mühim kılmaktadır (Soussan, 1992:25).

### **1.1.3. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio de Janeiro, 1992)**

BM çevre koruma konferansı 1992 yılında Rio de Janeiro kentinde düzenlenmiştir. Konferansta yeni ve kıtaların ötesinde bir iştirakin kurulması için ulusların, hükümetlerin, sektör ve sivil toplum kuruluşlarının çevre ve kalkınma ilişkisini koruma amacıyla düzenlenmiştir. Deklarasyonda, yeryüzündeki doğal kaynakların dikkatli kullanımı amacıyla ortak çalışmaların uluslararası boyut kazanmasının önemi vurgulanmıştır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülkenin katılımıyla gerçekleşen konferansta, daimi ve dengeli bir kalkınmayı amaçlayan politikalar onaylanmıştır. Bunun sonucu olarak bugünkü ve gelecek nesillere daha sağlıklı ve kaliteli ortamın sağlanması için hükümetlerin sürdürülemeyen üretim ve tüketim faaliyetlerinden kaçınmaları ve hatta ortadan kaldırmak için çalışmalar düzenlemeleri kararına bağlanmıştır (Özmehmet, 2010:7-8). Konferansın diğer mühim sonuçlarından biri de, Gündem 21 eylem planıdır. Bu planla, ekolojik, iktisadi ve toplumsal alanlarda devletlerin ve bununla ilgili kuruluşların gerçekleştirmeleri gereken faaliyetlere yön vermesi amaçlanmaktadır. Gündem 21 Planı kalkınmada sürdürülebilirliğin yarattığı sorunlara

uzun dönemde stratejik bir planın oluşturulması ve tatbiki yoluyla yerel düzeyde iştirakçi ve çok kapsamlı bir süreçtir.

#### **1.1.4. Rio+5 Forumu (New York, 1997)**

1992 yılında gerçekleşen Rio zirvesinde alınan kararlara gereken önem verilmemiş olup bu nedenle daha kati girişimlerde bulunulması gerektiği savunulmuştur. Forum, 1997 yılının Mart ayında BM Çevre Kalkınma Programının katkılarıyla New York'a düzenlenmiştir. Rio+5 forumuna birçok ülkeden sivil toplum kuruluşları, ulusal düzeyde sürdürülebilir gelişme kurulları, yerel yönetimler, özel sektörün temsilcileri, finansal kuruluşlar ve eğitim grup temsilcileri iştirak etmiştir. Forumun amacı sürdürülebilir kalkınmayı sadece gündem olmaktan öte uygulama kısmına geçirmeyi planlamaktır. Bunun için kapsamlı iştirakçi grupları bir araya getirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma amaçlı bu forumda en çok üzerinde durulan konular ulusal ve küresel boyuttaki strateji ve yöntemleri sağlıklı bir şekilde hayata geçirmek en öncelikli hedefleri olduğunu belirtmişlerdir. Buradaki en önemli amaç her ülkenin kendi kültürel, tarihi ve manevi anlamda birikimlerini forumda paylaşması hedeflenmiştir (Bozlağan, 2004:1023).

#### **1.1.5. Kyoto Protokolü**

1992 yılında gerçekleşen ve Birleşmiş Milletlerin İklim Değişikliği ile İlgili Çevre Sözleşmesi onaylandığında hükümetler, söz konusu sözleşmenin gelecekte geliştirilmesi sonucuna varmışlardır. Protokol Japonya'nın Kyoto kentinde 1997 yılının aralık ayında tertip edilmiştir. Deklarasyona birçok ülkeden üst düzey gazeteci, elçi ve gözlemci katılmıştır. Bu toplantı sonucunda, özellikle sanayi bakımından gelişmiş ülkelerin 2008-2012 dönemleri arasında 1990 yılı baz yıl olarak ele alınarak sera gazı salınımını meydana getiren gaz emisyonlarının % 5 daha azaltacakları kararına varılmıştır. Büyük kısmı sanayileşmiş ülkelerden kaynaklanan karbondioksit emisyonunun en azı % 55'ini açıklayan gelişmiş olan ülkelerin de içinde olduğu 55 ülkenin onayıyla 1998 yılının Mart ayında imzaya açılmış ve bunu takip eden 90 günün sonunda yürürlüğe girmesine karar verilmiştir (Uçak, 2010:21).

Kyoto protokolünün en önemli amacı aslında ülkelerin birbirleriyle emisyon ticaretine imkan vermiş olmasıdır. Yani gelişmiş ülkeler geliştirmekte olan ülkelere kirliliğe neden olan sera gazı emisyonunun azaltılmasına yönelik yatırım yapmaya özendirilmiştir. Teknolojisi ileri düzeyde olan gelişmiş ülkelere göre geliştirmekte olan ülkeler sera gazı emisyonunun azaltılmasında problem yaşamaları sebebiyle gelişmiş ülkeler bu konuda atılımlar yapmışlar ve bir yandan da kendi hedeflerini tutturma imkanı bulmuşlardır. Protokolün bir diğer önemli katkısı da küresel düzeyde sera gazı salınımının azaltılmasına katkı sağlanması olmuştur (Çepik, 2015:30).

Emisyon ticareti uygulamasını en disiplinli şekilde uygulayan Avrupa Birliğidir. Birliğe üye olan ülkeler arasında bir tür emisyon piyasası kurulmuştur. Benzer emisyon ticareti 1974 yılından beri Amerika Birleşik Devletleri tarafından “Temiz Hava Sözleşmesi” adı altında uygulanmaktadır. Ancak Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı (ETP), küresel boyutta ve dünyada uygulanan ilk enternasyonal emisyon ticareti olması ve amaçlanan yüksek sera gazı emisyon hacminin gerçekleşmesi bakımından büyük önem arz etmektedir. ETP, petrol rafineleri, enerji üretimi, çimento, demir-çelik, tuğla, kireç, kağıt ve seramik gibi emisyon oranı (CO<sub>2</sub>) yoğun üretim gerçekleştiren(termal girdisi 20 MW/s’i aşan) Avrupa Birliğine üye 27 ülkenin 10.000’i aşan işletmelerini kapsamaktadır. Birlik kapsamında, söz konusu işletmeler neden olunan CO<sub>2</sub> oranının neredeyse yarısı kadarını üretmektedirler (Engin, 2010:34).

Sera gazı emisyonları ciddi boyutlara ulaşan gelişmekte olan ülkeler gelecekte küresel anlamda iklim değişikliğini önlemede önemli rol oynayacaklardır. Bu nedendir ki, ekonomik kalkınma ve uluslararası iklim politikaları arasındaki ilişki son derece önemli bir yere sahiptir. Bilhassa gelişmekte olan ülkelerde çevre politikalar hakkındaki uyumu kolaylaştırmak, derinleştirmek ve ormansızlaşma hızını en aza indirecek girişimler kritik önem taşımaktadır (Joseph, 2010:21).

#### **1.1.6. Sürdürülebilir Gelişme Konferansı (Johannesburg, 2002)**

Johannesburg konferansı, bundan önce düzenlenen Rio konferansının geçmişe yönelik son on yıllık analizini ve geleceğe yönelik kalkınma stratejilerinin saptamak amacıyla 2002 yılında düzenlenmiştir. Bazı farklı kaynaklarda bu zirve Rio+10 olarak ta adlandırılmaktadır. Zirvenin en önemli özelliği, zirveye gerek hazırlık aşamasında gerekse de görüşmeler süresince, ülke toplumunun bütün kesimlerinden katılımcının sağlanmasına öncelik verilmesidir. Bu önceliğin en önemli nedeni, kalkınmayı oluşturan toplumun her kesimini daha önce gerçekleştiren tüm zirvelerde zirvenin dışında tutulması ve ayrıca devlet ve hükümet düzeyinde yapılan toplantılardan gerekli verimin alınamamasıdır. Bu sorun esas alınarak hedef belirleme, strateji geliştirme, karar alma adımlarında önemli bir role sahip olmaları gerektiği saptanmış ve toplumun her kesiminden katılımcıların kendilerine düşen sorumlulukları yerine getirmesi amaçlanmıştır. Johannesburg zirvesi bu amaçtan yola çıkılarak, birçok ulus ve hükümetten katılımcıların yanı sıra, yerel yönetimler, özel sektör temsilcileri, sivil toplum örgütlerinin iştirki ile gerçekleşmiştir. Zirveye katılan devletler, 1992’deki rio konferansından dersler çıkararak bu çalışmayı daha ileri düzeye çıkarmak için birer ulusal rapor hazırlamışlar ve bu raporları zirveye sunmuşlardır (Özmehmet, 2008:11).

Son olarak yoksulluğun yok edilmesi, yenilenebilir enerji kaynakları gibi enerji çeşitliliğinin sağlanmasında küresel düzeyde paylaşımların artması, hesap verilebilirliğin ve kurumsal anlamdaki sosyal mesuliyetin artırılması milletler arası antlaşmaların en verimli bir biçimde yürütülmesi ve Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma stratejilerinin teşkilini sağlamak amacıyla vakit kaybetmeden ilerleme kaybedilmesi ve 2005 yılına kadar mevcut uygulamaların yürütülmeye başlanması kararına varılmıştır (WSSD, 2002)

## **1.2. Sürdürülebilir Kalkınma Politikaları ve Anlaşmalar**

### **1.2.1. Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi**

Ekonomi, sürdürülebilir kalkınma anlamında önemli bir yere sahiptir. Ekonomik sürdürülebilirlik, iktisadi kaynakların veya varlıkların uzun vadede kullanılabilmesi adına gerekli olan önlemlerin alınmasıdır. Ayrıca mevcut kaynakların kullanım maliyetini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. İktisadi açıdan sürdürülebilir bir mekanizma, üretimi, tarımsal faaliyetleri ve endüstriyel üretime zarar vermeyecek ayrıca sektörel bazda ileri düzeyde dengesizliklere yol açmaktan kaçınacak, iç ve dış borçların kontrol altına alacak biçimde olması gerekmektedir. Söz konusu sistem, hükümetlerin iktisadi yapısının yönetilebilir düzeyde olmasını ve üretim mekanizmasının da ekonomik çevreyle uyum içerisinde kalmasını sağlayan bir mekanizmadır (Şen vd., 2018:21).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı esas olarak çevre ve ekonomi arasında bir bağ ve denge kurup, doğal kaynakları bilinçsizce tüketmeyi gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılamalarına fırsat verecek düzeyde kalkınmalarını sağlamaktır (Kaypak, 2011:21). Birleşmiş Milletler Çevre Programının bu doğrultudaki 2009 yılının Mart ayında sunulan raporunda kalkınmanın sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla küresel boyutta oluşturulması gereken düzenin nasıl yapılandırılması gerektiğini ve çevreci bir ekonominin oluşması adına ne tür politikalar oluşturulmasına ilişkin maddeler üzerinde durulmuştur (UNAP, 2009). Üretimin pozitif katkısı çıktı iken atıklar ve zararlı maddeler gibi negatif oluşumları da meydana gelmektedir. İktisadi büyüme, bir ülkenin gelişimini sağlarken diğer bir yandan da temiz teknolojiyle çevrenin korunmasına yönelik harcamaların finansal desteğini de sağlar. Ülkelerin enerji kaynakları kullanımı, enerji yoğunluğu, enerji kaynaklarının yapısı ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliğini etkileyen en önemli faktörlerdir. Buna karşılık, çevreye duyarlı ve doğayı kirleten enerji kullanımı, hükümetlerin belirleyeceği vergiler aracılığıyla minimuma indirilebilir. Çevre üzerinde önemli bir etkiye sahip olan faaliyet için ulaşımdır. Ulaşımda kullanılan karayolu araçların türü ve bu araçlarda kullanılan yakıtların türü iklim değişikliklerine yol açmakta ve doğal yaşam alanlarının

bozulmasına neden olmaktadır. Teknolojinin getirdiği yenilikler sayesinde ulaştırma sektörünün doğaya verdiği zarar büyük ölçüde önlenebilir. Tarımsal alanlarda sağlıksız yapılanmalarda çevreye zarar vermekte ve doğal kaynak çeşitliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu anlamda hükümetlerin çiftçilere çiftçiliğinin toprak alanlarını ve çevreyi bozmadan bilinçli bir şekilde yapılması özendirilmelidir. Bu şekilde biyoçeşitliliğinin yok olmasının da önüne geçilebilir. (Uysal, 2003:2-3).

Sürdürülebilir ekonomi faaliyetlerin amacına ulaşabilmesi için var olması gereken emel unsurlar; ulusal ekonomilerde sürdürülebilir yatırımlara yönelik yeni politika reformları ve enternasyonal eşgüdümü edinmek ve millî girişimlere zemin olacak enternasyonal politika inkılapları şeklinde sıralanabilir (UNEP, 2009:5). Söz konusu politikaların hakşinas ve realist olabilmesi için önceliğinin az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere verilmeli ve ayrıca mali işler, teknoloji, dış ticaret ve kapasite oluşum alanlarına destekler sağlanmalıdır. Sağlanan bu desteklerin önemli bir kısmını sürdürülebilir çevre ekonomisinin zeminini oluşturmak adına harcanması gerekmektedir. Bu alt yapı oluşumundan sonra gelecek nesillere iş imkanları oluşturacaktır. Ekolojik, iktisadi ve istihdam müteveccih getiriler bakımında en mühim sektörler, iktisadi teşvikleri çevreleyen etkin yapılar, alternatif enerji, ulaşımda sürdürülebilirlik, temiz su ve tarım sektörleridir. Sürdürülebilir ekonomi enerji sektöründe hem önemli ölçüde kaynak tasarrufu yapacak hem de istihdama katkı sağlayacaktır (Kaypak, 2011:28).

### **1.2.2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre**

Çevre, insan ve diğer canlı varlıkların hayatlarını idame ettirdikleri ve karşılıklı etkileşim içerisinde oldukları fiziki, sosyal, iktisadi, biyolojik ve kültürel alan olarak adlandırılabilir. Çeşitli nedenlerle insanoğlu yaşadığı çevreyi kirletmektedir. Tarihler boyu insanlar çevreyi çeşitli nedenlerle kirletmiş ve bazı doğal kaynakları yok etmiştir. Bu nedenlerden belki de en önemlisi savaştır. İnsanlar yüzyıllardır çeşitli sebeplerden ötürü savaşlar yapmış ve bilinçli veya bilinçsiz şekilde kirlilik oluşturmuş ve bunu görmezden gelmiştir. Özellikle II. Dünya savaşından sonra düzen allak bullak olmuş ve insanlar iktisadi gelişme, sanayi anlamında büyüme yeniden silahlanma gibi yeni arayışlar içine girmiştir ve ekolojik sorunlar ihmal edilmiştir. devletin sessiz yürüttüğü politikalar neticesinde bu savaşı sonlandıran delegelerde çevreyle ilgili maddelere yer verilmemiştir (Dinç, 2008:3). Sanayileşme ile gelen refah artışı insanların daha yenilikçi bir hayat sürmesine ve taleplerini karşılamalarına imkan vermiştir.

Hızla gelişen sanayileşme, giderek yok olma tehlikesiyle baş etmeye çalışan dünyamızın tabii kaynakları ve bunun da ötesinde giderek artan nüfus gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri çevre konusunda endişeye kapılmalarına neden olmuştur (Kılıç, 2012:12). Ekolojik sorunlar

artık sadece hükümetlerin değil, bu yeryüzünde yaşayan tüm insanlığı ilgilendirecek boyutlara ulaşmıştır. Bu sorunlara ülkeler ulusal boyutta bir çok anlaşma yaparak farkındalık yaratmaya çalışmaktadırlar. Fakat bu politika ve anlaşmalar insanların uygulamaması sonucu havada kalmaktadır. Bu durumun olmaması ve sorunların devam etmemesi için insanların ve özellikle toplumların bilinçlenmesi ve ehemmiyet göstermesi gerekmektedir. Bu bağlamda küresel veya yerel çevre çalışmaları fark etmeksizin her birey üzerine düşeni yapmalı ve deyim yerinde ise kendi kapısının önünü süpürmelidir.

“Çevre” ve “kalkınma” kavramları son dönemde dünyanın ve insanların dikkatini önemli ölçüde çekmektedir. Bu dikkat çekmede sürdürülebilir kalkınma olgusunun büyük katkıları vardır. Ne var ki, iki farklı kavramı artık ayrı ayrı ele almak mümkün olmamaktadır. Çünkü sürdürülebilir kalkınmanın en önemli iki hedefini kapsamaktadır. Bu kavramlar, gelecekte kuşaklara rahat bir şekilde yaşanılabilir bir ortam bırakmak ve ayrıca geleceğin insanları ve diğer canlıların sağlıklı bir şekilde gereksinimlerinin karşılayabilecek imkanları sağlamaktır. Bu kavram çevresel gereksinimlerin prodüksiyonu ve iktisadi büyüme ilişkisi arasındaki dengeyi kurmayı amaçlamaktadır. Çağımızın ihtiyaçlarını giderirken aynı zamanda yaşadığımız ortama zarar vermememizi kapsamaktadır. Bu, gelecek nesillerin kendi üretimlerini kendilerinin yapabilmeleri ve kendi hayati ihtiyaçlarını karşılamada önemli rol oynamaktadır. İşte bunu sağlamada, sürdürülebilir kalkınma olgusu ortaya çıkmaktadır. Kalkınmanın sürdürülebilirliğini negatif yönden etkileyen en önemli faktör, yarını düşünmeden tamamen bugüne odaklanıp, deyim yerindeyse günü kurtarmak için büyümek ve kalkınmaktır. Ancak bu düşünce bir yerde tıkanacak ve hem bu nesli hem de gelecek nesilleri tehlike altına sokacaktır. Kalkınmanın sürdürülebilirliği için kısa vadede değil mümkün olduğunca uzun vadede düşünmek gerekmekte ve bunun için sorumluluklar yerine getirilmelidir. Kalkınma aşamasında üretimsel faktörlerin biyoçeşitliliğe ve ekolojiye verdiği zararlar, bu zararları bertaraf etme veya minimize etmekte bu olgunun amaçlarından ve işlevlerinden sadece biridir. Bu amaç doğrultusunda ülkeler çalışmalar yapmakta, delegeler yayınlamakta, standartlar belirlemekte, denetimsel faaliyetler yürütmekte, kanunlar çıkarıp bunları küresel boyuta taşımak için çaba göstermektedirler. Öyle ki, bazı durumlarda hükümetlere yaptırım dahi uygulanmaktadır. Çevreye verilen zararın büyük veya küçük çaplı olmasının bir önemi yoktur. Bir toplumun çevreye verdiği zarar aslında yalnızca kendi çevresine verilen bir zarar değil aynı zamanda dünyaya verilen bir zarardır. Bunun farkına varılmasında önemli faktör, nüfustaki artış ve bunun getirdiği üretim artışıdır (Çepik, 2015:17).

Kuşat (2013), çalışmasında sürdürülebilirlik kavramını yeşil kavramıyla bağdaştırmış ve



yeşil sürdürülebilirlik demiştir. Aslında sürdürülebilir kalkınma denildiğinde insanların aklına artık ekolojik sürdürülebilirlik yani, yeşil sürdürülebilirlik gelmektedir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı yapısı itibariyle bünyesinde çevre ve kalkınma terimlerini bir bütün olarak alsa da, işin enteresan tarafı bu iki kavram sürekli çatışma durumundadır. Kalkınma oluşumu itibariyle, devamlı kaynak tüketimine ve bu kaynak tüketimi için ekolojinin sunduğu faktörlere gereksinim vardır. Üretimdeki artış, kaynak tüketimini kaynak tüketimi ise daha fazla çevre ve daha çok kirlilik anlamına gelmektedir. Fakat esas mesele çevresel kaynakların tüketimi değil, kaynakların kendini yenileme sürecinde yaşanmaktadır. Çünkü insanlar kendi ihtiyaçlarını gidermeye çalışırken yani çevreyi tüketirken kısa vadeli düşünmekte ve mekanizmayı tahrip etmektedir. Çevre, bu tahribatı önlemeye ve insanlara bunu ifade edemediği için bunu cevap olarak kullanmaktadır. Asıl sorun üretim faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların ekosistem kısmından kabullenilmemesinden kaynaklanmaktadır. Bunun getirdiği sonuç ise maalesef çevre kirliliğidir.

### **1.2.3. Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji**

Kalkınmada sürdürülebilirliğin amaçlarına ulaşmada beki de en faktör olarak görülen kaynak enerjidir. Enerji, var olan insan ihtiyaçlarını gidermede en önemli role sahiptir. İnsanlar yıllarca enerji kaynaklarına ulaşabilmek, kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve gelecek için endişeye kapılmamak adına direnç göstermiş ve türlü savaşlara girmişlerdir. İnsanları bu duruma iten enerji ülkeler için sürekli önemli bir yere sahip olmuştur.

Enerji, insanoğlunun temel ihtiyaçlarının ön koşulu kabul edilir. Ekonomik anlamda da kalkınmanın temel şartıdır. Bunun sonucu olarak ve ekolojik sorunların esas sebebi olması dolayısıyla da sürdürülebilir kalkınma ile arasında güçlü bir bağ vardır. Enerji sağlamanın kaliteli, güvenilir, ekonomik, temiz ve en önemlisi sürdürülebilir olması hükümetlerin en önemli kalkınmışlık ve gelişmişlik düzeyini belirlemektedir. Enerji hangi ülkedeysse o güçlü ve söz sahibidir. Ve sürdürülebilir kalkınmanın temel yapı taşıdır. Bu sebeptendir ki, ülkeler sürekli enerjiyi kafi düzeyde ekonomik, devamlı, çevreye dost ve güvenli bir biçimde sağlama peşindedirler (Atılğan, 2000: 43)

Sürdürülebilir enerji, alternatif enerji kaynaklarından kaynaklanan enerji üretiminin çevreye duyarlı, temiz teknoloji ve maksimum verimle uygulamaması, sürdürülemez yani fosil yakıtların ise çevre dostu güncel teknolojilerle yapılandırılması, ikincil kaynakların yerine mümkün olduğunca sürdürülebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesini, bir formülasyonla atıp şekilde ortaya çıkan enerji, diğer bir formülasyonda üretim girdisi olarak kullanılmasını sağlayan ve tüm bunların sonucunda iktisadi büyümeyi amaçlayan kavramdır (Selici vd., 2005: 3).

Sürdürülebilirlik ve enerjide gerekli inovasyonların sağlanması, temiz enerji kaynaklarını güvenilir bir şekilde uygun fiyatlara alınması ve bu bağlamda ekolojik dengenin korunması önemlidir. Bu sosyal ve iktisadi açıdan temeddünün sürdürülebilir bir faktördür. Yoksulluğun giderilmesi, kalkınma ve refahın sağlanması adına enerji hayati önem taşımaktadır. Fakat bu enerji kaynaklarına kolay bir şekilde ulaşmak her ülke açısından kolay olmamaktadır. Bunun sonucu olarak çevresel anlamda bozulmalar, iklim koşullarında değişimler meydana gelmekte, tarım sanayi gibi üretim faaliyetlerinden kaynaklanan hasarlar meydana gelmektedir. Gelişmenin sürdürülebilirliği için, enerjinin daha kolay ulaşılabilir ve temiz olması gerekmektedir ( Song, 2006: 3)

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla da bağlantılı olan enerji, bu çerçevede belirlenmiş destinasyona ulaşmak adına önemli bir etkidir. İkincil enerji kaynakları imalat, ulaşım ve ısınma gibi hayatın daha birçok safhasında mevcut gereksinimleri karşılamak adına gerçekleştirilen, bu kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan çevre sorunlarının, iktisadi ve sosyal anlamda birçok sıkıntının temelindedir. Kullanımı sonucu birçok zorluk ve sıkıntılarla karşılaşmaktadır. Bunlar, çevre, iklim, üretim atıkları, küresel ısınma ve enerjinin kolayca temin edilememesi olmak üzere sıralanabilir. Bunların sonucunda, dışa bağımlılık, istihdam, fosil yakıtların fiyatlarındaki artışlar ve bu gibi birçok sorunla karşılaşmaktadır. Buna karşılık, var olan sorunların tekrar yaşanmaması veya azaltılması adına hükümetler, kullanımı sonucu doğaya zarar vermeyen alternatif enerji kaynaklarına yönelmelidirler (Yıldırım ve Nuri, 2018: 131-132).

#### **1.2.4. Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji**

Fosil yakıtların kullanıldığı, inovasyon ve gelişen teknoloji itibarıyla doğal kaynaklarda azalma çevresel alanlarda kirlenmeler meydana gelmektedir. Bu son yüzyılda daha da hissedilir olmaya başladı ve tehlikeli boyutlara ulaştı. Kalkınmada sürdürülebilirliğin sağlanması adına atılacak en önemli adımlardan olan bu sorunları önlemek çeşitli faktörlerle mümkündür. Bu faktörlerin başında ise alternatif enerji kaynakları gelmektedir. Geçmiş yüzyıllarda temiz, ekonomik, güvenilir, yerli ve doğayla barışık enerjiye ulaşmak ülkeler için büyük sorunlar teşkil ediyordu. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artmasıyla artık ülkeler kendi enerjilerini üretebilir ve bu kaynaklara zahmetsizce ulaşabilir duruma gelmiştir. Dünya genelinde bu kaynakların kullanımına ilişkin birçok teknoloji, politika ve teşvikler geliştirilmeye önemiyet verilmeye başlanmıştır. Enerji açıkları ve teknolojik gelişmeler sonucu tüm ülkeler bünyelerinde hazırda bulunan yenilenebilir enerji potansiyeline yönelmektedirler. Artık bu bir alternatif değil, zorunluluktur. Farklı ülkelerden ithal edilen enerji kaynakları ülkelerin ekonomik refahını düşürmekte ve ekonomik açıklara yol açmakta

ve gereksiz borçlanmalara neden olmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın mümkün olması için, iktisadi büyüme ve nüfus artışı gibi nedenlerle üretim ve ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesi için karşılanamayan enerji ihtiyacını gidermek amacıyla sürdürülebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkeler için hayati önem taşıyan enerji arzı güvenliği, sürdürülebilirliğin en önemli adımlarındadır. Ayrıca bu unsur, uluslararası strateji ve anlaşmalar anlamında gündemi fazlasıyla meşgul etmektedir. Bunun sonucunda, ekolojik sorunların azaltılması ve küresel ısınmanın önlenmesi amacıyla kullanılan enerji kaynakları tekrar gözden geçirilmeli ve yenilenebilir çözümler getirilmelidir.

Son olarak, fosil yakıtların tüketimi sonucu yeryüzünde biyolojik kaynakların tüketilmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, ormansızlaşma, buzulların erimesi, iklimlerin değişmesi gibi birçok sorunla karşılaşmıştır. Bunun önlenmesi ve tekrarının sağlanmaması için alternatif bir enerji kaynağı olan yenilenebilir kaynaklara olan talep arttırılmalıdır (Seydioğulları, 2013: 24-25).

## İKİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ KAVRAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

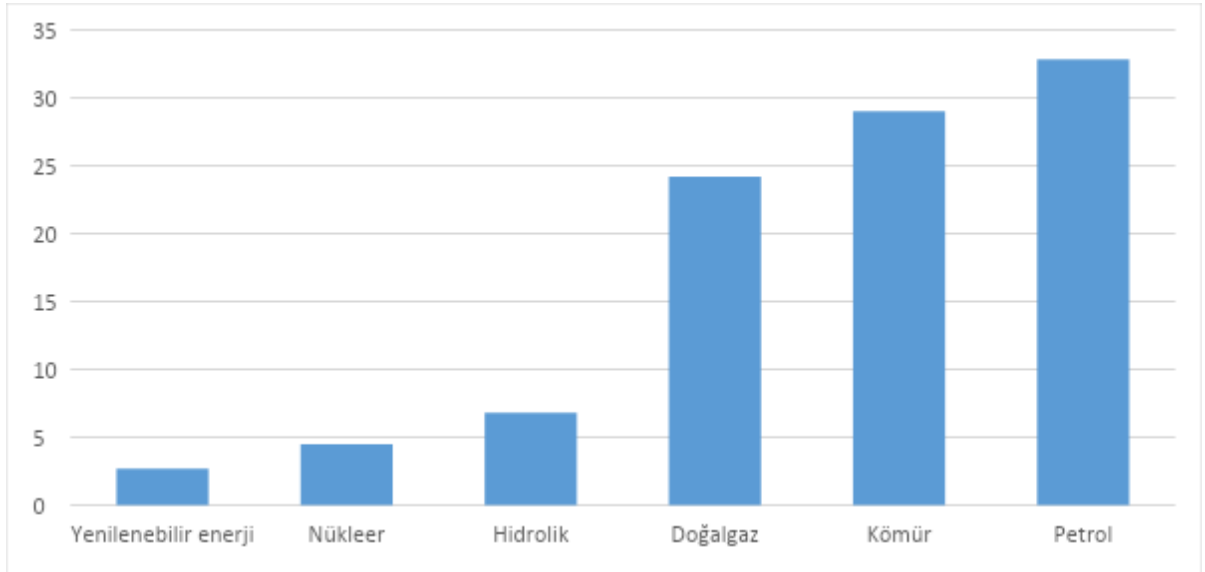
#### 2.1. Enerji Kavramı

#### 2.2. Enerji Kaynakları

Enerji çeşitleri yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları kullanıldıkları anda tükenen ve yerine konulamayan kaynaklardır. Fosil kaynaklar ve nükleer enerjinin yenilenemez kaynaklara örnek verilebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise kullanıldıkları anda yerine aynı kaynağın aynı veya daha az oranda yerine gelebilen enerji kaynaklardır. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji ve biyokütle enerji yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek gösterilebilir (Fanchi ve Fanchi, 2005:2).

Şekil 1’de Dünyadaki birincil enerji kullanımı görülmektedir. Genel görünümüne bakıldığında fosil yakıtların ne kadar fazla tercih edilen kaynaklar olduğu açıkça görülmektedir. Öte yandan eski bir yenilenebilir enerji kaynağı olan hidrolik enerji yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji kaynağına göre daha fazla tercih edilmektedir. Hidrolik ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları toplamı % 9,5 oranında tercih edilmektedir. Ve bu oran diğer enerji kaynaklarına göre çok düşük seviyelerde kalmaktadır. Fosil yakıtlara olan eğilimi azaltmak adına yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttıracak atılımlar yapılmalı ve bu kaynakların daha çok tercih edilmesi sağlanmalıdır.

**Şekil 1.** Dünyada Birincil Enerji Kullanımı



**Kaynak:** BP Statistical Review of World

## **2.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları**

Fosil yakıtlarda denilen yenilenemez enerji kaynakları, sanayinin gelişmesi ve endüstriyel çağa geçişin asıl kaynağı olmuştur. Fosil yakıtları oluşturan petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji kaynakları içerisinde hidrokarbon içermektedir. Doğada kıt olması, yakın zamanda tükenecek olması ve çevreye bıraktığı zehirli gazlar nedeniyle artık dünya için bir tehlike oluşturmaktadır. Doğalgazın yaklaşık 63 ile 119, petrolün 46 ile 50, kömürün ise 119 ile 179 yıl kadar sonra tükeneceği ön görülmektedir. Bu tükenmenin esas kaynağı nüfusun artışı olarak görülmekle birlikte, kaynakların bilinçsizce tüketilmesi de en önemli nedenler arasındadır. Bu nedenle alternatif kaynak olarak kabul edilen yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmaktadır. Yapılan tahminlere göre, fosil enerji kaynaklarına olan rağbet 2040 yılına kadar kısmen azalacak fakat yine de bu kaynaklar enerji görünümünün büyük bölümüne hakim olacağı düşünülmektedir. Fosil yakıtların içinde nükleer enerji kaynaklarının payı artacağı ve 2040 yılına kadar % 16,1 olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bunun yanında dünya enerji talebinin yıllık ortalama % 2,3 gerçekleşerek 2040 yılına kadar % 80 oranında artacağı ön görülmektedir. Fosil yakıtlar içerisinde en büyük büyüme oranına haiz enerji kaynağı % 1,5 yıllık ortalama ile doğal gaz olmaktadır. Bu kaynağı sırasıyla %0,4 ve %0,2 artış oranı ile petrol ve kömür takip etmektedir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 22.08.2018).

### **2.2.1.1. Petrol**

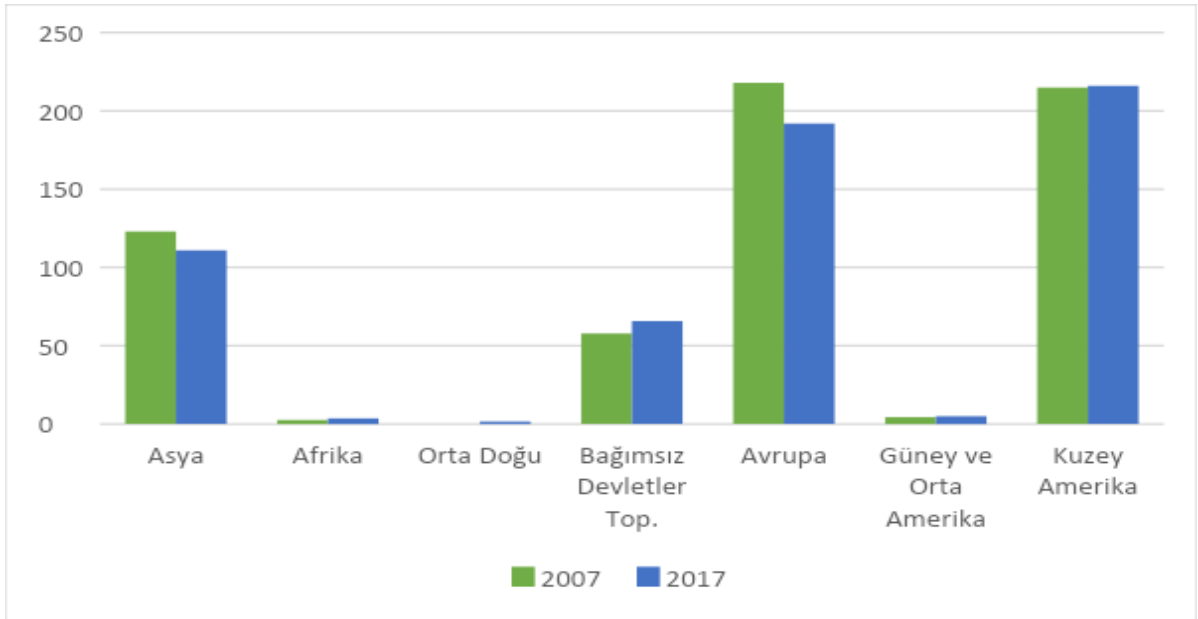
İçeriği karbon, hidrojenden ve az miktarda oksijen, kükürt ve nitrojenden oluşan bir maddedir. Koyu renklidir. Yapışkan yapıdadır ve yanıcı özelliğe sahiptir. Katı ve sıvı halde olabilmektedir. Petrolün gaz halinde olanına doğal gaz denilmektedir. Petrol kelimesi Latince'den gelmekte ve petraoleum denilmektedir. 'Petra' taş anlamına 'oleum' ise yağ anlamına gelmektedir. Dünyanın birçok yerinde bulunmuş veya hala bulunamayan birçok petrol rezervi bulunmaktadır. İlk modern anlamdaki petrol kuyusu 1859 yılında Albay Drahe tarafından ABD'de açılmıştır. Bu hareket petrol sanayinin ilk modern örneğidir. Bununla eşgüdümlü olarak bazı Amerika ülkeleri, Rusya, Romanya ve birçok ülke petrol sahaları açmaya başlamıştır. Bu çalışmalar sonucu petrol, ülkelerin ekonomileri açısından önemli rol oynamaya başlamıştır (Kaya ve Ercan, 2002: 102).

Dünya petrol rezervi, 2017 yılında gerçekleşen aşırı tüketime rağmen yeni keşifler sayesinde önceki döneme göre artmıştır. İEA 2018 verilerine göre dünyada mevcut petrol rezervi, 1.726,7 milyar varil olarak belirlenmiştir. Petrol kaynakları bakımından ABD, Suudi Arabistan ve Rusya ilk üçte yer almakta ve dünya rezervlerin % 38,4'üne sahiptirler. Orta

Doğu ülkeleri petrol rezervi % 47,01 oran ve 811.991 milyar varil ile en fazla paya sahiptir. Güney ve orta Amerika % 18,81 oran ve 324.822 milyar varil ile Orta Doğu ülkelerini takip etmektedir.

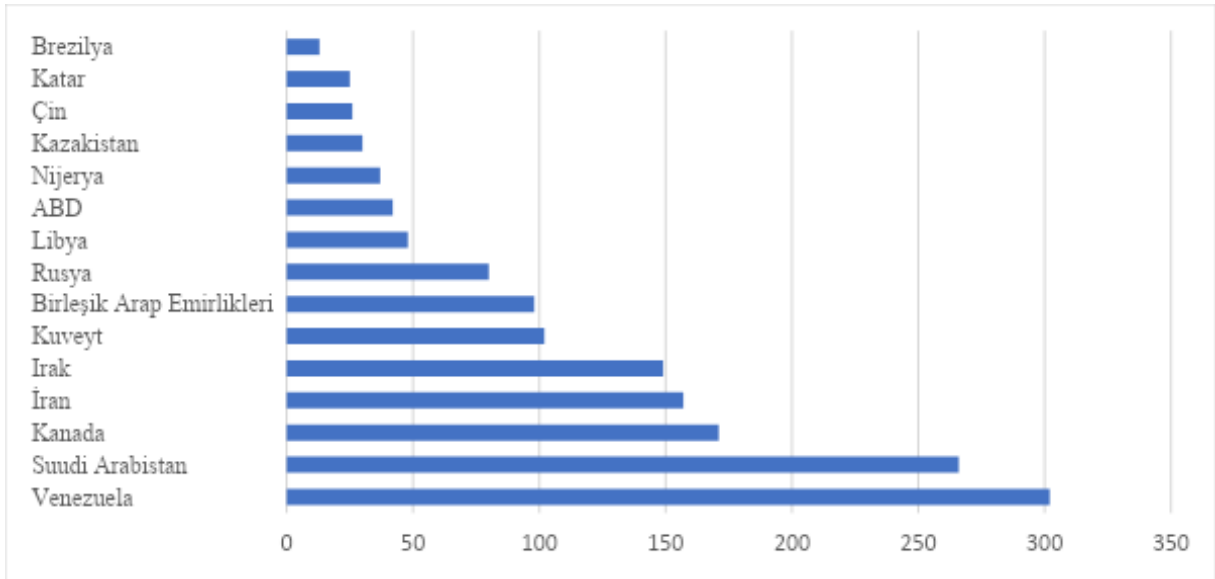
2007 ile 2017 yıllarındaki Coğrafi açıdan petrol tüketimi Şekil 2’de karşılaştırılmıştır. Petrol tüketimi en fazla olan bölgeler birbirlerine çok yakın miktarlarla Avrupa ve Kuzey Amerika’dır. En düşük petrol tüketimini ise Ortadoğu gerçekleştirmiştir. Onu, Afrika ve Güney ve Orta Amerika takip etmektedir. Kuzey Amerika’daki petrol tüketimi 2007 ve 2017 yılları arasında neredeyse hiç değişmemiş ve yüksek seviyelerde tüketim devam etmiştir. Avrupa 2007 yılında daha fazla petrol tüketimi yaparken 2017 yılına gelindiğinde bu miktar düşmüştür. Buradaki en önemli etken nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi geçen son on yılda daha da arttırmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Asya ülkelerinde de 2017 yılında 2007 yılına oranla bir düşüş gözlemlenmektedir.

**Şekil 2.** Coğrafi Açıdan Petrol Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer)



**Kaynak:** BP Statistical Review

**Şekil 3.** Dünya Petrol Rezervi (2018, milyar varil)



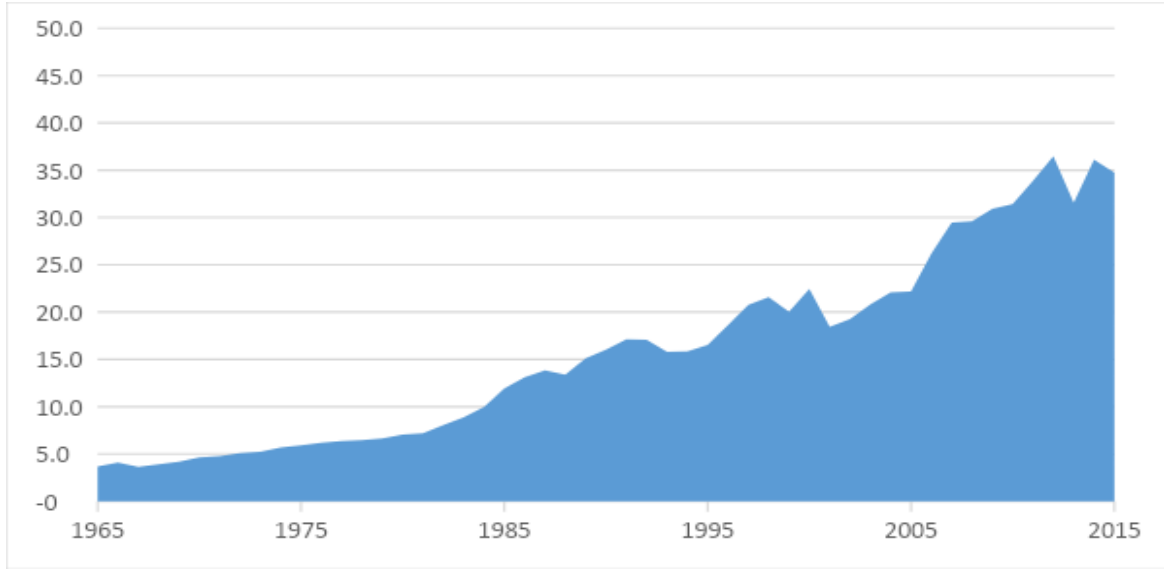
**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 3’de 2018 yılı dünya petrol rezervi görülmektedir. Venezüella en fazla petrol rezervine sahipken en düşük petrol rezervine sahip ülke Brezilya’dır. Suudi Arabistan ikinci petrol rezervi zengini ülke konumundadır. Onu, Kanada takip etmektedir. Şekilde görüldüğü üzere petrol rezervlerinin büyük çoğunluğu Ortadoğu ülkelerinin bünyesinde bulunmaktadır. Kuveyt, Irak ve İran’ın rezervleri miktar açısından birbirine çok yakındır.

Ülkemizin çevre coğrafyasında % 70’den fazla doğalgaz ve petrol rezervleri mevcuttur. Bulunduğu jeopolitik mevki nedeniyle dünyadaki petrol rezervinin dörtte üçüne sahip ülkelere komşudur. Türkiye toplam 342 milyar varil petrol rezervine sahiptir. Bu miktar dünya petrol rezervinin 0,02’lik kısmıdır.

Şekil 4’de Türkiye’nin 1965-2017 yılları arasındaki petrol tüketimi görülmektedir. 1965 yılından bu yana petrol tüketiminde ciddi bir artış gözlemlenmektedir. 1965 yılında 5 milyon ton yağ eşdeğer iken 2017 yılına gelindiğinde bu miktar neredeyse 7 kat artarak yaklaşık 45 milyon ton yağ eşdeğere ulaşmıştır. 1983 yılına kadar düşük seviyelerde artış gösteren petrol tüketimi bu yıldan sonra büyük miktarda artış göstermiştir. 2000 yılına kadar bu artış devam ederken bu yıldan sonra önemli miktarda düşüş göstermiştir. 2013 yılında bir kırılma daha yaşayıp düşmüş olmasına rağmen, 2001 yılından sonra sürekli ve hızlı yükselişine devam etmiştir. Ayrıca Türkiye’nin 2017 yılındaki petrol ithalatı 25,8 milyon ton ve bunun yanı sıra ham petrol ithalatı ise 16,8 milyon tondur. Buna karşılık petrol ihracatı ise, 10,1 milyon tondur (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 22.08.2018).

**Şekil 4.** Türkiye'nin Petrol Tüketimi (1965-2017, Milyon ton yağ eşdeğeri)



**Kaynak:** BP Statistical Review

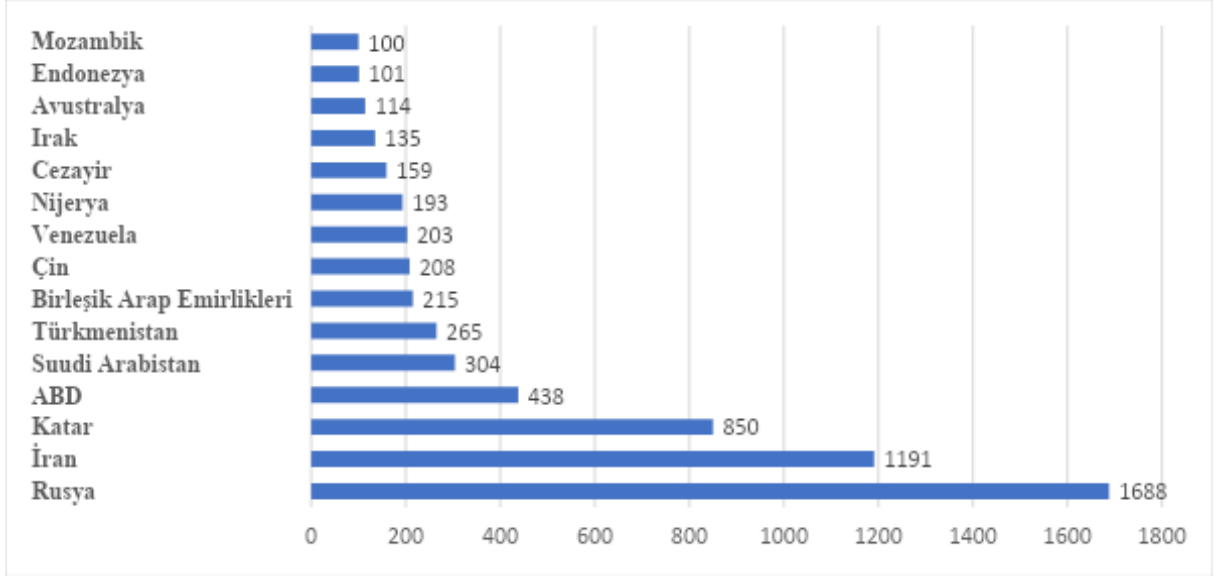
#### 2.2.1.2. Doğalgaz

Doğalgaz, bir çeşit petrol türevi maddedir. Asıl maddesi metan ve etandır ve çeşitli hidrokarbonlardan meydana gelir. Gibi maddelerden meydana gelir. Renksiz, havadan daha hafif, kokusuz ve yanıcı özelliklere sahiptir. Genellikle petrol bulunan bölgelerde ve gaz rezervuarlarında görülür. Doğalgazın kullanımı için herhangi bir işleme gerek duyulmaz. Boru hatları veya sıvı hale getirilerek tankerlerle taşınarak kullanılabilir.

Dünya toplam doğal gaz rezervleri, ETKB 2015 yılı sonu verilerine göre 186,9 trilyon ton olarak tespit edilmiştir. Mevcut rezervlerin % 42,8'lik oranı Orta Doğu ülkelerine ait olup İran ve Katar coğrafyanın önemli rezerv sahipleridir. İkinci sırada % 30,4 oranla Avrupa ve Avrasya bölgesi, % 28,1 ile de Kuzey Amerika yer almaktadır. IEA 2017 verilerine göre, doğal gaz üretimi 2016 yılına kıyasla % 3,6 oranında bir artış göstererek, 3.768 milyar metreküp olarak gerçekleşmiştir. Artışlar genel olarak 2009 yılında meydana gelen kriz dolayısıyla % 2,6 olarak gerçekleşmekteydi. Şekil 5'te görüldüğü üzere 2018 yılında dünyada en fazla doğalgaz rezerv miktarına sahip ülke 1.688 trilyon m<sup>3</sup> ile Rusya'dır. İran 1.191 trilyon m<sup>3</sup> ile ikinci sırada ve 850 trilyon m<sup>3</sup> ile Katar üçüncü sıradadır. Onu, ABD, Suudi Arabistan ve Türkmenistan takip etmektedir. En düşük doğal gaz rezerv miktarına sahip ülke 100 trilyon m<sup>3</sup> ile Mozambik olmuştur.

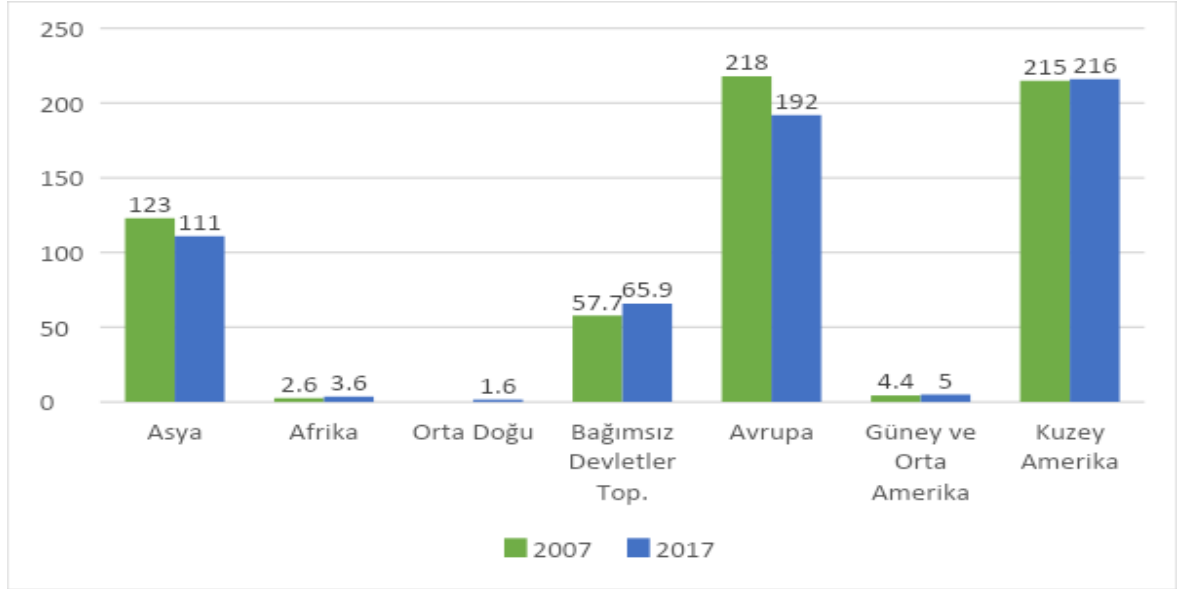


Şekil 5. Dünyadaki Doğalgaz Rezervi (2018, trilyon m<sup>3</sup>)



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

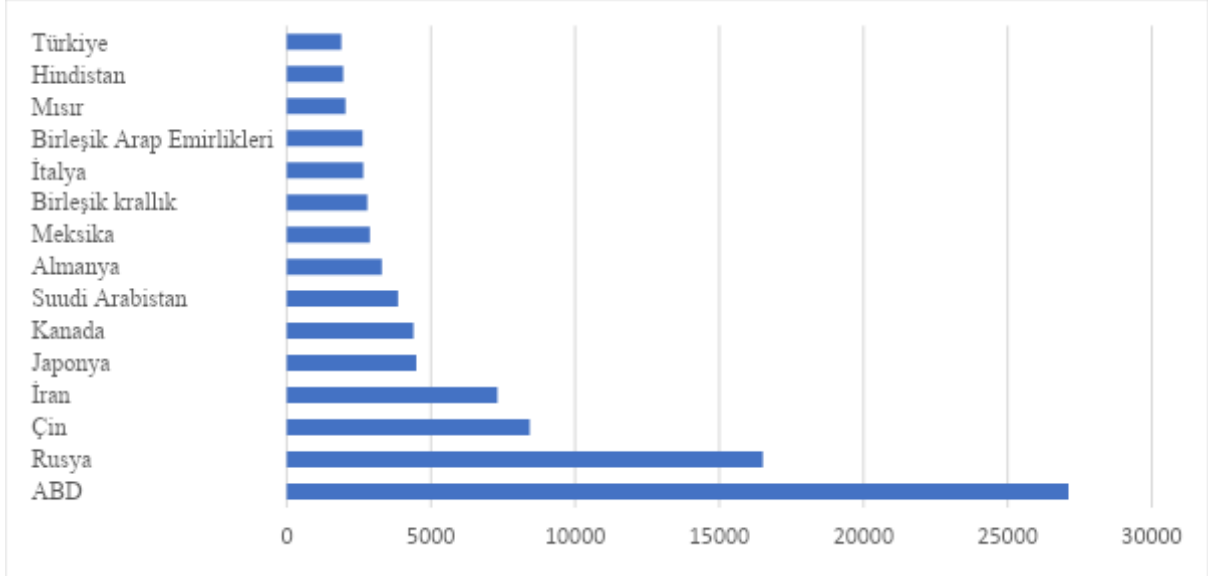
Şekil 6. Coğrafi Açıdan Doğalgaz Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer)



**Kaynak:** BP Statistical Review

2007-2017 yıllarında dünyadaki toplam doğalgaz tüketimi Şekil 6'de görülmektedir. 2007 yılında en fazla doğalgaz tüketimini gerçekleştirerek ilk sırada yer alan bölge Avrupa bölgesi iken 2017 yılında küçük bir farkla Kuzey Amerika birinci sıraya yerleşmiştir. 2017 yılında Avrupa'daki doğal tüketim miktarındaki azalmanın birçok nedeni vardır. Asya bölgesi en fazla doğalgaz tüketiminde üçüncü bölge konumunda olmasına karşın 2017 yılında 2007 yılına göre tüketimini azaltmıştır. En düşük doğalgaz tüketimine sahip bölge Ortadoğu bölgesidir. Onu Afrika ve Güney ve Orta Amerika takip etmektedir.

**Şekil 7.** Dünya Doğalgaz Tüketimi (2017, milyar m<sup>3</sup>)



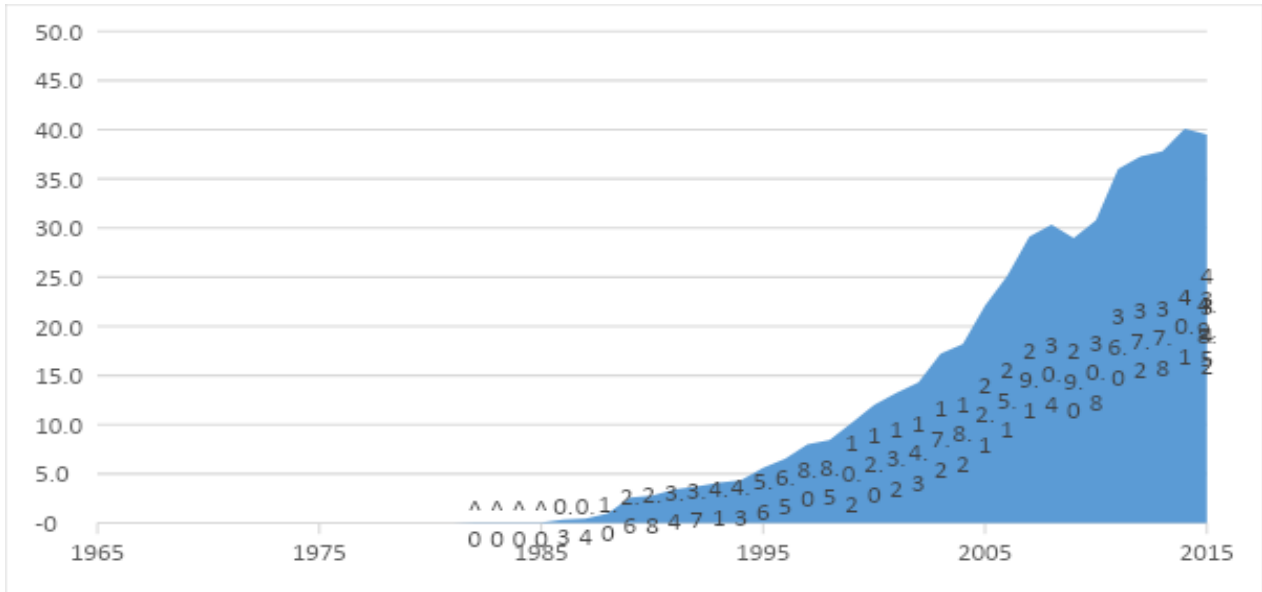
**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

Şekil 7’de 2017 yılındaki dünyada doğalgaz tüketimi görülmektedir. Bu bilgiler ışığında en çok doğalgaz tüketimini gerçekleştiren ülke büyük bir farkla ABD olmuştur. ABD’nin tüketimi yaklaşık 27.000 milyar m<sup>3</sup>’tür. Yaklaşık 17.000 milyar m<sup>3</sup> ile Rusya ikinci sıradadır ve onu Çin, İran, Japonya, Kanada, Suudi Arabistan takip etmektedir. Japonya ve Kanada’nın tüketimleri neredeyse aynıdır. En düşük doğalgaz tüketimi yapan ülke ise 1.893 m<sup>3</sup> ile Türkiye’dir.

Türkiye’nin doğalgazla tanışması 1986 yılıyla birlikte olmuştur. Doğalgaz ilk olarak ısınma amacıyla kullanılmış, 2000’li yılların başlamasıyla birlikte elektrik, sanayi, ulaşım gibi birçok sektörde yaygınlaşmaya başlanmıştır ([www.enerjiekonomisi.com](http://www.enerjiekonomisi.com)).

Ülkemizin doğalgaz rezervi 2015 yılsonu verilerine göre 19,0 milyar m<sup>3</sup>’tür ve dünya rezervleri içerisinde 0,01 paya sahiptir. Türkiye’de 2016 yılı itibariyle toplam 275 adet doğalgaz santrali mevcuttur. Bu santrallerin mevcut kurulu gücü 22.162,93 Mw’dır ve toplamda 88.522.088,797 kw/s elektrik üretilmiştir. 2017 yılsonu verilerine göre Türkiye’deki toplam doğalgaz üretimi 381,6 milyon m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Buna karşılık doğalgaz tüketimimiz ise 53,5 milyar m<sup>3</sup>’tür. Buna göre doğalgaz tüketimi 2016 yılında, 2002 yılına oranla büyük oranda artarak 2,7 katına çıktığı görülmüştür. Bu oran üretimimizin tüketimimizi karşılayamadığını göstermekte ve doğalgaz tüketimine karşı yeni önlemler alınması gerektiğine işaret etmektedir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 22.08.2018).

**Şekil 8.** Türkiye'nin Doğalgaz Tüketimi (1965-2017, milyon ton)



**Kaynak:** BP Statistical Review

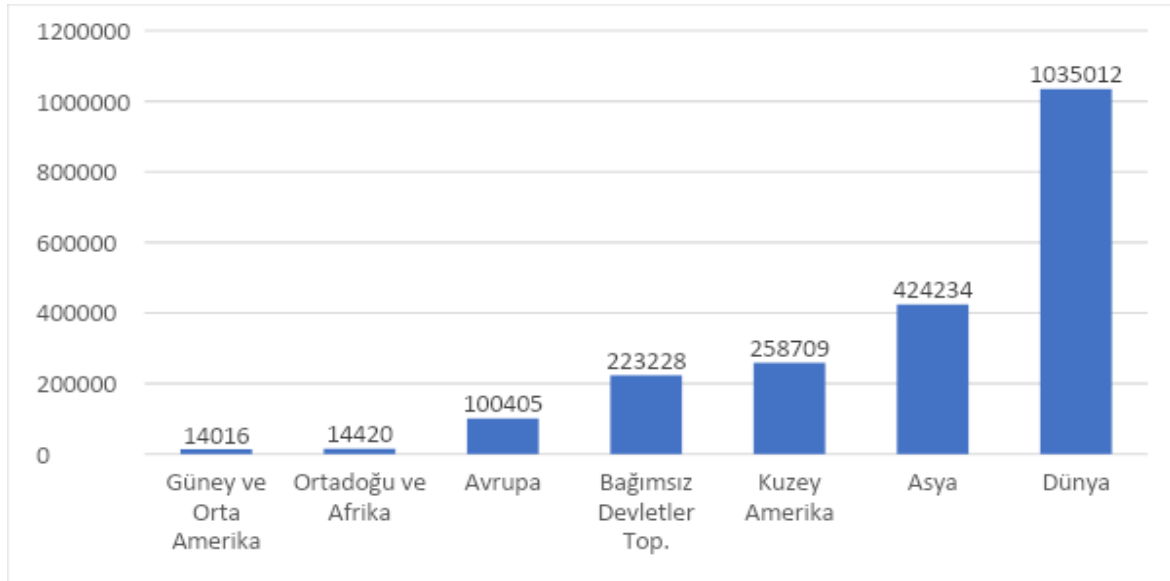
Şekil 8'de Türkiye'nin 1965-2017 yılları arasındaki doğalgaz tüketimi görülmektedir. Türkiye 1985 yılına kadar henüz doğalgaz ile tanışmamıştır. Ancak bu yıllardan sonra tüketim hızla artmıştır. 2007-2009 yılları arasında küçük miktarlarda bir düşüş yaşansa da bu yıllardan sonra tekrar hızlı bir artışa geçmiştir. 1988 yılında bir milyon ton doğalgaz tüketimine sahipken 1998 yılında 8,5 milyon ton, 2008'de 30,4 milyon ton ve 2017 yılında 44,4 milyon ton doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir.

### 2.2.1.3. Kömür

Kömür, yanıcı özelliğe sahip bir tür kayadır. Karbon, oksijen ve hidrojen gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Damar şeklinde, kaya kütlelerinin arasında milyonlarca yıl sonra, ısı, basınç ve bazı mikrobiyolojik etkiler sonucu ortaya çıkmaktadır. Kömürün geçmişi yeryüzünde uzun yıllara dayanmakta ve aynı zamanda düşük maliyetli ve güvenilir olması nedeniyle küresel düzeyde en çok tercih edilen yakıt türü olmuştur. Fakat kömür bu özelliklerinin yanında kullanıldığı takdirde çevreye çok miktarda zararlı gaz bıraktığı için çevresel kirliliğe neden olmakta ve giderek kullanımını azaltılmaya çalışılmaktadır.

Dünya'da toplam kanıtlanmış kömür rezervi yaklaşık olarak (Şekil 9.), 1.035.012 milyon ton 'dur. En çok kömür rezervini bünyesinde bulunduran bölge 424.234 milyon ton ile Asya Pasifik ülkeleri olmuştur. Bu bölgeyi 258.709 milyon ton ile Kuzey Amerika ve onu, 223.228 milyon ton ile Bağımsız Devletler Topluluğu takip etmektedir. Avrupa 100.405 milyon ton ile bu bölgelerin gerisinde kalmıştır. En düşük kömür rezervine sahip bölge ise 14 milyon ton ile Güney ve Orta Amerika bölgeleridir. Ayrıca Avrupa ve Avrasya bölgelerinin toplam kömür rezervi 323.600 milyon tondur (BP Statistical Review).

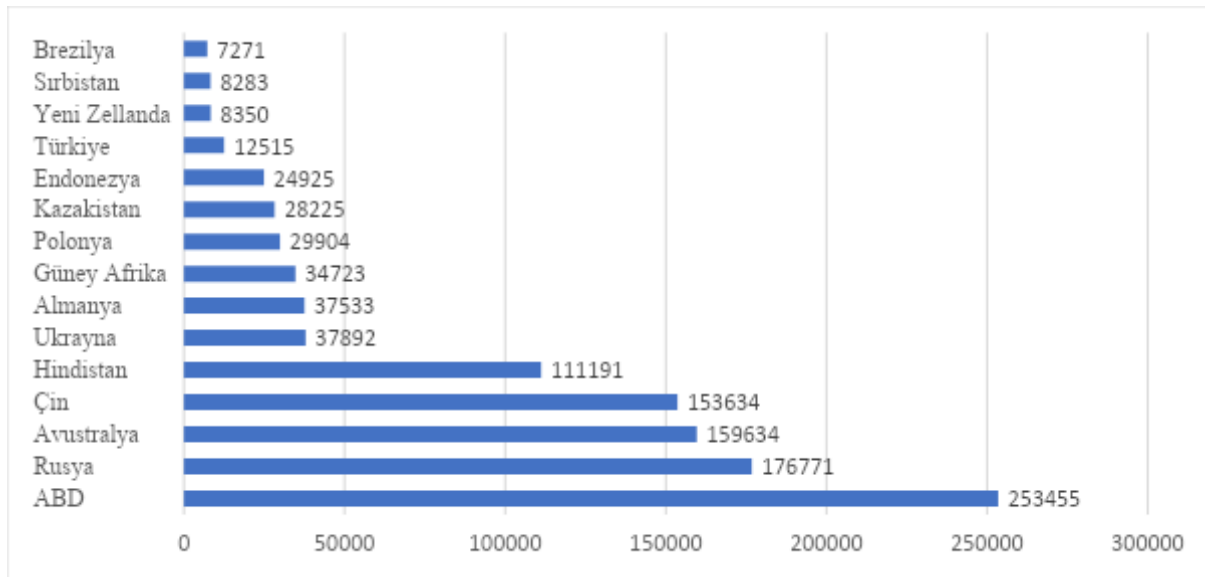
**Şekil 9.** Coğrafi Açıdan Kömür Rezervi (2018, milyon ton)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 10’da 2018 yılındaki dünya kömür rezervleri görülmektedir. En fazla kanıtlanmış rezerve sahip ülke 253.455 trilyon ton ile ABD’dir. İkinci sırada ise 176.771 trilyon ton ile Rusya yer olmakta ve onu, 159.634 trilyon ton ile Avustralya, Çin (153.634), Hindistan (111.191) takip etmektedir. Güney Afrika, Almanya ve Ukrayna’nın rezervleri birbirine çok yakın miktarlardadır. En düşük rezerv miktarına sahip ülke Brezilya’dır. Onu Sırbistan ve Yeni Zellanda küçük miktarlarda farklarla takip etmektedir.

**Şekil 10.** Dünyadaki Kömür Rezervi (2018, trilyon ton)



**Kaynak:** EIA (U.S. Energy Information Administration)

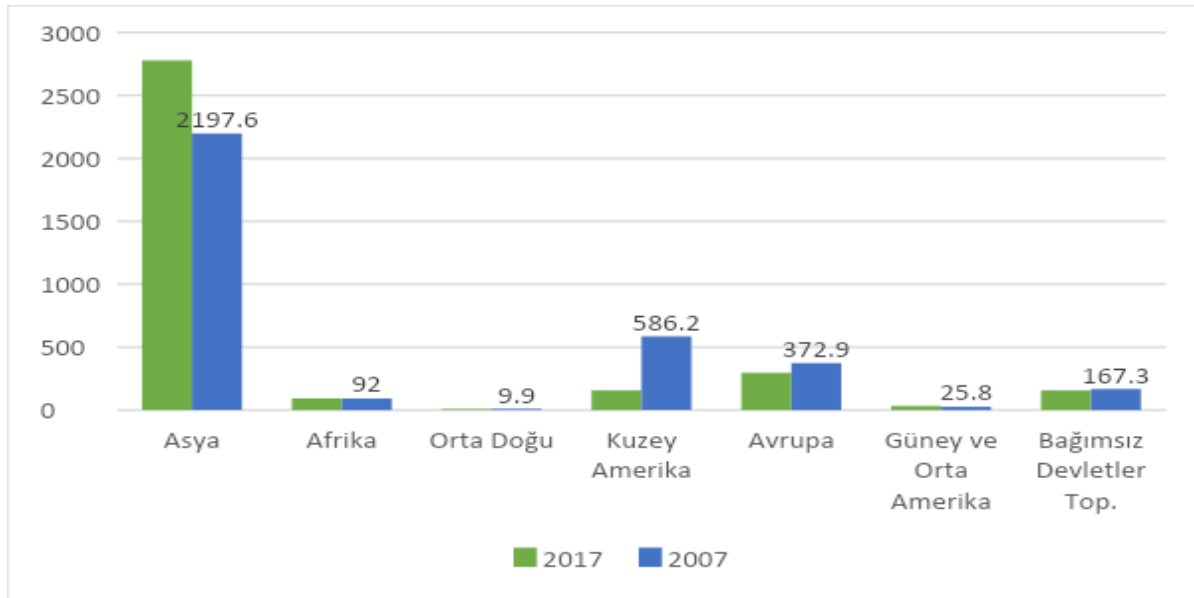
2015 yılındaki dünyada 7,9 milyar ton kömür üretimi olmuş ve bunun 3,7 milyar tonunu Çin üretmiş ve bunu ABD, Hindistan ve Avustralya izlemiştir. Buna karşılık dünya

kömür rezervlerinin ömrünün 134 yıl olduğu tahmin edilmiştir.

Kömür tüketimini dünyada toplam 3.839,9 milyon TEP'tir En çok tüketimi gerçekleştiren bölge 2.798,5 milyon TEP ile Asya Pasifik ülkeleri olmuştur. Bu tüketim dünya toplam tüketimi arasında % 72,9'luk bir orana sahiptir. Bunu 467,9 milyon TEP ile Avrupa ve Avrasya, 429 milyon TEP ile kuzey Amerika takip etmiştir.

Şekil 11'de 2007-2017 yılları arasındaki coğrafi açıdan kömür tüketimi görülmektedir. Kömür tüketimi en fazla olan bölge Asya bölgesidir. Bölgede kömür tüketimi 2007 yılında 2.197,6 milyon ton eşdeğer yağ iken, 2017 yılına gelindiğinde bu miktar 2.780 milyon ton eşdeğer yağ olmuştur. İkinci bölge ise Kuzey Amerika bölgesi ve onu, Avrupa bölgesi takip etmektedir. Tüketimi en düşük bölge ise Ortadoğu bölgesidir.

**Şekil 11.** Coğrafi Açıdan Kömür Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer yağ)



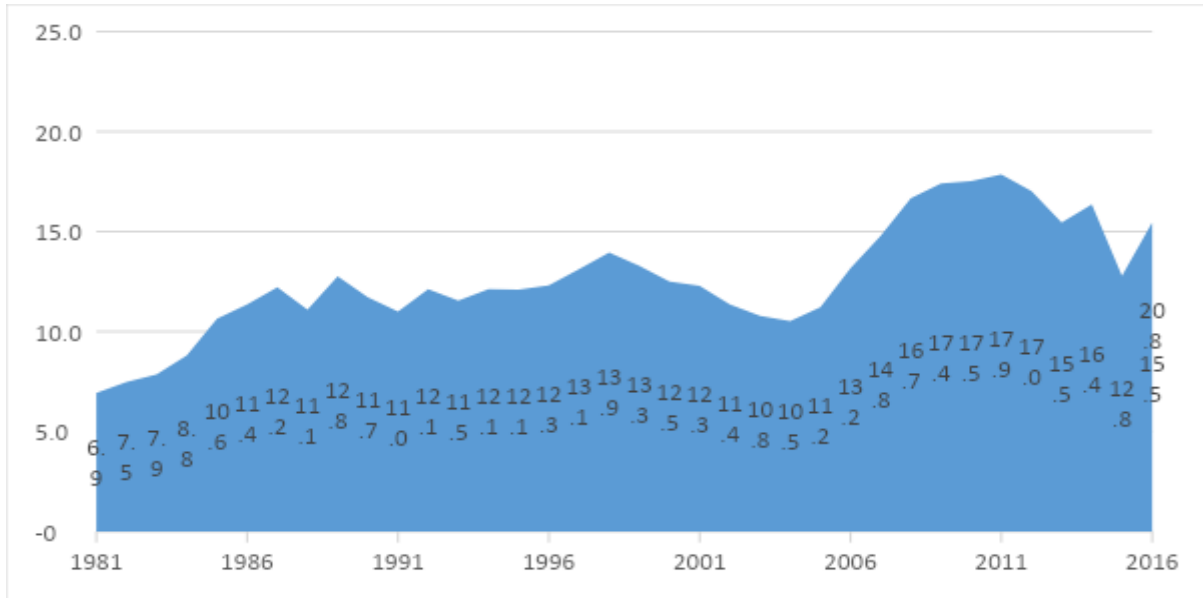
**Kaynak:** BP Statistical Review

Kömür Türkiye'de önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde linyit ve taş kömürü olmak üzere iki tür üretimi yapılmaktadır. En önemli linyit rezervi, (% 46) Afşin - Elbistan havzasında, taş kömürü rezervi ise Zonguldak havzasında(130 milyar ton) yer almaktadır. Dünya linyit üretim ve rezervlerinde orta kademelerde, taş kömürü üretim ve rezervleri açısından alt kademelerde yer almaktadır. Ülkemizde son yıllarda yapılan aramalar sonucu birçok linyit rezervlerine ulaşılmış ve rezervlerinde önemli derecede artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca bu rezervlerin uluslararası standartlara göre işlenmesi ve üretilmesine yönelik faaliyetler devam etmektedir. 2005 yılı baz alındığında kömür rezervlerimizde 9 milyar tondan fazla artış meydana gelmiştir. Linyit rezervimiz 2005 yılında 8,3 milyar ton iken 2018 yılında 17,9 milyar ton olmuştur. Türkiye kanıtlanmış kömür rezervinin 506 milyon

ton seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Küresel düzeydeki kömür rezervinin % 3,2'si ülkemizde bulunmaktadır. Mevcut rezervlerin ısıl değerleri düşük olduğu için, en çok termik santrallerde kullanılmaktadır (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 20.08.2018). 2017 toplam kömür rezervimize bakıldığında 11.353 milyon ton olduğu görülmektedir (BP Statistical Review).

Bunun yanında 2018 yılsonu verilerine göre ülkemizde kömüre bağlı tesislerin mevcut gücü % 21,5 oranla 18.997 MW'dir. Ulusal kömüre dayalı santrallerin kurulu gücü ise % 11,5 oranla 10.203 MW ve yabancı menşeli kömür santrallerinin kurulu gücü % 10 oranla 8.794 MW şeklindedir. Ayrıca bu santrallerden toplam elektrik üretimi 113,3 TWh miktarında gerçekleşmiştir. Bu oran toplam elektrik üretiminde % 37,3 paya sahiptir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 20.08.2018).

**Şekil 12.** Türkiye'nin Kömür Üretimi (1981-2017, milyon ton eşdeğer yağ)



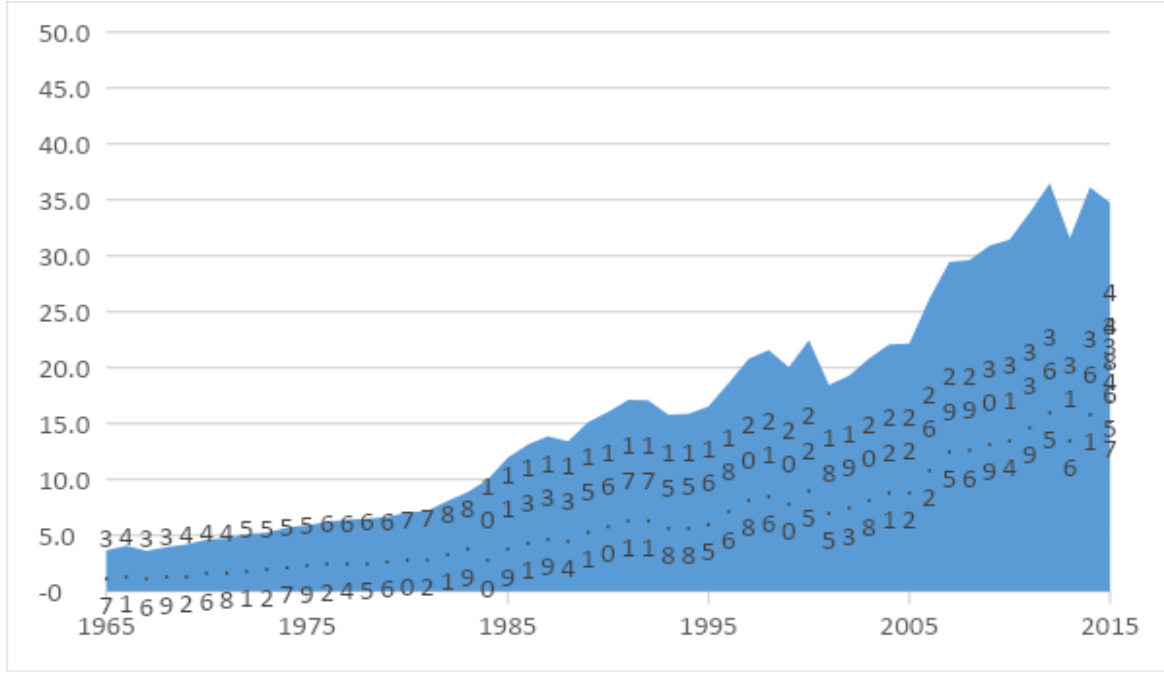
**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 12'de 1981-2017 yılları arasındaki Türkiye'nin kömür üretimi görülmektedir. Kömür üretimi yıllara göre artış göstermiştir. Ülkemizde son yıllarda yapılan aramalar sonucu birçok kömür rezervi bulunmuş ve üretim büyük ölçüde artış göstermiştir. 2007 yılına bakıldığında kömür üretimi 6,9 milyon ton eşdeğer yağ iken 2017 yılında 20,8 milyon ton eşdeğer yağ miktarına ulaşmıştır. 2001-2004 yılları arasında üretim miktarlarında düşüşler yaşansa da 2005 yılından sonra üretim hızla artmış ve 2011 yılında zirve noktasına gelmiştir.

Türkiye geçmiş yıllara bakıldığında ısınma ihtiyacının çoğunu kömürden sağlamıştır. Bu yıllar geçtikçe yerini doğalgaza bırakmış ve giderek kömür tüketimine olan talep azalmaktadır. 2005 yılından bu yana nüfustaki artış ve sanayileşmenin hızlanması ve bunun

sonucu olarak dışa bağımlılığın artmış ve cari açık oranlarının yükselmiştir. Bunu önlemek amacıyla üretimde yerli kaynakların ön planda tutulması hedeflenmiş, mevcut sahaların gelişimi ve yeni saha araştırmaları hız kazanmıştır. Buna göre 2017 yılı verilerine bakıldığında ülkemizin kömür tüketimi 145,3 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP) olduğu görülmekte ve birincil enerji tüketimi içerisindeki payı % 27'dir (BP Statistical Review).

**Şekil 13.** Türkiye'nin Kömür Tüketimi (1965-2017, Milyon ton yağ eşdeğeri)



**Kaynak:** BP Statistical Review

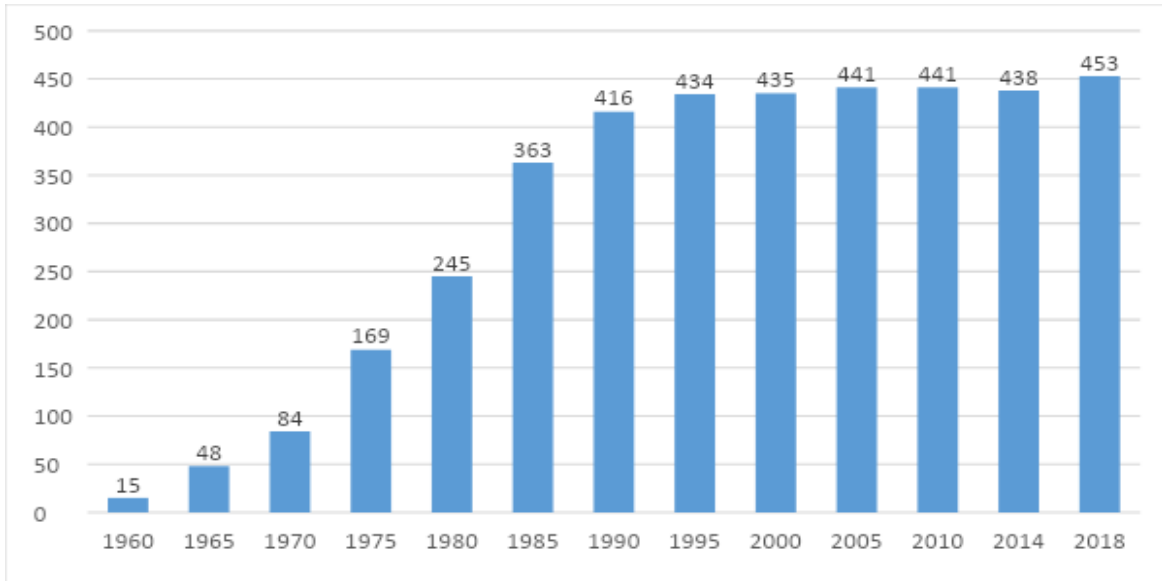
Şekil 13'de Türkiye'nin 1965-2017 yılları arasındaki kömür tüketimleri yer almaktadır. 1965 yılına bakıldığında tüketim miktarının 3,4 milyon ton eşdeğer yağ olduğu görülmektedir. 1983 yılına kadar artışlar düşük miktarlarda artarak ilerlemiştir. Bu yıllardan sonra tüketim miktarında büyük bir genişleme yaşanmış ve eğri yukarı doğru kaymıştır. 2000 yılında sonra tüketimde bir kırılma yaşansa da tekrar yükselişe geçmiştir. 2017 yılına gelindiğinde bu miktar 44,6 milyon ton eşdeğer yağ olmuştur.

#### 2.2.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerjinin keşfi, uranyumun keşfi(1879) ile başlayıp atomun parçalanmasıyla(1934) devam eden bir süreçtir. Önceleri savunma alanında kullanılmış ve daha sonra ticari faaliyetler olarak devam etmiştir. Bunun yanında birçok ülke bu potansiyeli enerji alanında da kullanmak üzere birçok çalışma yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, başta ABD ve Rusya olmak üzere birçok ülke atomun parçalanması nedeniyle açığa çıkan ısıyı elektrik enerjisine çevirecek yöntemler geliştirmiş ve bunu kullanmıştır. Birçok sistem nükleer enerjinin kontrollü, güvenli ve devamlı bir şekilde elde etmeyi mümkün kılmıştır.

1970 yılındaki petrol krizi nükleer enerjinin yaygınlaşmasında önemli rol oynamıştır. Ülkeler bu krizle petrol ve türevi kaynakların kıt kaynak olduğunun bilincine varmış ve bu kaynaklara olan bağımlılığı azaltmak ve enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla yeni arayışlara girmiştir. Bu arayışlar ve yaygınlaşmalar devam ederken 1979 yılında ABD’de meydana gelen Three Mile Island ve Sovyet Rusya’da 1986 yılında yaşanan Çernobil kazaları sonucu nükleer santrallere yoğunlaşmalar seyrelmeye başlasa da yeni santraller açılmaya devam etmiştir. Günümüzde artan ekolojik hassasiyetler, enerji arzında yaşanan sıkıntılar ve enerji pahalılığından dolayı ülkeler ucuz, sürekli, güvenilir, ve temiz olan nükleer enerji kaynaklarını tercih etmektedirler. Santrallerin mevcut güvenlik sistemleri dolayısıyla, doğada bulunan radyasyonun ancak % 1 oranında etkiye sahiptir. Bu yüzden santrallerin yanında turizm, tarım ve balıkçılık gibi faaliyetler güvenle yapılabilmektedir (TAEK, 2010:1). Özetleyecek olursak, nükleer santraller çevreci ve güvenlidir. Ve nitekim güvenilir ve çevreci olmayan bir şekilde elektrik üretilmemelidir (Zabunoğlu, 2012: 6).

**Şekil 14.** Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi (Reaktör Sayısı, 1960-2018)



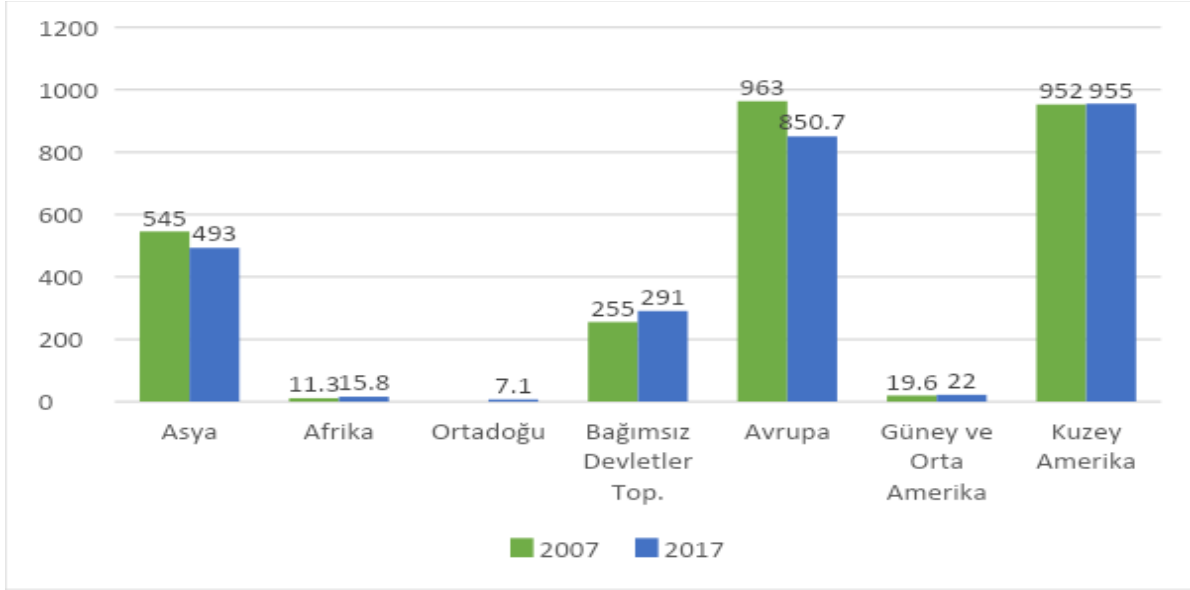
**Kaynak:** Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA)

Şekil 14’de 1960-2018 yılları arasındaki nükleer enerji reaktör sayıları gösterilmektedir. 1960 yılına bakıldığında dünyada 15 tane reaktör olduğu görülmektedir. Beş yıl içerisinde yaklaşık 3,5 kat artış göstermiş ve 1965 yılında bu rakam 48 olmuştur. Bu yıllardan sonra miktarları artmış ve 1990 yılında bu sayı 416 olmuştur. 2005 yılında 441 tane nükleer reaktör miktarına gelinmiş ve 2018 yılına kadar önemli bir artış göstermemiş aksine düşüşler yaşanmıştır. Son olarak 2018 yılında 31 ülkede reaktör sayısı 453’e ulaşmış ve 17 ülkede ise 57 tane santral inşa durumundadır. En çok nükleer enerji santraline sahip ülke Fransa’dır. Şöyle ki, enerji ihtiyacının % 72’sini nükleer enerjiden sağlamaktadır. Fransa’yı,



% 55 ile Ukrayna, % 50 ile Belçika, % 40 ile İsveç ve % 27 ile Güney Kore takip etmektedir ([www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr)).

**Şekil 15.** Coğrafi Açıdan Nükleer Enerji Üretimi (2007-2017, terawatt/saat)

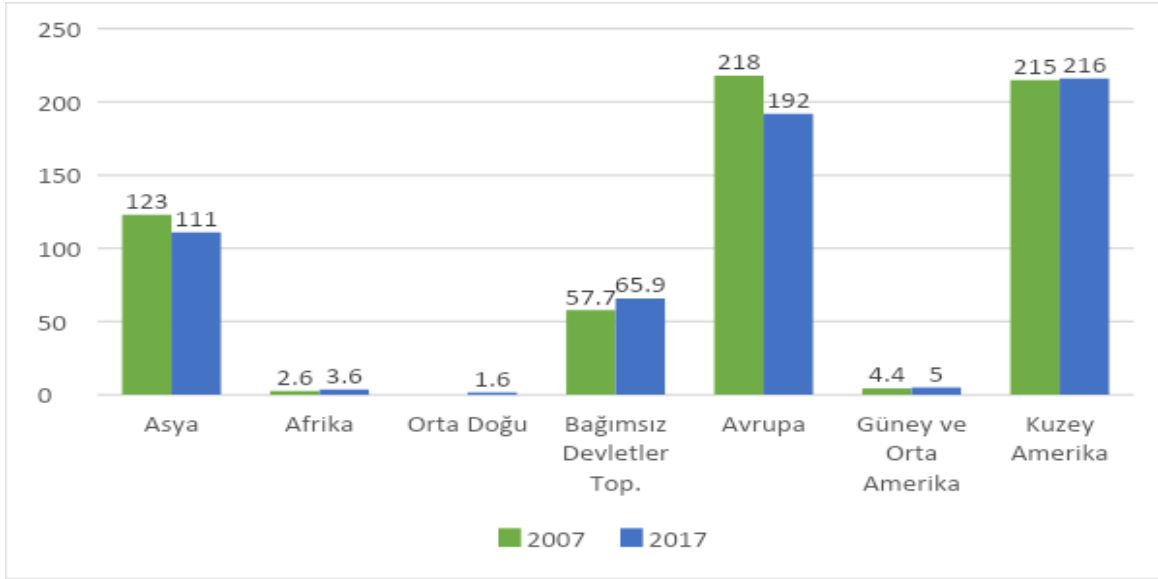


**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 15’de 2007-2017 yıllarındaki coğrafi açıdan nükleer enerji üretimleri kıyaslanmıştır. 2007 ve 2017 yıllarındaki ortalama nükleer enerji miktarlarına bakılırsa ilk sırada Avrupa ve Kuzey Amerika bölgeleri yer almaktadır. 2007 yılında birincilik Avrupa ülkelerinde iken 2017 yılına gelindiğinde Kuzey Amerika Avrupa bölgesini geride bırakmıştır. Üçüncü sırada ise 2007 yılında 545 terawatt/ saat, 2017 yılında ise 493 terawatt/saat miktarla Asya bölgesi vardır. En düşük nükleer enerji üretimine sahip bölge ise, 2007 yılında üretimi olmayan ve 2017 yılında 7,1 terawatt/saat üretim miktarıyla Ortadoğu bölgesi yer almaktadır.

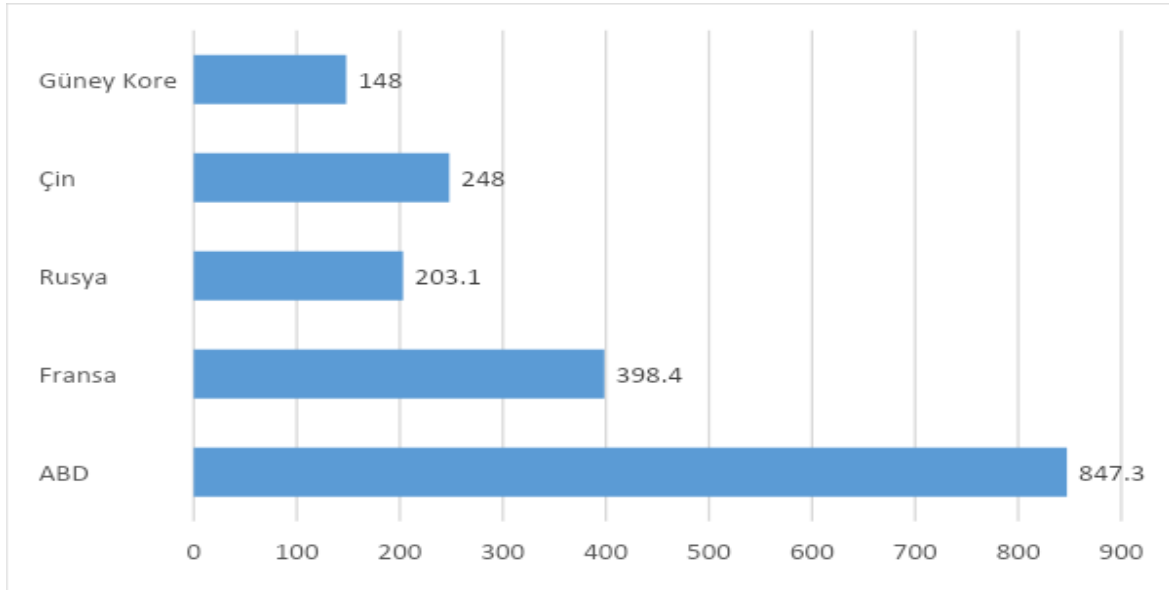
Şekil 16’da 2007-2017 yılları için coğrafi açıdan nükleer enerji tüketim miktarları yer almaktadır. Üretim miktarlarında olduğu gibi tüketim miktarları da en fazla olan bölgeler Avrupa ve Kuzey Amerika Bölgeleridir. 2007 yılında Avrupa Bölgesi nükleer enerji tüketiminde ilk sırada yer alırken 2017 yılında bu sırayı Kuzey Amerika Bölgesi almıştır. En düşük tüketim miktarına sahip ülke ise, 2007 yılında üretim ve tüketimi olmayan fakat 2017 yılında 1,6 milyon ton eşdeğer yağ olan Ortadoğu Bölgesidir.

**Şekil 16.** Coğrafi Açıdan Nükleer Enerji Tüketimi (2007-2017, milyon ton eşdeğer)



**Kaynak:** BP Statistical Review

**Şekil 17.** İlk 5 Ülkenin Kurulu Nükleer Enerjisi Üretimi (2018, Tw/s)



**Kaynak:** BP Statistical Review

Şekil 17’de 2018 yılındaki dünyadaki nükleer enerji üretimi bakımından ilk beş sırada yer alan ülkeler gösterilmektedir. En fazla üretim miktarına sahip ülke 847,3 Tw/s ile ABD’dir. Fransa 398,4 Tw/s ile ikinci sırada ve onu, 248 Tw/s ile Çin, Rusya(203,1) takip etmektedir. Güney Kore, 148 Tw/s ile son sırada yer almaktadır.

Ülkemizde de nükleer enerji konusunda çalışmalar sürdürülmektedir. 2010 yılında Rusya ve Türkiye arasında imzalanan Akkuyu nükleer santrali projesi ve Sinop nükleer enerji santralleri çeşitli nedenlerden dolayı yapımı durdurulmuştur ([www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr), 10.05.2019).

## 2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada kendiliğinden var olan kaynakların potansiyele dönüşümü sonucu elektrik enerjisi üretimi anlamına gelmektedir. Kaynaklar, güneş, rüzgâr, hidroenerji, biyokütle ve jeotermal olmak üzere beş kısma ayrılmaktadır. Bu kaynaklar doğada sürekli var olması, güvenli, ucuz ve temiz olması nedeniyle ülkeler tarafından tercih edilmekte ve giderek yaygınlaşmaktadır. Makower vd. (2009)'a göre sürdürülebilir enerji kaynaklarını Pazar payları önümüzdeki son 10 yılda toplam 325,1 milyar dolara yükseleceğini belirtmiştir. Ayrıca geleceğin en önemli alternatif enerji kaynağı olarak görülen güneş pili, rüzgâr gücü ve biyoyakıtların üretim değerleri sırasıyla, 80,6 milyar dolar, 139,1 milyar dolar ve 105,4 milyar dolar olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Enerji kaynaklarının tükenme tehlikesi, küresel ısınmanın boyut atlaması ve çevresel kirliliklerin artış göstermesi ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Ülkeler için alternatif enerji kaynaklarına zemin hazırlayacak teknolojik alt yapıların mevcut olması hayati önem taşımaktadır. Çünkü dünya genelinde enerji kaynaklarına olan talep gün geçtikçe artmakta ve kaynaklar, bu talepleri şu anda karşılayabilmekte fakat gelecek dönemlerde karşılayamayacak duruma gelecektir (Batı, 2013:109).

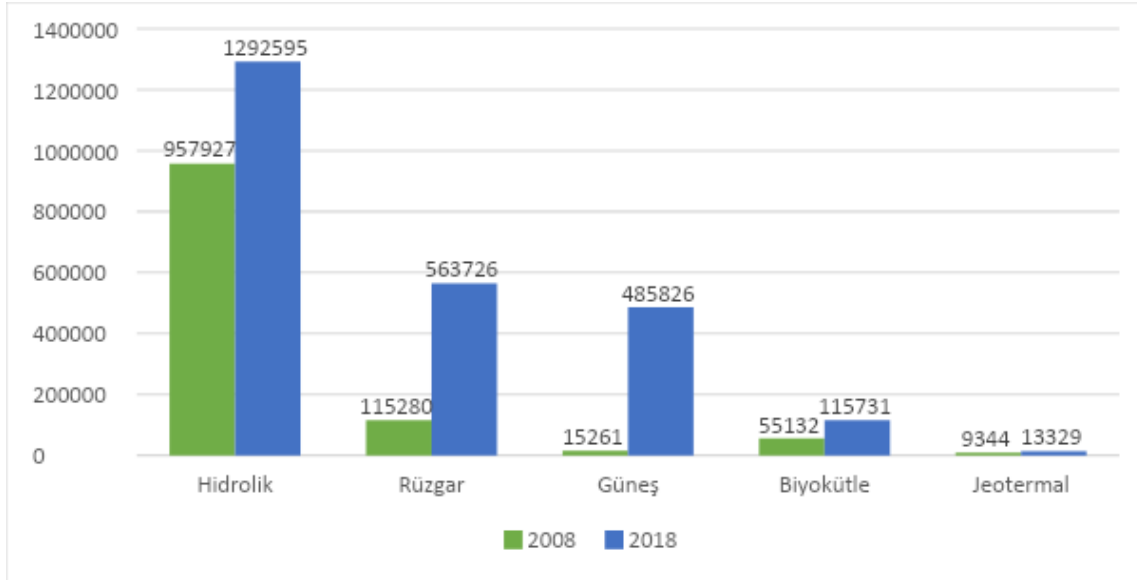
Yenilenebilir enerji kaynakları, küresel anlamda elektrik sektöründe çok hızlı bir atılıma sahip olacaktır. Yani 2017 yılında toplam elektrik talebi % 24 iken 2023 yılına gelindiğinde bu oran ortalama % 30 seviyesine ulaşacaktır. Ayrıca elektrik üretiminin % 70'lik kısmını güneş enerjisinin ardından rüzgâr, hidrolik ve biyokütle enerjisinden sağlayacaktır.

Renewable Energy Policy (REN21) 2017 yılı Raporuna göre, Dünyadaki yenilenebilir enerji kapasitesi (hidroenerji dahil) yaklaşık 2017 yılında 2.195 GW ve YEK ve yakıtlara 279,8 GW'lık yeni yatırımlar yapılmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2017 yıllık durum raporuna göre, 2040 yılına gelindiğinde alternatif enerji kaynaklarının, toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payı, % 16,1 olması beklenirken, elektrik tüketiminin ise % 80 oranında artacağı ön görülmektedir. En hızlı büyüyen kaynak, yenilenebilir enerji kaynakları olarak tespit edilmiş ve yıllık ortalama % 9,8 büyüme oranına sahiptir. Bunun yanında nükleer enerji yıllık ortalama % 2,3, hidrolik enerji ise yıllık ortalama % 1,8 büyüme oranına sahiptir. Bu üç kaynakların büyüme hızı, fosil yakıtların büyüme oranından daha büyüktür.

Şekil 18'de 2008-2018 yıllarında dünyadaki kurulu yenilenebilir enerji kaynakları kapasitesi görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere hidrolik enerji kurulu güç kapasitesi bakımından her iki yılda da diğer enerji kaynaklarına göre ön sıradadır. 2008 yılında 957.927 Mw iken, 2018 yılında 1.292.595 Mw olmuştur. Hidrolik enerjiyi, 2008 yılında 115.280 Mw

ve 2018 yılında ise 563.726 Mw'lık miktarlarla rüzgâr enerjisi takip etmektedir. 2008 yılında dünyadaki kurulu yenilenebilir enerji kaynakları güç kapasitesi 1.056.543 Mw iken 2018 yılında 2.350.755 Mw olmuştur. Son on yıldaki kapasite artışı 1.294.212 Mw'dir. Ayrıca güneş enerjisi kurulu kapasitesi 2008 yılında 15.261 Mw iken büyük ölçüde artış göstererek 2018 yılında 563.726 Mw olarak gerçekleşmiştir. Biyokütle ve jeotermal enerjiye bakıldığında diğer enerji kaynaklarına istinaden düşük miktarlarda artışlar görülmektedir.

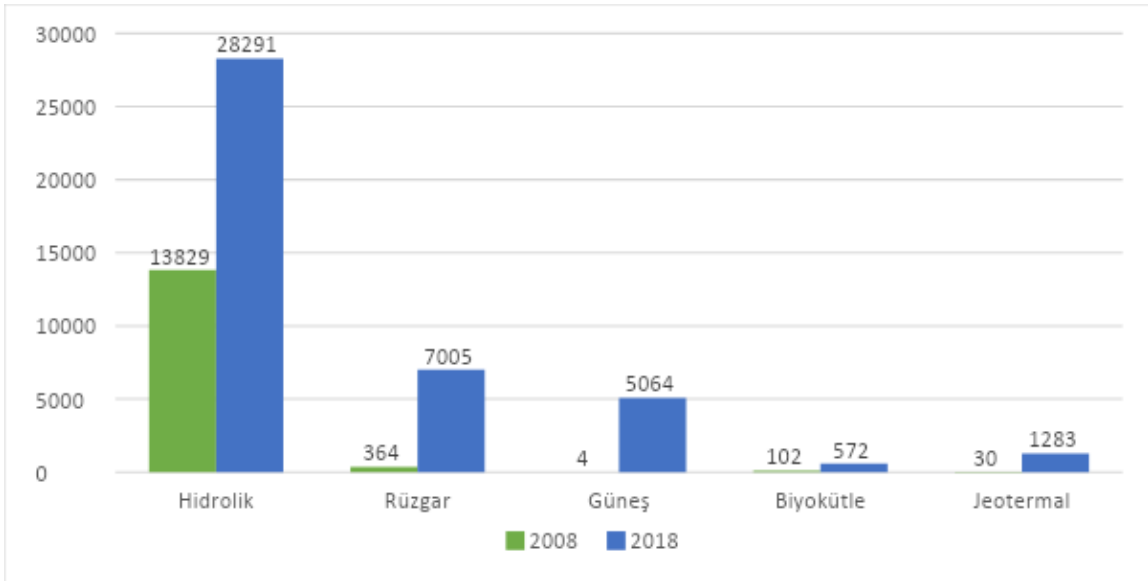
**Şekil 18.** Dünyada Kurulu Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kapasitesi(2008-2018 Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 19'de Türkiye'de 2008 ve 2018 yıllarındaki kurulu yenilenebilir enerji kaynakları kapasitesi görülmektedir. Grafikte görüldüğü üzere hidrolik enerji diğer enerji kaynaklarına oranla en yüksek kurulu kapasiteye sahip enerji kaynağıdır. Onu rüzgâr ve güneş enerjisi takip etmektedir. 2008 yılında hidrolik enerji kurulu kapasitesi 13.829 Mw iken 2018 yılında bu miktar 14.462 Mw artış göstererek 28.291 Mw olmuştur. En büyük artış ise 2008 yılında 4 Mw iken 2018 yılında 5.064 Mw gerçekleşen güneş enerjisinde meydana gelmiştir. Jeotermal enerjide de önemli oranda artış görülmektedir.

**Şekil 19.** Türkiye’de Kurulu Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kapasitesi(2008-2018 Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

### 2.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş, insanların temel ihtiyaçlarından biri olmanın yanında, alternatif enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Dünya güneşten yaklaşık 150 milyon km uzaktadır ve güneşten gelen enerji ile dünyanın bir yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık 20 katı karşılanabilir. Atmosferdeki güneş enerjisinin gücü yaklaşık,  $1370 \text{ W/m}^2$  değerindedir. Ancak yeryüzüne yalnızca  $0-1100 \text{ W/m}^2$  kadarı ulaşır.

Güneşin dünyaya ulaşan mevcut ısısı bile, insanların enerji ihtiyacını karşılamaya yetmektedir. 1970’li yıllarda güneş enerjisinden faydalanma çalışmaları sürat kazanmıştır. Bu çalışmalar sonucu gerek teknolojik ilerlemeler, gerek maliyetlerdeki azalmalar sonucu dünya tarafından temiz enerji olarak kabul edilmiştir (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 10.08.2018). Kütlesel olarak dünyanın yaklaşık 330 bin katı büyüklüğünde olan güneş, yenilenebilir enerji kaynakları arasında potansiyeli en yüksek olan enerjilerden bir tanesidir. Şöyle ki, güneşten dünyaya gelen enerjinin 90 dk’sı dünyanın yaklaşık bir yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak güçtedir (<http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr>).

Dünyada güneş enerji kullanımı gün geçtikçe artmakta ve ülkeler kendi enerji ihtiyaçlarını bu kaynaktan elde etmeye yönelmektedirler. 2017 REN21 verilerine göre güneş PV kapasitesi, 402 GW’dır. Güneşten toplam sıcak su elde etme kapasitesi, % 4 oranında artış göstererek 472 GW’a ulaştı. Güneş enerjine 2017 yılında en çok yatırım yapan ülkeler sırasıyla, Çin, ABD, Hindistan, Japonya ve Türkiye olmuştur. Aşağıdaki Tablo 1’de 2008-2018 yılları arasındaki coğrafi açıdan kurulu güneş enerjisi kapasiteleri görülmektedir.

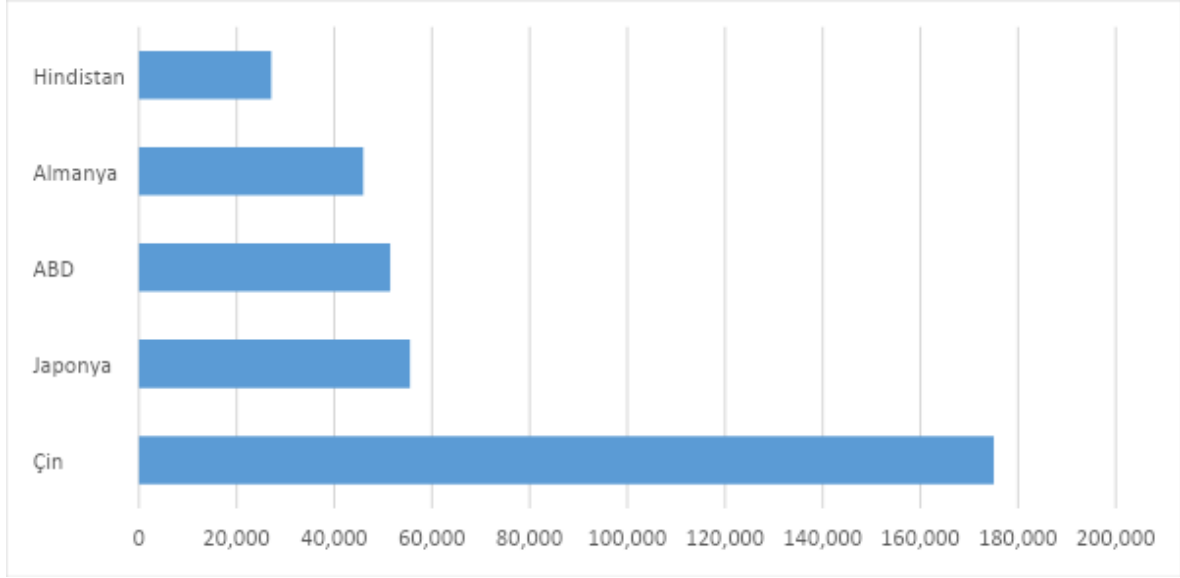
**Tablo 1.** Coğrafi Açından Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)

Ülke Grupları	2008	2012	2013	2014	2016	2017	2018
Dünya	15 261	102 871	139 603	177 496	297 293	391 063	485 826
Afrika	65	413	727	1 725	3 398	4 284	6 093
Asya	2 862	16 140	35 884	60 307	139 735	210 790	274 867
Orta Amerika ve Karayipler	27	168	267	341	1 151	1 485	1 737
Avrasya	4	13	21	50	937	3 688	5 663
Avrupa	10 518	73 801	84 263	91 125	106 110	112 437	121 692
Orta Doğu	10	275	618	905	1 636	2 183	3 181
Kuzey Amerika	1 670	9 439	14 337	18 504	37 908	46 578	57 118
Okyanusya	93	2 467	3 299	4 070	4 875	6 201	10 006
Güney Amerika	12	156	187	469	1 545	3 417	5 469

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 1’de görüldüğü üzere dünyadaki kurulu güneş enerjisi kapasitesi 2018 yılında 2008 yılına göre önemli ölçüde artış göstermiştir. 2008 yılında 15.261 Mw enerji elde edilirken 2018 yılında 485.826 Mw enerjiye yükselmiştir. Avrasya bölgesi 2008 yılında güneş enerjisini neredeyse kullanmazken 2018 yılına gelindiğinde önemli miktarda güneş enerjisi elde etmiştir. Afrika, Orta Amerika ve Karayipler, Orta Doğu, Okyanusya ve Güney Amerika bölgelerinde 2008 yılında güneş enerjisi kapasitesi çift hanelerde iken 2018 yılına gelindiğinde güneş enerjisi üretiminde önemli ölçüde artış görülmektedir. 2008 yılında Avrupa en büyük güneş enerji kapasitesine sahip iken 2016 yılına gelindiğinde Asya bölgesinin gerisinde kalmaya başlamıştır. Avrupa ve Asya yapmış olduğu güneş enerjisi yatırımları neticesinde kapasitesini önemli ölçüde arttırmıştır. Afrika coğrafi konum itibariyle ciddi güneş enerjisi potansiyeli olmasına karşın farklı sebeplerden dolayı kurulu güneş enerjisi kapasitesinin düşük olduğu görülmektedir.

**Şekil 20.** İlk 5 Ülkenin Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)

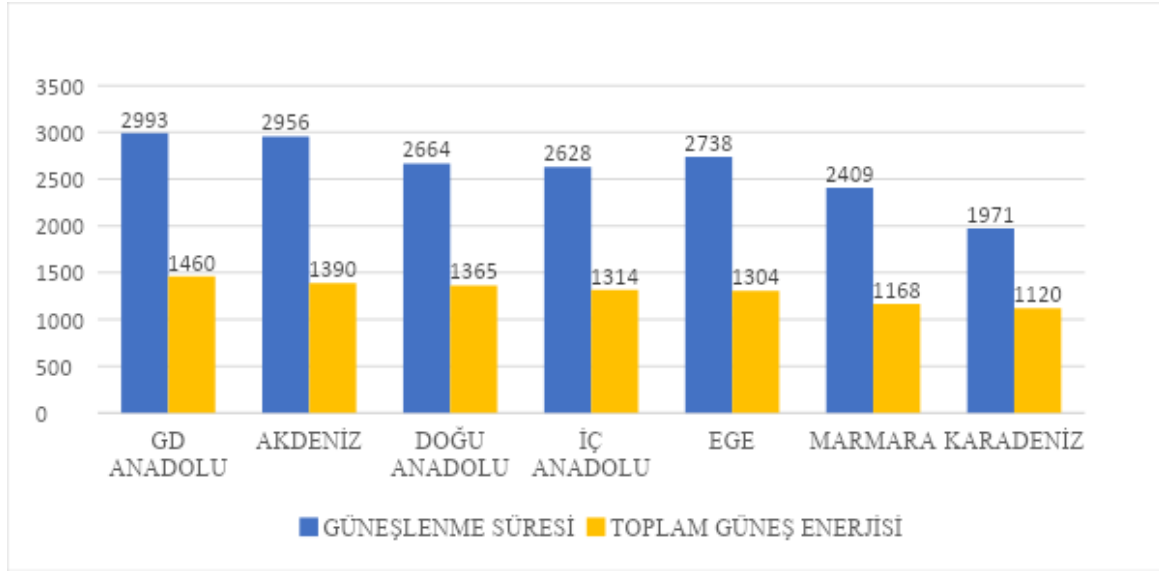


**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 20’da ilk 5 ülkenin 2018 yılında kurulu güneş enerjisi kapasitesi gösterilmektedir. Çin 175.032 Mw ile dünyada en çok kurulu güneş enerjisine sahip ülkedir. Japonya 55.500 Mw ile ikinci sıradayken, onu 51.450 Mw ile ABD takip etmektedir. Dünyadaki kurulu güneş enerjisi kapasitesine en yüksek olan ilk 5 ülkenin toplam 355.010 Mw güneş enerjisi üretilmekte ve bu miktar dünyadaki kurulu güneş enerjisi kapasitesinin yaklaşık % 73’üne denk gelmektedir. Türkiye’nin 2018 yılı kurulu güneş enerjisi kapasitesi 5.064 Mw olup bu miktar ilk beş ülkeye oranla oldukça düşüktür.

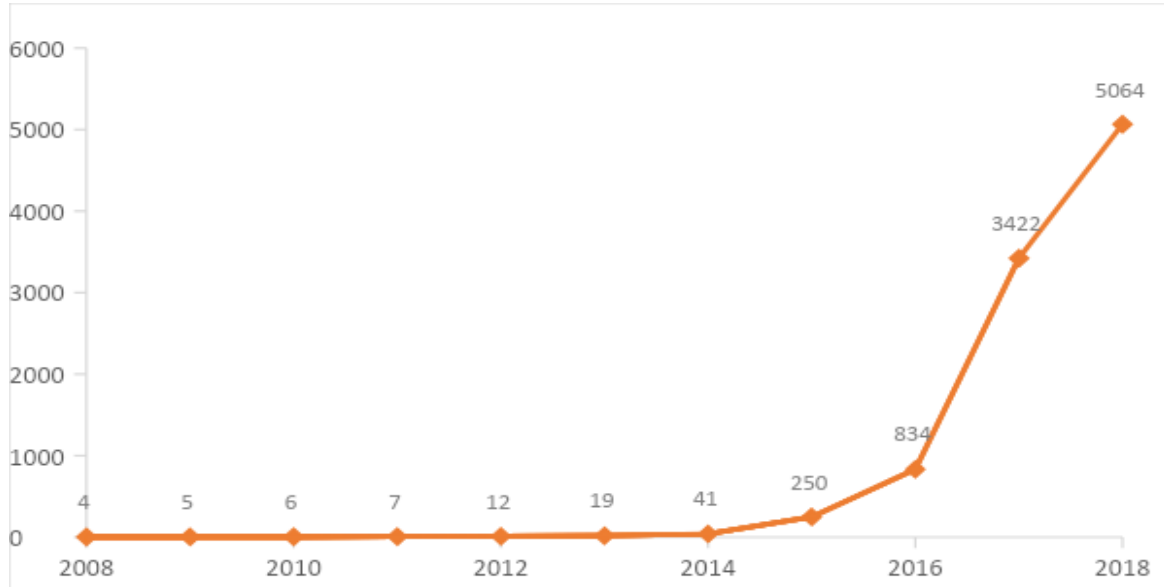
Şekil 21’de Türkiye’nin bölgelere göre güneşlenme süreleri ve güneş enerji potansiyeli verilmiştir. Güneydoğu Anadolu bölgesi en fazla güneş alan bölge olmakla birlikte en fazla güneş enerji potansiyeline de sahiptir. Akdeniz bölgesi ikinci sırada ve onu Doğu Anadolu bölgesi takip etmektedir. Karadeniz bölgesi ise en düşük güneş alan ve güneş enerji potansiyeli bakımından en düşük olan bölgedir.

**Şekil 21.** Türkiye'de Bölgelere Göre Güneşlenme Süreleri ve Güneş Enerji Potansiyeli



**Kaynak:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

**Şekil 22.** Türkiye’de Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 22’de 2008-2018 yılları arasındaki Türkiye’de kurulu güneş enerjisi kapasitesi görülmektedir. Türkiye’de kurulu güneş enerjisi kapasitesinde artış 2013 yılına kadar düşük miktarlarda artmış fakat 2014 yılından sonra kapasite artışları önemli ölçüde artmaya başlamıştır. 2008 yılında 4 Mw güneş enerjisi üretilirken 2016 yılında bu miktar 834 Mw seviyesine gelmiş, 2018 yılında ise bu miktar 5.064 Mw’ye çıkmıştır. Türkiye coğrafi konum itibarıyla en fazla güneş alan ülkeler arasındadır ve güneş enerji potansiyeli yüksektir. Bu yüzden mevcut miktarlar Türkiye için yeterli değildir.



### 2.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, kaynağı güneşten olup, temiz, doğal ve sürdürülebilir özellikleriyle sonsuz bir güçtür. Güneşten dünyaya gelen enerjinin % 1-2'si ile rüzgâr enerjisi oluşmaktadır. Yine güneşin yer yüzeyine ve tabii atmosferi eşit bir biçimde ısıtmaması sonucunda oluşan sıcaklık ve basınç sonucu hava akımı meydana gelmektedir. Şöyle ki hava kütlesi gereğinden fazla ısındığı takdirde atmosferin yukarılarına doğru yükselir ve oluşan bu boşluğa aynı oranda soğuk hava kütlesi yerleşir ve buna rüzgâr adı verilir. Rüzgâr yeryüzünde eşit bir biçimde dağılmaması ve yüksekliklere bağlı olarak hacimsel değişiklik göstermektedir. Rüzgâr enerjisi, atmosferde serbest ve sonsuz olması, temiz, ucuz, sürdürülebilir ve güvenilir olması dolayısıyla ülkeler tarafından tercih edilmektedir (YEGM).

Alternatif enerji kaynakları içerisinde önemli bir yere sahip olan rüzgar enerjisi, özellikle 1990-2000 yılları arasında kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Teknolojik gelişmeler süratli, kısa sürelerde devreye alınabildiği gibi yine kısa sürede sökülebilen, elektrik üretim birim maliyetlerinin giderek azalmıştır. Bu nedenle en fazla gelişim gösteren ve yatırım yapılan enerji kaynağı konumuna gelmiştir (Koçaslan, 2010: 54).

Dünyada rüzgâr enerjisinden daha fazla faydalanmak adına birçok çalışmalar yapılmakta ve yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Rüzgâr enerjisi düşük olan bölgelerde, MW kapasitesi başına elektrik enerjisi üretimini üst seviyelere çıkarmak için, kıyı teknolojilerini geçtiğimiz beş yılda inanılmaz derecede geliştirildi. Göbek uzunlukları daha yüksek ve daha büyük çaplarda rotorları ile rüzgâr tribünleri daha da gelişti. Birikmiş şebekeye ilişkin rüzgâr kapasitesi 2017 yılında 539 Gw'a yükselirken, küresel düzeyde elektrik üretiminin yaklaşık % 4'ü rüzgâr enerjisinden sağlandı. Dünyada önümüzdeki beş yıl içinde rüzgâr enerji kapasitesinin yaklaşık 839 GW olması beklenmektedir. Yani 2023 yılına kadar kıyı rüzgâr elektrik üretiminin % 65 artacağı öngörülmektedir. Bu duruma, Çin, ABD, Avrupa ve Hindistan'ın öncülük etmesi beklenmektedir. Rüzgâr enerjisine 2017 yılında en çok yatırım yapan ve kapasite ilavesinde bulunan ülkeler sırasıyla, Çin, ABD, Almanya, İngiltere ve Hindistan olmuştur.

**Tablo 2.** Coğrafi Açından Kurulu Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)

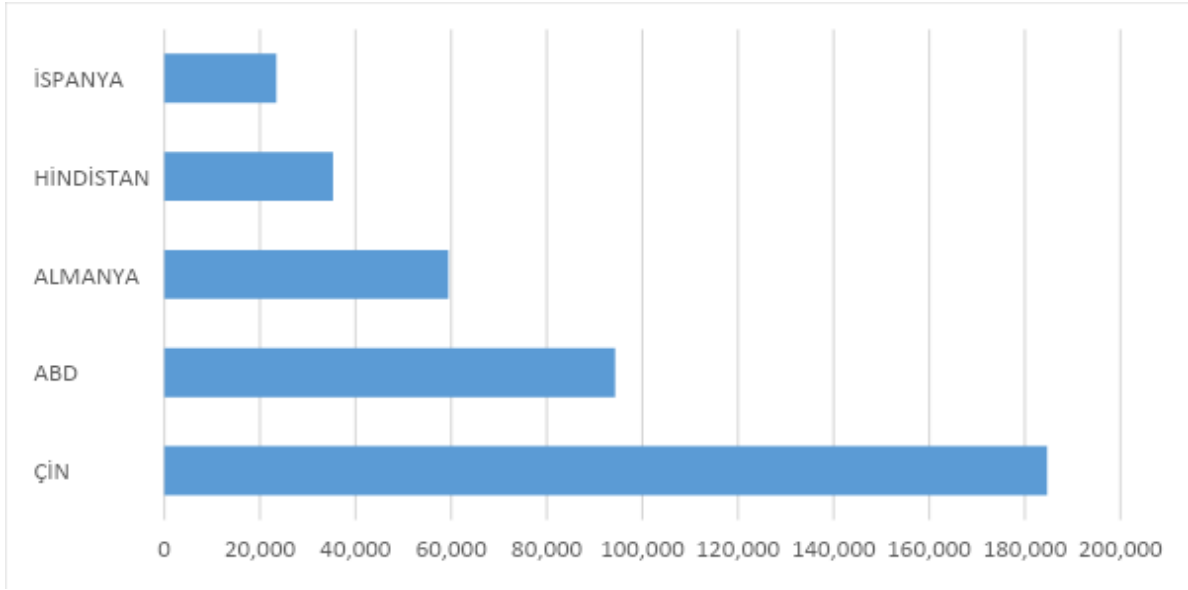
Ülke Grupları	2008	2012	2013	2014	2016	2017	2018
Dünya	115 280	266 866	299 941	349 185	467 052	514 622	563 726
Afrika	552	1 124	1 738	2 396	3 828	4 570	5 464
Asya	20 989	82 809	99 542	124 347	184 184	204 884	229 026
Orta Amerika ve Karayipler	130	732	776	923	1 498	1 600	1 709
Avrasya	377	2 274	2 775	3 645	5 801	6 601	7 201
Avrupa	63 780	107 146	118 357	130 126	155 905	171 045	182 491
Orta Doğu	72	115	119	162	408	435	612
Kuzey Amerika	27 089	67 092	69 897	76 495	97 410	104 145	111 987
Okyanusya	1 809	3 235	3 895	4 532	5 068	5 615	6 558
Güney Amerika	483	2 340	2 843	6 558	12 949	15 727	18 678

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 2’de 2008 ile 2018 yılları arasındaki coğrafi açıdan kurulu rüzgâr enerji kapasitesi görülmektedir. 2008 yılında dünyada kurulu rüzgâr enerji kapasitesi 115.280 Mw iken 2018 yılına gelindiğinde bu miktar yaklaşık 5 kat artarak 563.726 Mw olarak gerçekleşmiştir. Asya bölgesi 2008 yılında kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi açısından üçüncü sırada iken 2018 yılına gelindiğinde ilk sıraya yerleşmiştir. 2014 yılına kadar Avrupa’nın gerisinde kalan Asya bölgesi bu yıldan sonra önemli ölçüde artış göstererek Avrupa’yı gerisinde bırakmıştır. 2018 yılında dünyada kurulu rüzgâr enerji kapasitesinin % 40’ını Asya bölgesi karşılamaktadır. 2018 yılı en fazla rüzgâr enerji üretiminde Asya birinci sıradayken, Avrupa ikinci sırada ve onu Kuzey Amerika üçüncü sırada takip etmektedir.

Şekil 23’de 2018 yılında ilk 5 ülkenin kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi görülmektedir. Dünyada en fazla rüzgâr enerjisi üretimine sahip ülke 184.697 Mw ile Çin’dir. 94.295 Mw ile ABD ikinci sıradadır ve onu 59.420 Mw ile Almanya takip etmektedir. İlk beş ülkenin kurulu rüzgâr enerji kapasitesi toplam 397.135 Mw olup dünyadaki kurulu rüzgâr enerji kapasitesinin % 70’i bu ülkelerdedir.

**Şekil 23.** İlk 5 Ülkenin Kurulu Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)

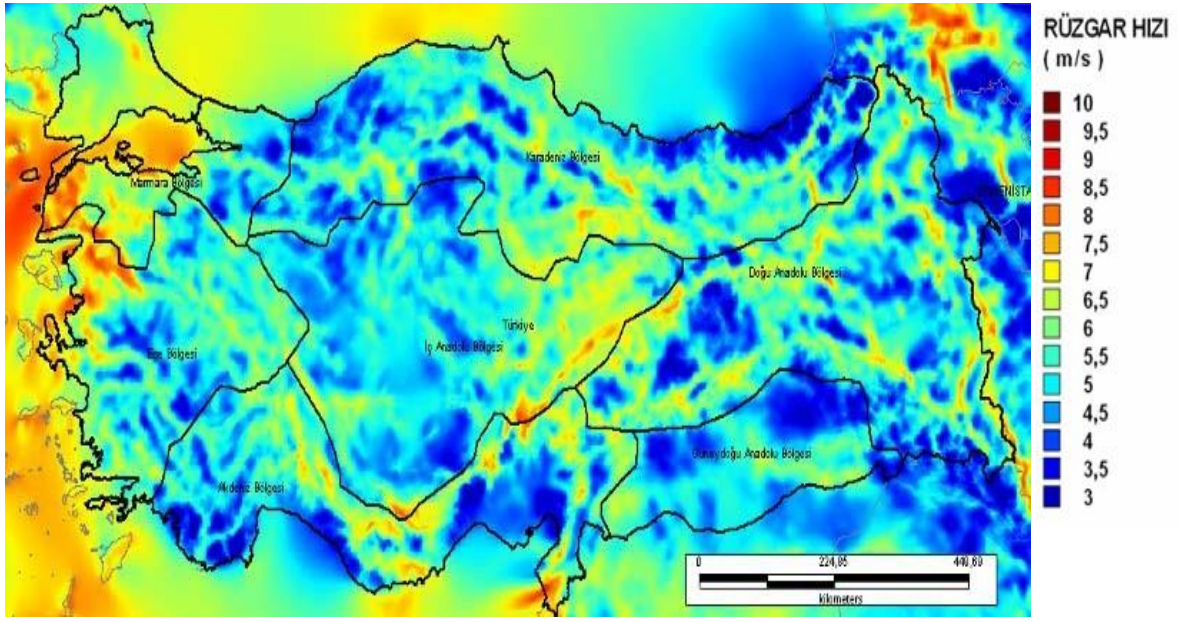


**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Açık denizlerden rüzgâr enerjisi üretimi de son yıllarda büyüme kaydetmiştir. Açık denizlerde karasal alanlardan daha fazla enerji sağlanır. Çünkü rüzgâr potansiyeli karadaki rüzgâr alanlarına göre daha yüksektir. 2017 yılı IEA verilerine göre, dünyadaki açık denizlerden yaklaşık, 55 TWh'ye kadar rüzgâr enerjisi üretilebileceği tahmin edilmektedir. Açık deniz rüzgâr enerji kapasitesi 2017 yılında 18 GW'dir. Bu rakamın 2023 yılında 52 GW'ye yükselmesi beklenmektedir.

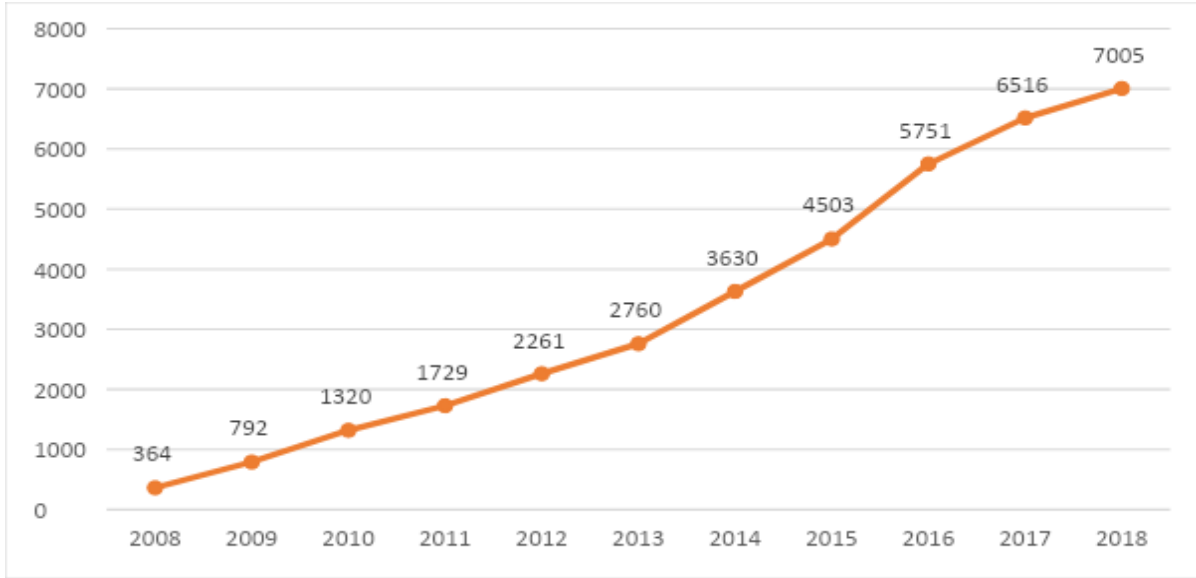
Harita 1'de Türkiye'nin ortalama yıllık rüzgâr hızı dağılımı görülmektedir. Ortalama rüzgâr hızı en yüksek olan bölge Ege bölgesi ve onu Karadeniz bölgesinin kuzey doğu kısmı takip etmektedir. Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası (REPA)'ya göre Türkiye'de yerden 50 metre yükseklikte ve rüzgâr hızının 7,5 m/s olduğu bölgelerde her kilometrekare başına 5 MW kapasiteli rüzgâr enerji santrali kurulabileceği kabul edilmiştir.

**Harita:1** Türkiye’de Ortalama Yıllık Rüzgâr Hızı Dağılımı



**Kaynak:** MGM

**Şekil 24.** Türkiye’nin Kurulu Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 24’de Türkiye’nin 2008-2018 yılları arasındaki kurulu rüzgâr enerji kapasitesi görülmektedir. 2008 yılında Türkiye’de 364 Mw rüzgâr enerjisi üretilirken bu miktar 2018 yılına gelindiğinde 7.005 Mw miktarına yükselmiştir. 2015 yılına kadar artış miktarları istikrarlı seyretmektedir. En yüksek artış 1.248 Mw ile 2014 yılında sağlanmıştır. 2018 yılında dünyadaki kurulu rüzgâr enerji kapasitesinin % 1.25’i Türkiye’de bulunmaktadır. Bu oran Türkiye gibi rüzgâr enerji potansiyeli yüksek olan bir ülke için düşük kalmaktadır.

### 2.2.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun derinliklerinde mevcut ısı ve soğuma işlemini tamamlamamış magmanın kayaç adı verilen doğal taşlar arasında biriken ve ısıenerjisinin akışkanlar tarafından rezervuarlara alınarak depolanması sonucu oluşan sıcaksu, kuru buhar ve buhara denilmektedir (Dickson ve Fanelli, 2004:5).

Dünya jeotermal enerji potansiyeli yüksek olmakla birlikte ülkelerce gerek sıcak su sağlama, gerekse elektrik üretiminde yaygınlıkla kullanılmaktadır (Kervankıran, 2012:5). 2017 REN21 verilerine göre küresel boyutta jeotermal güç kapasitesi, 12,8 GW'dir. Jeotermal enerji alanında en çokyatırımı sırasıyla, Endonezya, Türkiye, Şile, İzlanda ve Honduras gerçekleştirmiştir. IRENA 2018 verilerine göre, küresel boyutta jeotermal enerji kurulu güç kapasitesi 14.369 GW'dir. Jeotermal elektrik kurulu kapasite bakımından ilk beşte yer alan ülkeler sırasıyla, Çin (695.865 MW), ABD (245.245 MW), Brezilya (135.674 MW), Almanya (120.014 MW) ve Hindistan (117.919 MW)'dır.

**Tablo 3.** Coğrafi Açıdan Kurulu Jeotermal Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)

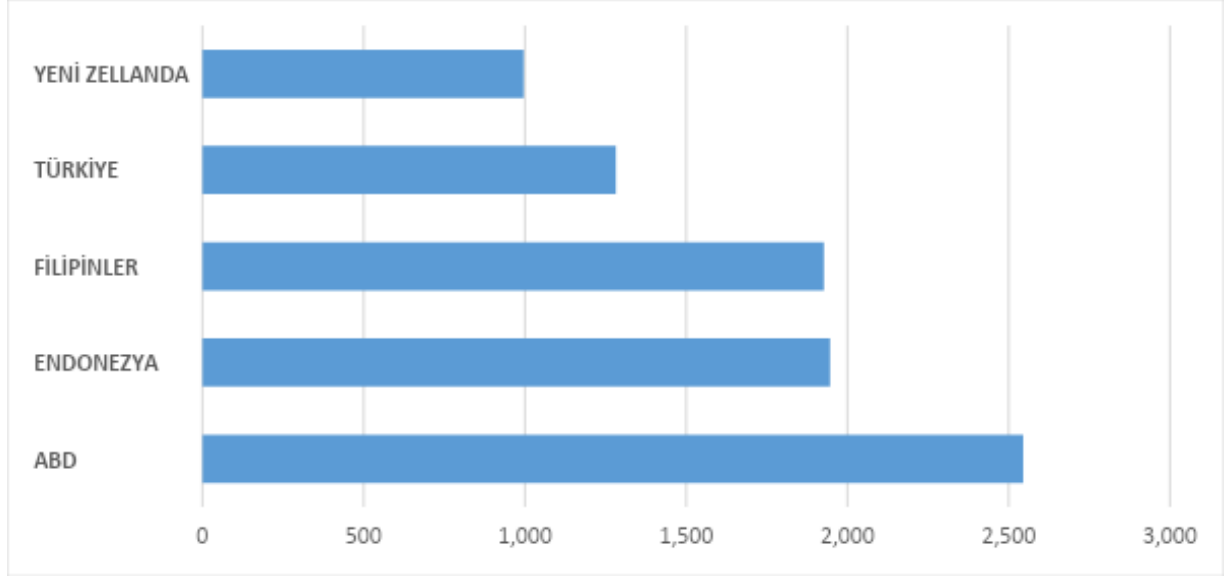
Ülke Grupları	2008	2012	2013	2014	2016	2017	2018
Dünya	9 344	10 482	10 731	11 209	12 281	12 789	13 329
Afrika	135	213	213	373	670	680	670
Asya	3 456	3 721	3 728	3 854	4 112	4 282	4 436
Orta Amerika ve Karayipler	527	656	641	637	630	665	665
Avrasya	110	243	390	483	899	1 142	1 361
Avrupa	1 275	1 446	1 460	1 499	1 501	1 556	1 601
Orta Doğu	0	0	0	0	0	0	0
Kuzey Amerika	3 192	3 416	3 430	3 327	3 443	3 414	3 496
Okyanusya	649	787	869	1 035	1 027	1 027	1 052
Güney Amerika	1	0	0	0	0	24	48

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 3'de 2008-2018 yılları arasındaki coğrafi açıdan kurulu jeotermal enerji kapasiteleri görülmektedir. Yapılan yatırımlar ve sondaj çalışmaları nedeniyle jeotermal enerji kurulu kapasite miktarları giderek artmaktadır. Tabloya bakıldığında Orta Doğu ülkeleri jeotermal enerjisi açısından bir gelişme gösterememiştir. Güney Amerika 2008 yılında 1 Mw jeotermal enerji üretirken 2012 yılı itibariyle bu üretiminide gerçekleştirememiş, ancak 2017 yılında 24 Mw kurulu rüzgâr enerji kapasitesine ulaşmış ve 2018 yılında da 2 kat artarak 48 Mw seviyesine gelebilmiştir. Asya bölgesi 2008 yılında 3.456 Mw rüzgâr enerjisi üretirken 2018 yılına gelindiğine bu miktar önemli bir artış göstermemiş ve 4.436 Mw olarak gerçekleşmiştir. Avrasya bölgesi tüm bölgeler içerisinde en fazla artış gösteren bölge olmuş ve 2008 yılında 110 Mw kurulu rüzgâr enerji kapasitesine sahipken 2018 yılında gelindiğinde

kapasitesini 12 kat arttırarak 1.361 Mw olarak gerçekleştirmiştir. Kuzey Amerika 2008 yılında 3.192 Mw rüzgâr enerjisi üretirken, 2018 yılına geldiğinde yok denecek kadar az bir artışla 3.496 Mw olarak gerçekleşmiştir.

**şekil 25.** İlk 5 Ülkenin Kurulu Jeotermal Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)

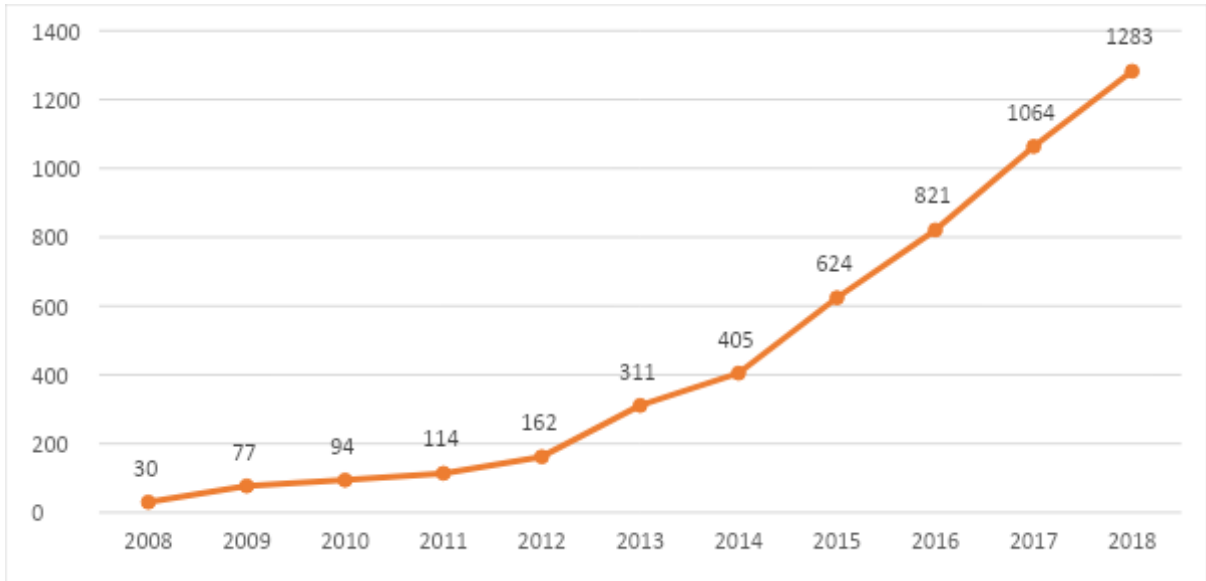


**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

şekil 25’de dünyadaki kurulu jeotermal enerji kapasitesi bakımından ilk 5 ülke görölmektedir. Jeotermal enerjiden en çok elektrik üretimi yapan ülke 2.546 Mw ile ABD’dir. ABD’yi sırasıyla, Endonezya(1.946 Mw), Filipinler(1.928 Mw), Türkiye(1.283 Mw) ve Yeni Zelanda(996 Mw) takip etmektedir. 2018 yılı dünyadaki kurulu jeotermal enerji kapasitesi toplam 13.329 Mw olup ilk beş ülke bu miktarın yaklaşık % 65’i bu ülkelerdedir. Jeotermal enerjiyi sıcak su vb. alanlarda en çok kullanan ülkeler ise sırasıyla, ABD, Çin İsviçre, Belarus ve Norveç’tir ([www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr)).

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de jeotermal enerjisi önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde jeotermal enerji, genellikle termal ve turizm amaçlı kullanılmakta ve bir kısmıyla da elektrik üretimi yapılmaktadır. Enerji bakanlığı verilerine göre, Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli 31.500 MW’dır. Son yıllarda jeotermal enerji aramalarında hız gösterilmiş ve 2 bin m düzeyinden 28 bin düzeylerine çıkarılmıştır. Kullanılabilir ısı kapasitesi 2014’de 3.100 MWt iken, 2018 yıl sonu verilerine göre bu miktar, 5.000 Mwt’ye yükselmiştir. Aşağıdaki şekil 26’de Türkiye’de 2008-2018 yılları arasındaki kurulu jeotermal kapasitesi görölmektedir.

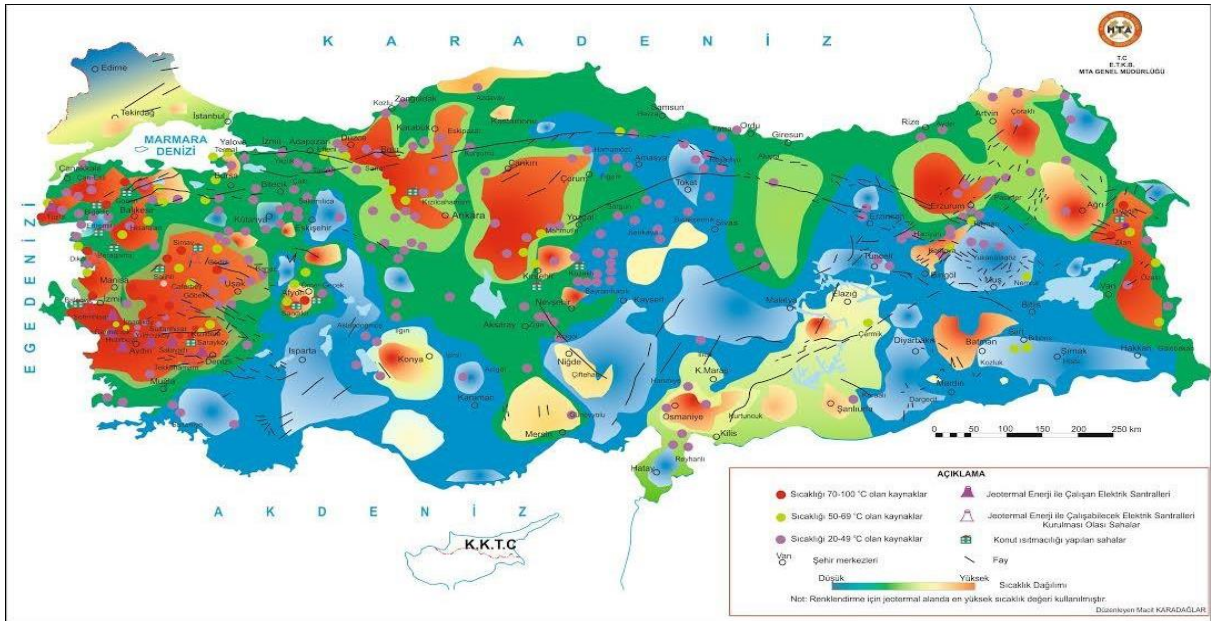
**Şekil 26.** Türkiye’de Kurulu Jeotermal Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

2008 yılında Türkiye’de kurulu jeotermal enerji kapasitesi 30 Mw iken gerekli sondaj çalışmaları ve yatırımların artmasıyla birlikte her geçen yıl artmış ve 2018 yılına gelindiğinde bu miktar 1.283 Mw olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılına kadar düşük miktarlarda artış gösteren jeotermal enerji üretimi 2014 yılından itibaren hızla artmaya başlamıştır. Son 10 yılda jeotermal enerji üretimi ülkemizde yaklaşık 43 kat artmıştır. Ülkemiz jeotermal enerji potansiyeli bakımından önemli bir yere sahip olmasına rağmen yeterli düzeyde gelişim gösterememiştir.

**Harita:2** Türkiye’nin Jeotermal Potansiyeli



**Kaynak:** ([www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal](http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal), (08.04.2019))

#### 2.2.2.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, köken olarak fosil olmayan ve mısır, buğday vb. bitkiler, yosun ot, hayvan dışkıları, gübre, endüstriyel atıklar, organik evsel atıkların işlenmesi üzerine açığa çıkan enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi işlemidir. Fosil yakıtların doğada kısıtlı olması ve çevre kirliliklerine yol açması nedeniyle biyokütle enerjisi hem bu sorunlara engel olması ve hem de çeşitli zararlı atıkların ortadan kaldırılması açısından son yıllarda giderek önem kazanmaktadır (<http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle.aspx>, 21.05.2019).

Biyokütle enerjisinin kullanımı bakımından birçok çeşidi bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan türler, biyogaz, biyodizel ve biyoetanoldür. Yaygın olmayan diğer türleri ise, biyoetanol, biyodizel, biyogaz, biyodimetiler, biyomentanol, biyoyağdır (Yılmaz, 2012:34).

**Tablo 4.** Coğrafi Açıdan Kurulu Biyokütle Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)

Ülke Grupları	2008	2012	2013	2014	2016	2017	2018
Dünya	55 132	77 867	84 703	90 625	104 788	109 994	115 731
Afrika	916	1 196	1 290	1 444	1 495	1 501	1 557
Asya	11 826	16 352	18 631	21 315	29 450	32 828	36 228
Orta Amerika ve Karayipler	1 320	1 548	1 647	1 809	2 432	2 475	2 580
Avrasya	1 356	1 341	1 406	1 628	1 767	1 880	1 980
Avrupa	20 638	30 687	31 700	33 205	35 731	36 643	38 458
Orta Doğu	12	67	72	80	98	98	98
Kuzey Amerika	11 855	13 311	14 396	15 050	16 281	16 565	16 563
Okyanusya	960	1 003	998	1 008	1 008	1 022	1 048
Güney Amerika	6 247	12 362	14 564	15 086	16 527	16 982	17 219

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

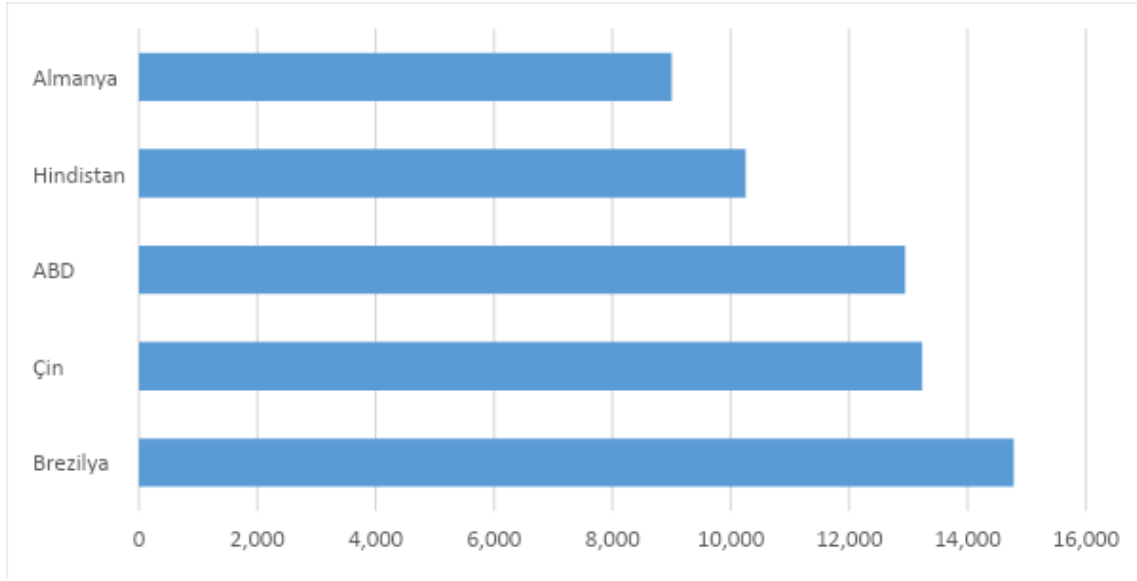
Tablo 4’de 2008-2018 yılları arasındaki dünyada coğrafi açıdan kurulu biyokütle enerji kapasitesi görülmektedir. 2008 yılında dünyada kurulu biyokütle enerji kapasitesi 55.132 Mw iken 2018 yılına gelindiğinde yaklaşık 2 kat artış göstererek bu miktar 115.731 Mw olarak gerçekleşmiştir. Avrupa bölgesi 2008 yılında 20.638 Mw ile ilk sırada Asya bölgesi ise 11.826 Mw ile ikinci sırada yer almaktadır ve aralarında neredeyse 2 kat fark gözlenirken, 2018 yılına gelindiğinde bu fark neredeyse kapanmıştır. En yüksek biyokütle enerji üretimi gerçekleştiren bölge Asya bölgesi iken en az üretim yapan bölge ise 2008 yılında 12 Mw ve 2018 yılında 98 Mw olarak gerçekleşen Orta Doğu bölgesidir.

Şekil 27’de ilk beş ülkenin 2018 yılı kurulu biyokütle enerjisi kapasitesi görülmektedir. Dünyada biyokütle enerjisi kurulum kapasitesi bakımından en büyük paya sahip ülkesi yaklaşık 15.000 MW ile Brezilya’dır. Çin 13.300 MW ile ikinci sıradayken onu, 13.000 MW ile ABD takip etmektedir. İlk beş ülkenin biyokütle toplam kurulu güç kapasitesi 60.218 MW’dır. Bu miktar dünyadaki biyokütle kurulu güç kapasitesi olan 115.731 MW’nin



% 52,09'udur.

**Şekil 27.** İlk 5 Ülkenin Kurulu Biyokütle Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)

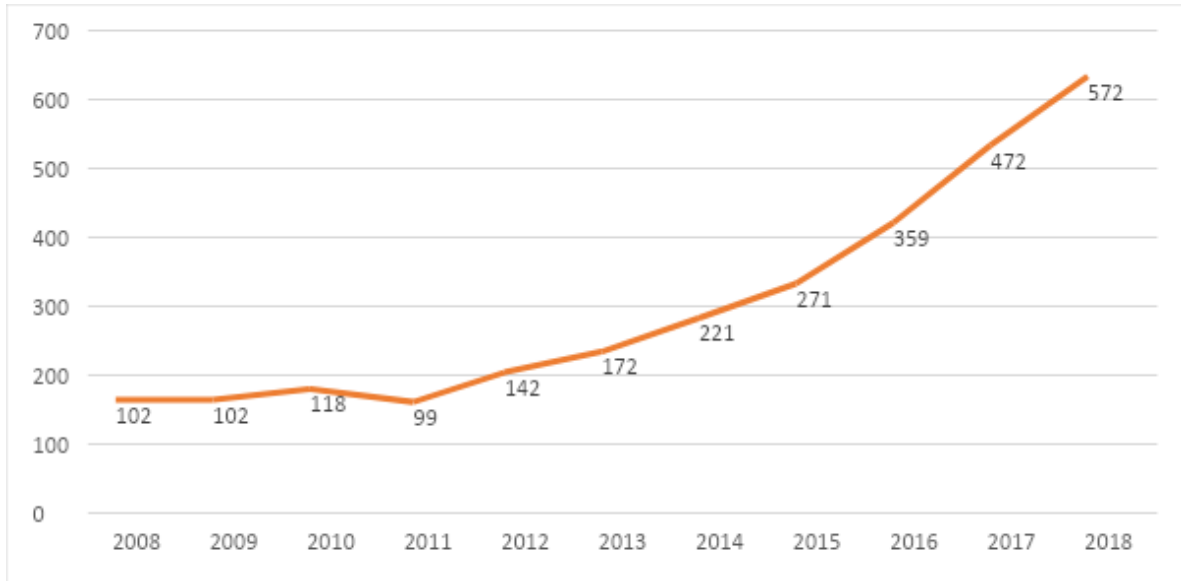


**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Türkiye'deki biyokütle atık potansiyeli ortalama 8,6 milyon ton TEP olduğu öngörülmektedir. 2007 yılında ülkemizde biyokütle kurulu gücü 42,7 MW iken 2017 yılı son verilerine göre 112 adet atık enerji santrali sayesinde 641,9 MW ile % 0,75 olmuştur. Bu ise toplam kurulu gücün % 0,7 oranına karşılık gelmektedir. Ayrıca 2017 yılı son verilerine göre biyokütle kaynaklarından 2.797 GWh elektrik üretilmiş olup, toplam enerji üretiminin % 0,95'i biyokütle enerjiden karşılanmıştır. Bu doğrultuda 2023 biyokütle hedefinin 2.000 MW olması beklenmektedir. Bu hedefi gerçekleştirmek adına birçok gerekçe vardır (ETKB, <http://www.enerji.gov.tr/tr>, 20.08.2018). Bunlardan birisi Türkiye'deki 1,5 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP) orman atıklarının enerjiye dönüştürülebileceğidir.

Şekil 28'de 2008-2018 yılları arasında Türkiye'nin Kurulu biyokütle enerji kapasitesi görülmektedir. 2008 ve 2009 yıllarında biyokütle enerjisi üretimi 102 Mw gerçekleşerek sabit kalmış 2010 yılında 16 Mw'lik bir artış göstermiştir. Bu yıldan sonra üretiminde düşüş yaşanmış ve 99 Mw seviyesine gerilemiştir. 2011 yılından itibaren bu miktar yıllara göre artarak devam etmiş ve 2018 yılına gelindiğinde 572 Mw olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında kurulu biyokütle enerji kapasitesi 2008 yılın göre yaklaşık 6 kat artmıştır.

**Şekil 28.** Türkiye’de Kurulu Biyokütle Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

#### 2.2.2.5. Hidrolik Enerji

Hidroelektrik enerjisi akan suyun gücü kullanılarak bu gücün elektriğe dönüştürülmesi işlemidir. Enerji miktarını suyun akış hızı belirlemektedir. Suyun yüksek noktadan düşmesi veya büyük nehirlerde akan su yüksek miktarda enerji edilmesini sağlamaktadır. Her iki yolla da boru veya kanallar içine alınan su türbinlere doğru akar ve türbinlerin dönmesini sağlar. Bu türbinler jeneratörlere bağlıdır ve bu işlemle mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürür (ETKB, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), 07.06.2019).

Hidroelektrik enerjisi dünyadaki en eski yenilenebilir enerji kaynağıdır ve en yaygın kullanılan türdür. Büyük ölçekli uygulamalar sonucu, Toprak erozyonu biyolojik çeşitliliğin kaybolması, serbest akan akarsuların kesilmesi vs. zararlara yol açmaktadır. Bu zararlara rağmen ucuz ve direk olarak sera gazı yaymaması nedeniyle dünyada en çok tercih edilen yenilenebilir enerji kaynağıdır (Önal, 2010:82).

**Tablo 5. Coğrafi Açıdan Kurulu Hidrolik Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)**

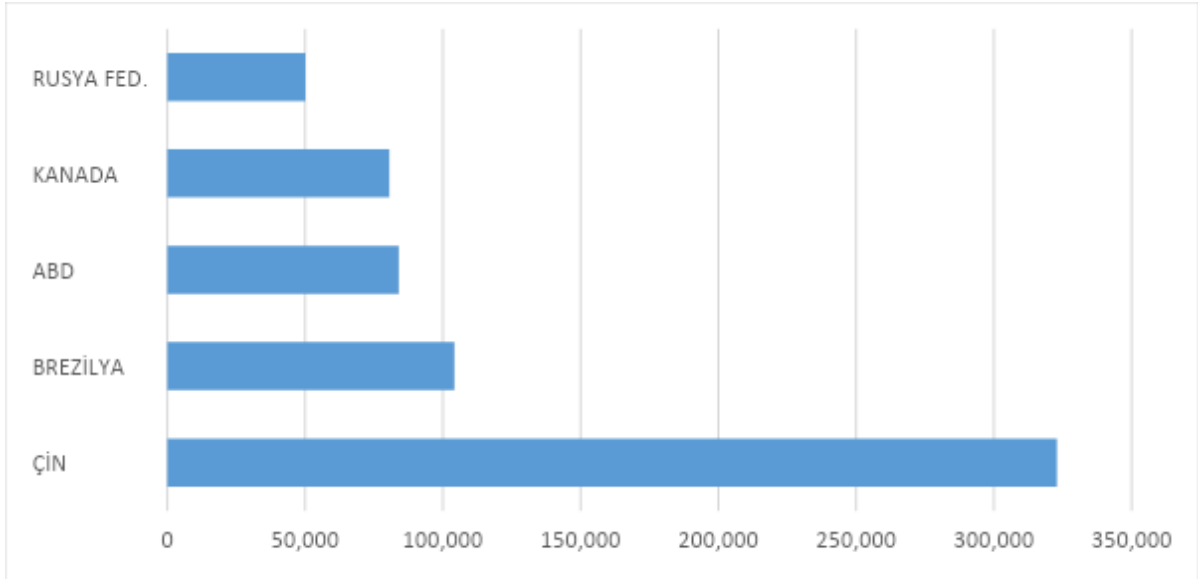
Ülke Grupları	2008	2012	2013	2014	2016	2017	2018
Dünya	957 927	1 089 457	1 135 533	1 173 802	1 243 874	1 271 241	1 292 595
Afrika	23 948	27 674	28 841	28 957	31 405	34 837	35 681
Asya	316 136	414 305	451 250	479 353	515 531	530 788	543 887
Orta Amerika ve Karayipler	5 100	6 216	6 317	6 632	7 821	7 882	8 197
Avrasya	65 595	73 901	77 335	79 108	82 544	83 908	85 157
Avrupa	202 738	209 080	210 992	211 713	218 086	219 164	220 219
Orta Doğu	11 386	13 001	13 521	14 685	16 927	17 269	17 415
Kuzey Amerika	185 682	188 360	188 850	190 254	195 720	196 273	196 589
Okyanusya	15 049	15 304	14 556	14 567	14 616	14 621	14 621
Güney Amerika	132 293	141 616	143 871	148 532	161 225	166 500	170 829

**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Tablo 5’de 2008-2018 yılları arasındaki coğrafi açıdan kurulu hidrolik enerji kapasitesi gösterilmektedir. 2008 yılına bakıldığında dünyada toplam 957.927 Mw kurulu hidrolik enerji kapasitesi bulunduğu görülmektedir. Bu miktar 2018 yılında 334.668 Mw’lik önemli bir artış miktarıyla 1.292.595 Mw seviyelerine yükselmiştir. 2008 yılında en fazla biyokütle enerjisi üretimini 316.136 Mw ile Asya bölgesi gösterirken, 202.738 Mw ile Avrupa ikinci sırada ve onu, Kuzey Amerika üçüncü sırada takip etmektedir. 2008-2018 yılları arasında en fazla artış gösteren bölge Asya bölgesi olmuştur. Okyanusya bölgesi 2008 yılında 15.049 Mw iken yıllar geçtikçe biyokütle enerji üretiminde düşüşler yaşayarak 2018 yılında 14.621 Mw seviyelerine gerilemiş ve tabloda tek gerileme yaşayan bölge olmuştur.

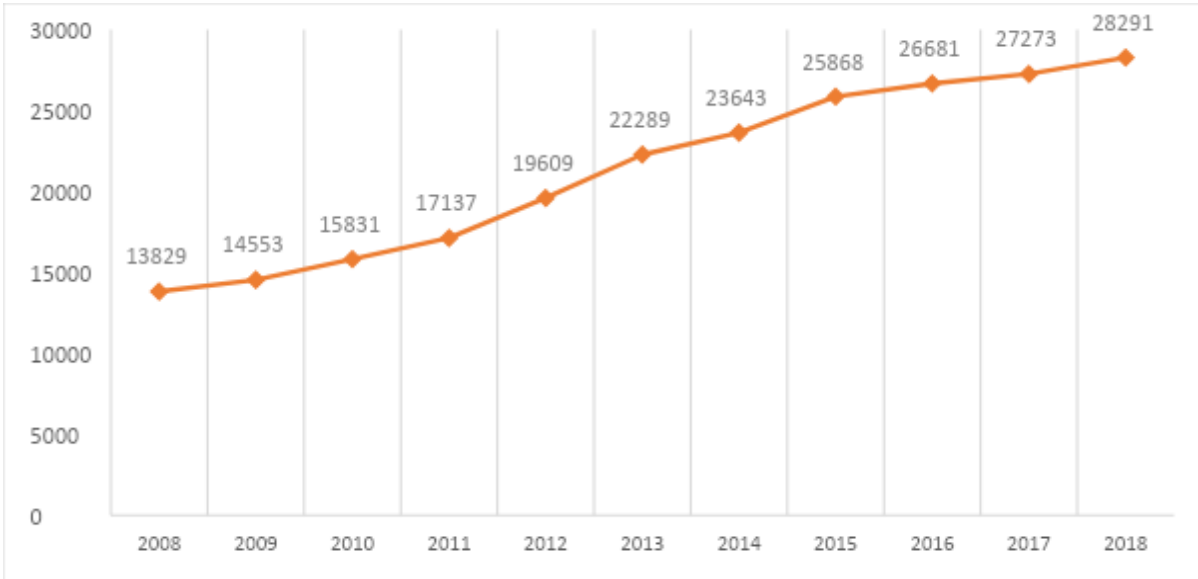
Şekil 29’da 2018 yılı kurulu hidrolik enerji kapasitesi bakımından ilk 5 ülke görülmektedir. Dünyada en fazla hidrolik enerji üretimini gerçekleştiren ülke 322.872 Mw ile Çin olmuştur. Brezilya 104.195 Mw ile ikinci sırada ve onu, 84.007 Mw ile ABD takip etmektedir. biyokütle enerji üretimi bakımından Çin ile Brezilya arasında büyük fark bulunmaktadır. Diğer dört ülkenin biyokütle enerji üretimi hemen hemen birbirine yakın miktarlarda gerçekleşmiştir. 2018 yılında dünyada ilk beş ülkenin kurulu hidrolik enerji kapasitesi 641.768 Mw’dır ve bu miktar dünyada toplam kurulu hidrolik enerji kapasitesi olan 1.292.595 Mw’nin yaklaşık % 50’sidir.

**Şekil 29.** İlk 5 Ülkenin Kurulu Hidrolik Enerjisi Kapasitesi (2018, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

**Şekil 30.** Türkiye’de Kurulu Hidrolik Enerjisi Kapasitesi (2008-2018, Mw)



**Kaynak:** International Renewable Energy Agency (IRENA)

Şekil 30’de 2008-2018 yılları arasında Türkiye’deki Kurulu hidrolik enerji kapasitesi gösterilmektedir. 2008 yılında hidrolik enerji üretimi 13.829 Mw iken 2018 yılına gelindiğinde bu miktar 14.462 Mw artarak 28.291 Mw seviyesine yükselmiştir. Yıllar arası artış miktarlarına bakıldığında artışların istikrarlı olduğu görülmekte önemli ölçüde artışların görülmediği izlenmiştir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### EKONOMİK BÜYÜME İLE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE

### CO2 SALINIMI İLİŞKİSİ PANEL VERİ ANALİZİ

#### 3.1. LİTERATÜR

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi kapsamında çalışma sayısında artış görülmüştür. Bu çalışmalar, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan eğilimindeki artışlar ülkelerin kalkınma ve ekonomik büyümeleri açısından ne derece önemli olduğunun açıkça göstergesidir. Ayrıca yapılan çalışmalarda ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki tek yönlü ve çift yönlü nedenselliklerin çıktığı çalışmalara rastlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Kızılbay (2017), 1990-2006 yıllarındaki BRICTS ülkeleri için yaptıkları çalışmada hem uzun dönemde hem de kısa dönemde ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynakları arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna varmıştır.

Uçak (2010), 1980-2007 dönemi için OECD ülkeleri arasında gerçekleştirdiği çalışmasında, uzun dönemde yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkiye rastlamış ve yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik bulmuştur.

Apergis ve Payne (2010), 1985-2005 yılları arasında 20 OECD ülkeleri üzerinde yaptığı çalışmasında, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki bulmuştur. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının esneklik katsayısını 0,76 olarak bulmuştur. Bunun sonucunda ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna varmıştır.

Akay vd. (2015), 1988-2010 yılları arasında Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkeleri için bir çalışma yapmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYİH ve kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu verilerini kullanarak yaptığı çalışmada eşbütünleşme ilişkisi bulamamış ama ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik bulmuştur.

Apergis ve Payne (2012), 1990-2007 arasındaki dönemde 6 Amerika bölgesi ülkesini ele almıştır. Elde edilen sonuçlara göre, eşbütünleşme olduğu ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik tespit etmiştir.

Sebri ve Ben-Salha (2014), BRICS ülkelerini 1971-2010 dönemi için incelemiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYİH, CO2 emisyonu ve dışa açıklık verilerini kullanmıştır. Analiz sonuçlarına göre eşbütünleşme olmakla birlikte ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Inglesi-Lotz (2015), 1990-2010 yılları arasında seçilmiş 34 OECD ülkeleri arasında bir analiz yapmıştır. buna göre yenilenebilir enerjinin esneklik katsayısını 0,105 olarak tahmin etmekle birlikte seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit etmiştir.

Salim vd. (2014), 29 ülkeyi kapsayan çalışmada 1980-2012 dönemi için seriler arası bir eşbütünleşme olup olmadığını sınamıştır. Bu çalışmaya göre ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında eşbütünleşme olduğunu ve nedensellik analizi sonucu yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYİH arasında tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji esneklik katsayısını 0,101 bulmuştur.

Tiwari (2011), 16 AB üye ülkesini 1965-2009 yılları arasında GSYİH, yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenemeyen enerji kaynaklarını ve CO<sub>2</sub> emisyon verileriyle, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensellik testi uygulamıştır. Bunun sonucunda ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulmuştur.

Menegaki (2011)), AB üye ülkelerinin 1997-2007 yılları arasındaki kişi başına reel GSYİH, enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve yenilenebilir enerji tüketimi verilerini kullanarak bir çalışma yapmıştır. Bunun sonucunda yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olduğu sonucuna varmıştır.

Ucan vd. (2014), 1990-2011 yılları arasında AB üye ülkeleri için yaptığı çalışmada, reel GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi, CO2 emisyonu, reel gayri safi sabit sermaye oluşumu enerji teknolojisi araştırma ve geliştirme göstergeleri verilerini kullanarak, Panel Eşbütünleşme Testi, Panel FMOLS ve VECM Granger nedensellik testi kullanarak test etmiştir. Sonuçlara göre, eşbütünleşme tespit edilmekle birlikte, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik tespit edilmiştir.

Farhani ve Shahbaz (2014), Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin 1980-2009 yılları arasında ele almıştır. Kişi başına yenilenemeyen enerjiden sağlanan tüketimi, kişi başına yenilenebilir enerjiden sağlanan tüketimi, kişi başına reel GSYİH ve Kişi başına CO2

emisyonu verilerini kullanarak analiz etmiştir. Bunun sonucunda eşbütünleşme ilişkisi bulmuş fakat nedensellik ilişkisine rastlamamıştır.

Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini tek ülke kapsamında inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, Bowden (2010), Begum vd. (2015), Shahbaz vd. (2015), Menyah ve Wolde-Rufael (2010), Al-Mulali vd. (2013), Pao ve Fu (2013), Ocal ve Aslan (2013), Fang (2012), Lin ve Moubarak (2014), Yıldırım vd. (2012), Alshehry ve Belloumi (2015).

Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimini çoklu ülkeler için yapılan diğer çalışmalar, Çınar ve Yılmaz (2015), Bilgili vd. (2016), Apergis ve Payne (2011), Menegaki (2013), Bhattacharya vd. (2016), Jebli ve Youssef (2015), Jebli vd. (2016), Sadorsky (2009), Cho vd. (2015), Apergis vd. (2010), Omri vd. (2015), Salim ve Rafiq (2012)

Bu çalışmalar sonucu göstermiştir ki, Kızılbay (2017), Uçak (2010), Apergis ve Payne (2010), Akay vd. (2015), Apergis ve Payne (2012), Sebri ve Ben-Salha (2014)'in çalışmalarında benzer sonuçlara rastlanmıştır. Hepsinde de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Ayrıca az gelişmiş ülkeler arasında yapılan çalışmalara göre, Farhani ve Shahbaz (2014) eşbütünleşme ilişkisi bulmuş fakat Akay vd. (2015) bunun aksine eşbütünleşme ilişkisi bulamamışlardır.

### **3.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışmada seçilmiş G20 ülkelerinin yenilenebilir enerji tüketimlerinin, o ülkelerin ekonomik büyümelerine olası katkıları incelenmek istenmektedir. Araştırmanın asıl amacı son dönemde çeşitli nedenlerle önem kazanan yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektir. Bir diğer amaç ise, araştırma konusu olan sürdürülebilir kalkınma sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan eğilimi tespit etmek, bugün ve gelecek yıllarda uygulanacak politikalara ışık tutmak amaçlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kavramları hem çevresel kirliliğin ortadan kaldırılması, hem de güvenilir ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle küresel anlamda büyük önem taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda, yenilenebilir enerji kaynak tüketim miktarları ve Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla ve CO<sub>2</sub> emisyon miktarları araştırmanın değişkenleri kapsamındadır. Çalışmanın sonucunda ülkelerin yenilenebilir enerji tüketimlerinin ekonomik büyümelerine olası etkileri ve bu kaynaklara yönelmenin sonuçları tespit edilecektir.

### 3.3. Veri Seti ve Ekonomik Yöntem

Araştırmada 2007-2017 yılları arasında seçilmiş G20 ülkelerinden 17 ülkenin yıllık verileri kullanılmıştır. G20 kapsamında olan ülkeler ABD, İtalya, Fransa, Almanya, Arjantin, Avustralya, Birleşik Krallık, Brezilya, Çin, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Suudi Arabistan, Güney Kore, Avrupa Birliği Komisyonu, Japonya, Kanada, Meksika, Rusya ve Türkiye'dir. Yenilenebilir enerji kaynak tüketimi veri eksiklikleri nedeniyle Avrupa Birliği Komisyonu, Suudi Arabistan ve Güney Kore analiz dışı bırakılmıştır. Bu doğrultuda yer alan ülkelerin toplam yenilenebilir enerji tüketimi, Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla ve CO<sub>2</sub> verileri kullanılmıştır. Enerji tüketimi ülke sınırları kapsamında üretilen mal ve hizmet ile ilişkili olduğundan dolayı Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla yerine 2010 yılı sabit dolar ile ölçülmüş Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi için terawatt/saat enerji birimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu için, kişi başına metrik ton birimi kullanılmıştır.

**Tablo 6.** Değişkenlerin Tanım ve Kaynakları

Değişkenler	Değişken Tipi	Tanımı	Kaynak
GSYİH	Bağımlı Değişken	Reel Sabit GSYİH(2010, milyar US\$)	World Bank
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Bağımsız Değişken	Terawatt/saat (Tw/s)	BP Statistical Review of World Energy
CO <sub>2</sub> Emisyonu	Bağımsız Değişken	Kişi Başına Metrik Ton	Knoema

Çalışma EViews 9 istatistik paket programı kullanılarak panel veri analiz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yatay kesit boyutunun 17 ülke ( $N=17$ ), zaman boyutunun 10 yıl ( $T=10$ ) olduğu dengeli panel veri analizi kullanılmıştır. Sonuçlar % 95 güven aralığında 0.005 değeri ile karşılaştırılmıştır. Analizde, bağımlı değişken olarak Kişi başına Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla ve bu seri üzerinde etkili olabilecek bağımsız değişkenler modelde gösterilmiştir. Modelde  $\log Y$ , Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla miktarının,  $IRES$ , Yenilenebilir Enerji Toplam Tüketiminin ve  $ICO_2$  ise Karbon Emisyonunun logaritmalarını temsil etmektedir. Tüm verilerin logaritmaları alınarak analiz edilmiştir. Öncelikle, verilerin durağanlığının tespit edilmesi için çeşitli panel birim kök testleri uygulanmış, ardından sırasıyla Johansen Fisher Panel Eşbütünlüme, Dumitrescu-Herlin Panel Nedensellik ve Havuzlanmış Regresyon analizi uygulanmıştır.



Birden fazla birime ait olan tek bir yılın verilerini oluşturan, yatay kesit verileri ile tek bir birime ait birbirini takip eden yıllara ait verilerden oluşan zaman serisi verilerinin bir araya getirilmiş hali panel veri setidir. Başka bir ifadeyle, panel veri analizlerinde hane halkları, firmalar ve bireyler gibi birimlerin kesit gözlemler ile zaman serileri bir araya getirilmektedir. Bu yöntem zaman serilerine göre daha fazla serbestlik derecesine sahip olmakla birlikte daha fazla değişkeni içermesi sebebi ile çoklu doğrusal ilişkiyi büyük ölçüde çözmektedir (Tarı, 2011: 480).

Panel verinin bir farklı tanımı ise, “varlıkların davranışlarının zaman içinde gözlemlendiği bir veri kümesi” şeklindedir. Bu varlıklar ülkeler, şirketler, bireyler ve uluslar olabilir. Panel veriler; diğer birimlerdeki uygulama farklılıkları veya kültürel faktörler gibi değişkenler ya da zamanla değişen ama diğer birimde değişmeyen ulusal politikalar, ülke genelindeki düzenlemeler, uluslararası anlaşmalar vb. gibi değişkenleri ölçme imkânı vermektedir. Sonuç olarak, panel veri hususi heterojenliği ifade etmektedir. Panel veri ile farklı analiz düzeylerinde, çok düzeyli ya da hiyerarşik modellemeye uygun değişkenler (öğrenciler, okullar, ilçe, devlet) kullanılabilir (Torres, 2007: 2).

Zaman serilerinde oluşan veri setinin durağan olmaması halinde tahmincilerin asimptotik dağılımları normal dağılıma yakınsamayacaktır. Panel veri setinde ise birden çok bağımsız birim mevcuttur ve bu birimlerin her birinin durağan olmaması halinde bile tahmincilerin asimptotik dağılımları normal dağılıma yakınsayacaktır. Bundan dolayı, panel veride daha az birim kök durumu söz konusu olmaktadır (Hsiao, 2003: 2).

Panel veri yöntemi bazı avantajlar sağlamaktadır. Bunlar; kesitlerde ve zaman serilerinde gözlenemeyen davranışlarda zaman içindeki ve bireysel değişimler, gözlenebilen ve gözlenemeyen bireysel heterojenlik, zengin hiyerarşik yapı, daha karmaşık modeller, sadece kesit alanı veya zaman serisi verileri ile tek tek modellenemeyen özellik ve iktisadi davranış dinamikleri gibi (Greene, 7).

Bunun yanında, panel veri yönteminin birkaç zayıf yönü vardır; veri bulma konusundaki zorluk, hem zaman serisi modellerine hem de yatay kesit modellerine özgü sapmalar taşıması nedeni ile hata teriminin çoğunlukla sapmalı olması ve genellikle çok fazla birim sayısına karşılık zaman boyutunun daha kısıtlı olması. Bu sonucunu, serilerin birim sayısına bağlı asimptotik özellikler taşımasına neden olur. Bu ise çözümü zor ekonometrik problemlerin ortaya çıkmasına yol açar (Tatoğlu, 2013: 14).

### 3.4. Araştırma Modeli

Seçilmiş G20 ülkelerinin kişi başına düşen GSYİH miktarının açıklanmasında bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji kaynakları ve CO2 emisyonunun bir etkisi olup olmadığını incelenecek olup, varsa iktisadi olarak nasıl ve ne yönde bir etkisi olduğunu tespit edebilmek için açıklayıcı değişkenlerin olası kombinasyonları gösterilmektedir.

$$= \beta_0 + \beta_1 IRES_{it} + \beta_2 ICO_{2it} + \varepsilon_{it} \quad (1.1.)$$

$\log Y_{it}$ : t. yılda i. ülkenin kişi başına düşen GSYİH miktarlarının logaritması

$\beta_1 IRES_{it}$ : t. yılda i. ülkenin toplam yenilenebilir enerji tüketiminin logaritmasını

$\beta_2 ICO_{2it}$ : t. yılda i. ülkenin CO<sub>2</sub> emisyon miktarının logaritmasını

$\beta_0$ : tüm birimler için sabit regresyon katsayıları

$\varepsilon_{it}$  t. yılda i. ülkenin tesadüfi hatasını göstermektedir.

Çalışmanın modeli şu şekildedir,

$$\log Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 RESt_{it} + \beta_2 CO_{2it} + \varepsilon_{it} \quad (1.2.)$$

$$i: 1, \dots, 17 \quad T: 2007, \dots, 2017$$

#### 3.4.1. Panel Birim Kök Testleri

Korelasyon yokluğunda kesit birimleri arasında uygulanan testlere Birinci Nesil Panel Birim Kök Testleri denilmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır; Levin Lin testi (1992), Breitung testi (2000), Choi(2001) testi, Levin-Lin-Chu(2002) testi ve Im-Perasan-Shin testi (2003)'tür (Şak, 2018: 272).

Panel veri yönteminde t zamanındaki k sayıdaki değişken ile n sayıdaki yatay kesit verisine dayanması nedeniyle, model, zaman ve boyut etkilerini içermektedir. Tıpkı zaman serisi analizlerinde olduğu gibi, panel veri analizinde de sahte regresyon problemi ile karşı karşıya kalmamak için, analize başlamadan önce serilerin birim köke sahip olup olmadıkları birim kök testi ile araştırmaktadır. Serilerin durağanlık belirlenmesi için birçok birim kök testi bulunmaktadır (Ağır ve Utlı, 2011: 274).

Panel birim kök testleri, ilk kez Abuaf ve Jorion (1990) tarafından satın alma gücü paritesi hipotezinin sınanmasında kullanılmış ve zaman içerisinde söz konusu testlerde önemli gelişmeler olmuştur. Levin-Lin (1992), Im-Pesaran-Shin (1997), Taylor-Sarno (1998),

Maddala-Wu (1999), Hadri (2000), Breuer vd. (2001), Pesaran (2006) vb. birçok yeni birim kök test geliştirilmiştir. Panel birim kök testleri, verileri zaman ve yatay kesit boyutları ile modele dâhil etmektedir. Ayrıca, yatay kesit boyutunun eklenmesi neticesinde panel verideki değişkenlik artmakta ve bu nedenle de panel veri birim kök testlerinin zaman serileri birim kök testlerinden daha güçlü olduğu savunulmaktadır (Yıldırım vd. 2013: 88).

Söz konusu birim kök testleri Quah (1992, 1994) ve Levin-Lin (1993) tarafından geliştirilmiştir. Quah tarafından sunulan testler, bireysel özellikli etkileri ve farklı yapılarıdaki artık dizi korelasyonu vb. gruplar arası heterojenliği içermemektedir. Levin-Lin testi, gruplar arası dinamik heterojenlikle birlikte bireysel özellikli etkilere olanak vermesi nedeni ile daha uygulanabilir olup, yatay kesit boyutu  $N$ 'nin ve zaman boyutu  $T$ 'nin sonsuzluğa gitme eğiliminde olması nedeni  $N/T \rightarrow 0$  gerektirmektedir (Im, Pesaran ve Shin, 2003: 54).

Panel birim kök testleri, zaman serisi birim kök testler kullanarak elde edilmiştir. Panel birim kök testlerinin zaman serisi birim kök testlerinden en büyük farkı ise,  $T$  zaman boyutunda ve  $N$  yatay kesit boyutundaki asimptotik davranışların göz önünde bulundurulmasıdır. Panel verilerin durağanlaştırılmak isteniyorsa,  $N$  ve  $T$ 'nin sonsuza yakınsaması kritik bir önem taşımaktadır. Bu nedenle sıralı limit teorisi, diyagonal iz limitleri, ortak limitler vb. yöntemler kullanılmaktadır (Nell ve Zimmermann, 2011: 2).

Quah (1990, 1994), panel veriyi analiz etmek üzere tesadüfi dağılımı kullanmış ve panel verinin yatay kesit ve zaman boyutu istenildiği gibi değiştirildiğinde, Dickey-Fuller test istatistiğinin normal dağıldığı sonucuna varmıştır. Fakat, rassal dağılımın bireysel spesifik etkilere ve ortak faktörlere izin vermediği konusuna dikkat edilmelidir. Breitung ve Meyer (1991), istenildiği gibi geniş çapraz kesit boyuta ve küçük sabit bir zaman serisi boyutuna sahip panel veriler için Dickey-Fuller test istatistiğinin asimptotik normalliğini türetmiştir. Onların yaklaşımı, serisel korelasyon yapısı bireyler arasında aynı olduğu sürece, zamana has etkiler ve yüksek dereceden serisel korelasyona olanak verir, ancak heterojen hatalar barındıran panele genişletilemez (Levin, Lin ve Chung, 2011:2). Çalışmada, Levin Lin (1992), Breitung (2000), Levin-Lin-Chu(2002), Im-Perasan-Shin (2003), ADF-Fisher ve Fisher Phillips-Peron testleri kullanılmıştır.

$H_0$  = Değişkenler arasında birim kök vardır.

$H_1$  = Değişkenler arasında birim kök yoktur.

Levin, Lin ve Chu (2002), birim kök testi, 1992-1993 yıllarında Levin ve Lin tarafından ortaya konmuştur. Levin ve diğerleri, kurulan modelde Y bağımlı değişkeninin birinci dereceden gecikme katsayısı olan ( $\beta_i$ )'nin tüm yatay kesitlerde aynı olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu nedenle, bu tür panel birim kök testlerine homojen birim kök testleri denilmektedir (Güloğlu ve İspir, 2008). Bu birim kök testi, ortak zaman trendleri, özel zaman trendleri ve sabit etki modellerinin oluşumunu sağlamıştır. Daha sonra 2003 yılında LLC(Levin, Lin, Chu) tarafından yapılan ortak çalışmada, hetorejenliğin de hesaba katılması panel veri analizi için önemli bir rol oynamaktadır (Şak, 2018: 271).

Her  $i = 1..N$  panel birim için  $y_{it}$  stokastik süreç gözlemlenmekte ve her bir *birim*  $t = 1.....T$  zaman serisini içermektedir.  $y_{it}$ 'nin paneldeki her bir birim için bütünleşmiş olması tercih edilen durumdur. Çünkü tekli zaman serisi durumunda bireysel regresyon eğilimli ve kesikli olabilmektedir. Paneldeki bütün bireylerin birinci derecen otokorelasyona sahip olduğu, ama diğer parametrelerin rahatlıkla dağıldığı varsayılmaktadır (Levin, Lin ve Chug, 2002: 4-7).

Birim kök testinin temel hipotezi şöyledir;

$$\Delta y_{it} = \delta y_{it-1} + \sum_{i-1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta y_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (1.3.)$$

Temel hipotezde yer alan  $P_i$  bilinmediğinden dolayı, tes üç aşamadan oluşmaktadır. İlk adımda, paneldeki her bir birim için, ADF regresyonları ayrıştırılır. İkinci adımda, her birimin standart sapması hesaplanıp büyükten küçüğe sıralanır. Üçüncü adımda ise havuzlanmış t istatistiği hesaplanır.

Son olarak, verilen denklemlerde N ve T sonsuza doğru giderkenT, N'den daha süratli artmaktadır. Bu sebeple N/T'nin sifıra yaklaştığı varsayılır ve denklem Havuzlanmış En Küçük Kareler ile tahmin edilir.

$$H_0: \beta_i = \beta = 0 \quad i=1, 2, 3, \dots, N \quad (1.4.)$$

$$H_1: \beta_i = \beta < 0$$

$H_0$  hipotezi veri setinin birim kök taşımadığını, bir başka deyişle durağan olduğunu,  $H_1$  alternatif hipotezi veri setinin birim kök içerdiğini, yani durağan olmadığını ifade etmektedir.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi, panel veriyi oluşturan tüm verilerin durağan olduğu anlamına gelir (Hadri, 2000: 148).

Breitung (2000) birim kök testi, bu test standart t istatistiğinin kullanılabilmesi adına regresyon hesaplamadan önce kullanılacak verileri dönüştürerek test etmektedir. Breitung, LLC ve Im, Pesaran ve Shin (IPS) test istatistiklerine karşı yanlış düzeltme faktörleri gerektirmeyen bir havuzlandırılmış panel birim kök testini uygun değişken dönüşümleri vasıtasıyla geliştirmiştir (Tatoğlu, 2013:205).

Breitung regresyon modeli,

$$Y_{it} = \mu_i + \beta_{it} + X_{it} \quad t=1, \dots, T \quad (1.5.)$$

Bu modelde  $X_{it}$ ,

$$X_{it} = \sum_{k=1}^{p+1} \alpha_{ik} X_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (1.6.)$$

Şeklinde tanımlamakta ve regresyon modeli baz alınarak durağanlık sınaması yapılmaktadır (Şak, 2018: 281).

Im, Pesan ve Shin (2003) birim kök testi, kısa adı IPS testi olup, verileri birleştirme işlem yapmak yerine, her yatay kesite mensup zaman serilerine ayrı olmak üzere birim kök testi uygulamaktadır. Yani, heterojen katsayısı dikkate almakta ve birim kök istatistiklerinin ortalamasına dayalı Alternatif test prosedürü önermektedir (Bildirici ve Bohur, 2015: 192).

IPS birim kök testi, stokastik süreçte  $y_{it}$  birinci dereceden otoregresif süreç tarafından türetilmektedir.

$$y_{it} = (1 - \phi)\mu_i + \phi_i Y_{it-1} + e_{it} \quad (1.7.)$$

Boş hipotez birim kök bütün yatay kesit birimler  $i$  için  $\phi_i = 1$  olarak ifade edilmektedir.

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \beta_i Y_{it-1} + e_{it} \quad (1.8.)$$

$$\alpha_i = (1 - \phi)\mu_i, \beta_i = -(1 - \phi)\mu_i \text{ ve } \Delta Y_{it} = Y_{it} - Y_{it-1} \quad (1.9.)$$

ifade edilmektedir (Im vd., 2003: 55).

ADF-Fisher birim kök testi, test her kesit birim için uygulanan ADF birim kök istatistiklerinin  $\rho$  olasılık değerlerinden faydalanarak hesaplanmaktadır (Şak, 2018: 294).

Literatürde daha az kullanılmakla birlikte diğer ismi Mandala ve Wu (1999) panel birim kök testi olan Fisher ADF testinde model,

$$Y_{it} = d_{it} + X_{it} \quad (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T_i) \quad (1.10.)$$

şeklinde kurulmaktadır.

$$\text{Bu modelde } d_{it} = \beta_{i0} + \beta_{i1} + \beta_{im}t^{m_i} \text{ ve } X_{it} = \alpha_i X_{it-1} + u_{it}$$

eşitlikler mevcuttur. Ayrıca  $u_{it}$  durağandır.  $Y_{it}$ , stokastik olmayan  $d_{it}$  ve stokastik olan  $X_{it}$  süreçlerinin birleşmesinden oluşmaktadır.

Fisher ADF test istatistikleri aşağıdaki gibidir,

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln \ln(p_i) \rightarrow X_{2N}^2 \quad (1.11.)$$

ile

$$Z = \frac{1}{2\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N (-2 \ln(p_i) - 2) \rightarrow N(0,1) \quad (1.12.)$$

şeklinde dir. Burada  $p_i$ , yatay kesit  $i$  için birim kök testinin olasılık değeridir

Burada geçen  $p_i$ , yatay kesit  $i$  için birim kök testinin olasılık değeridir.

Bu testlerinin bazı önemli özellikleri vardır. Örneğin, dengeli panel verisiyle çalışılma zorunluluğu yoktur ve bireysel serilerde boşluklar bulunabilmektedir. Bu özellik diğer birim kök testlerine göre esneklik sağlar. Bunun yanında her iki testte de T'nin sonsuza gittiği durumda asimptotik olarak geçerlidir ve birim sayısı N sonlu ise, testler, alternatif hipoteze karşı tutarlıdır(Tarı, 2011:416).

### 3.4.2. Johansen Fisher Eşbütünleşme Testi

Kullanılan veri setlerinde genellikle serilerin durağan olmama durumu ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Durağan olmayan veri setinde ortaya çıkan sahte regresyon probleminin çözümüne yönelik yöntemlerden birisi olan serilerin farkının alınması, veri kaybına neden olmasından ötürü çok sağlıklı bir yöntem değildir. Serilerin farkının alınması, veri setindeki değişkenler arasında mevcut uzun dönem ilişkisini ortadan kaldırmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı eşbütünleşme analizi ile test edilmektedir(Tarı, 2011:415).

Johansen Fisher Eşbütünlük analizi, birim kök sonuçlarına göre seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi olup olmadığını araştırmak adına yapılmaktadır (Asteriou ve Hall, 2007; 373).

$H_0$ : değişkenler arasında uzun dönemli ilişkisi yoktur.

$H_1$ : değişkenler arasında uzun dönemli ilişkisi vardır.

### 3.4.3. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Test Sonuçları

Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik testi, Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen paneli oluşturan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığını da dikkate almaktadır. Bu yöntem heterojen panel modellerinde Granger Nedensellik Testi ile test edilmektedir.

Dumitrescu ve Hurlin (2012)'e göre değişkenler arası uzun dönem ilişkisi tespit edildikten sonra, aralarındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kesitsel sonuçların kullanımı ve bireyler arası heterojenliğin dikkate alınmasını sağlar. Bu nedensellik testinde X ve Y, N sayıda birim için T dönem boyunca gözlemlenen iki durağan süreci ifade ettiğinde, t zamanında her birim (i) için aşağıdaki doğrusal heterojen modeli dikkate alınır,

$$w_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,t} \quad (1.13.)$$

$w_{N,T}^{Hnc}$  boş hipotezi ifade etmektedir. Test istatistiği bireysel Wald Test İstatistiğinin ortalamasını göstermektedir. T'nin küçük değerleri için bireysel Wald Test İstatistikleri aynı ki-kare dağılımına yakınsamadığı için  $w_{N,T}^{Hnc}$  tahmini standartlaştırılmış test istatistiği kullanılmışlardır. Aşağıdaki formülde bu test istatistiği gösterilmektedir.

$$Z_{N,T}^{Hnc} = \sqrt{\frac{N}{2K}} (w_{N,T}^{Hnc} - k) \quad \frac{d}{N,T \rightarrow \infty} \quad (1.14.)$$

$$Z_{N,T}^{Hnc} = \frac{\sqrt{N}[w_{N,T}^{Hnc} - N^{-1} \sum_{i=1}^N E(W_{i,T})]}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^n VAR(W_{i,T})}} \quad \frac{d}{N,T \rightarrow \infty} \quad (1.15.)$$

Temel hipotez altında, tüm birimlerin incelenen değişkenleri arasında Granger nedensellik ilişkisi olmadığı; alternatif hipotez altında ise en az bir birimde bu iki değişken arasında bu ilişkinin olduğu ifade edilmektedir. Kullanılan modelin heterojen olmasına rağmen temel hipotez homojen bir sonuca, alternatif hipotez ise heterojen bir sonuca ulaşmayı sağlamaktadır (Dumitrescu ve Hurlin, 2012)

Nedensellik testi hipotezi şöyle kurulmaktadır;

$H_0$ : değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

$H_1$ : değişkenler arasında nedensellik ilişkisi vardır.

#### 3.4.4. Hausman Testi

Hausman testi, uygun model seçiminde kullanılan bir testtir. Sabit etkili model anlamlıyken, rassal etkiler modelinin tutarlılığını ölçmek ve veri seti tesadüfi oluşturulurken, sabit etkiler modelinin anlamlı olup olmadığına karar verebilmek adına kullanılmaktadır. Bu test, sabit etkiler modeli tahmincisi within estimatör ile tesadüfî etkiler modeli tahmincileri olan FGLS ve EGLS arasında tercih yapmaya yaramaktadır. Test istatistiki sonucu 0,05 kritik değer altında ise sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bunun sonucunda, EGLS ve FGLS tahmincilerin tutarsız olduğu ve tesadüfî etkiler modeli tahmin ederken wwithin estimatör tahmincisi kullanılması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Panel veri regresyon modeli aşağıdaki gibidir (Tarı, 2011: 482),

$$Y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (1.16.)$$

Denklemden yer alan  $u_{it} = \mu + v_{it}$   $i, i=1,2,3,\dots,N$  kesiti;  $t, t=1,2,3,\dots,T$  zaman boyutunu ifade etmektedir.

Hausman testinde boş ve alternatif hipotezler aşağıdaki gibi kurulmaktadır:

$H_0$ : Rassal etkiler modeli uygundur.

$H_1$ : Sabit etkiler modeli uygundur.

Serbestlik derecesinde olan  $k, \chi^2$  (Ki Kare) dağılımı gösteren boş hipotezin ( $H_0$ ) kabul edilmesi durumunda, hata terimi ile bağımsız değişkenler arasında ilişki olmadığı yönünde karar verilir. Yine bu durumda, hem En Küçük Kareler yöntemi tahmincisi hem de grup içi tahminciler tutarlı sonuçlar vermektedir (Güvenek ve Alptekin, 2010: 182).

#### 3.4.5. Havuzlanmış Regresyon

Zaman serileri ve çapraz kesit verilerinin birleştirilmesi nedeni ile zenginleştirilmiş veri, havuzlanmış veri veya karma veri olmak üzere panel veri farklı isimlerle anılmaktadır. Farklı şekillerde adlandırılmış olsa da, panel veri esas olarak çapraz kesit verilerinin zaman içerisindeki hareketleri anlamına gelmektedir. Panel veri, bu farklı adlandırılmaları kapsamaktadır. Böylece verilere dayanılarak yapılan regresyon modelleri panel veri regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır (Tarı, 2011: 475).



Bir panel regresyonunda, değişkenler çifte alt indise sahip olacak şekilde olağan zaman serileri veya çapraz kesit regresyonundan farklılık gösterir. Bu regresyon şu şekilde gösterilir;

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot X_{it} + u_{it} \quad (1.17.)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, N$  ve  $t = 1, 2, \dots, T$  olmak üzere  $i$  bireyler, hane halkları, firmalar ve ülkeler gibi değişkenleri gösterir.  $t$  ise zamanı ifade eder. Bu sebeple,  $i$  alt indisi çapraz kesit boyutunu gösterir, ancak  $t$  zaman serilerin boyutunu gösterir.  $\alpha$  yönsüz sabit bir sayı olup,  $\beta$  ise  $K$  bağımsız değişken sayısını göstermek üzere  $K \times 1$ 'e eşittir.  $X_{it}$  açıklayıcı değişkenlere ait  $it$ 'inci gözlemi ifade eder. Panel veri uygulamalarının çoğu, hata terimleri için, aşağıdaki gibi tek-yönlü bir bileşen modeli kullanır;

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (1.18.)$$

Burada  $\mu_i$  gözlenemeyen bireysel spesifik etkiye işaret eder,  $v_{it}$  de geriye kalan sapmaları ifade eder. Örneğin işgücü ekonomisinde bir kazanç denkleminde,  $y_{it}$  hane halkı geçimini sağlayan kişinin gelirlerini ölçecektir. Oysa  $x_{it}$  eğitim, tecrübe, sendika üyeliği, ırk, cinsiyet, vb. değişkenler setini gösterir.  $\mu_i$ 'nin zaman içinde değişmeyen bir değişken olup, regresyona dahil olmayan herhangi bir bireysel spesifik etkiyi açıkladığını da ifade etmektedir (Baltagi, 2001: 12).

### 3.4.5.1. Sabit Etkiler Modeli

Katsayıların birimlere veya birimlerle zamana göre değişimlerinin varsayıldığı modele denir. Bu modelin amacı, birim ve zamana göre değişimi belirlemek adına kurulmuş ise, Tek Faktörlü Sabit Etkiler Modeli, hem zaman, hem de birime göre değişimleri belirlemek adına kuruluyor ise, İki Faktörlü Sabit Etkiler Modeli olarak adlandırılır (Hsiao, 2003: 31). Tek ve iki yönlü sabit etkiler modelleri sırasıyla, aşağıdaki denklemlerle gösterilebilir (Baltagi, 2001: 15),

$$v_{it} = (a_{it} + \mu_{it}) + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + e_{it} \quad (1.19.)$$

$$Y_{it} = (a_{it} + \mu_{it} + \lambda_{it}) + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + e_{it} \quad (1.20.)$$

Modelde hata teriminin varyans sabit olup bağımsız dağılırken, her bir bağımsız değişken ( $X_{it}$ ) hata teriminden ( $e_{it}$ )bağımsızdır.

Model, kişi, lke, Őirket gibi her birimdeki bağımlı değişken ile tahminci değişken arasındaki durumu analiz etmektedir. Her birimin tahminci deęiŐkenini etkileyen kendine has özellikleri vardır. Sabit etkiler zamanla değişmeyen etkilerin etkisini ortadan kaldırmaktadır ve artık tahminci değişkenin bağımlı değişken üzerindeki açık etkisini görmek mümkündür. Sabit etkiler modelinin diğer bir önemli varsayımı, her birimin kendine has özelliklerinin olması ve bunların dıŐındaki diğer etkilerin modele alınmamasıdır. Bu nedenle, tahminci değişken ile hata terimi arasında herhangi bir ilişki mevcut değildir. Birimlerin hata terimi ve tahminci değişkeni arasındaki korelasyon olduğu varsayımı arkasındaki temel mantık, tahminci yada bağımlı değişkenin kendine has özelliklerinin bulunmasıdır (Torres, 2007:6).

#### 3.4.5.2. Rassal Etkili Modeli

Rassal etkiler modeli, sabit etkiler modeli uygulandığında çok fazla parametre olduğu için serbestlik derecesi düŐmektedir, fakat modelde bireysel etkilerin hata terimi ' $\mu_i$ ' rassal olduğu varsayıldığında bu sorunlar nlenmiŐ olur. Örneğin; kalabalık nüfus içerisinden rassal birimler seçilecekse bu modelin kullanılması uygun olur. yatay kesit ve zaman içindeki değişiklik hata teriminin bir unsuru olarak modele dâhil edilmektedir ki, bunun yapılıŐ nedeni veri kaybını azaltmaktır. Bu modelde hata teriminin sabit varyanslı olduğu ve normal dağıldığı varsayılmaktadır. Model sonucu çıkarımlarda bulunulması adına söz konusu nüfusun temsilcileri panel veri modeline dayanak olmaktadır (Brandom, 2008 :6).

Bu modelin en önemli avantajı, tahmin edilecek parametre sayısını azaltmasıdır. Model kurulumunda deęiŐkenlere has özelliklerin açıklayıcı değişkenler ile iliŐkisiz olduğu varsayılır. Bunun olup olmadığı da, aşağıdaki denklemlerle ifade edilen Hausmann testi ile analiz edilmektedir.

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (a + \mu_i) + e_{it} \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1.21.)$$

Denklemlerde gözlemlenemeyen ve birimlere ait diğer özelliklerin hata terimi dahilinde yer aldığı varsayılmaktadır. Hata teriminin varyansının sabit ve ortalamasının sıfır olması rassal heterojenliği göstermektedir (Greene, 2003: 294).

### 3.5. Uygulama

Çalışmada bahsi geçen değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenebilmesi için öncelikle kullanılan serinin durağan olması gerekmektedir. Başka bir ifadeyle, serilerin durağanlığı test edilmeden diğer analizlere geçilmesi doğru olmayacaktır. Bu nedenle,

analizde öncelikle birim kök testi yapılmıştır. Bu amaçla Levin, Lin ve Chu, Breitung, Im, Presan ve Shin, ADF-Fisher, Fisher Phillips-Peron birim kök testleri uygulanmıştır.

$H_0$  = Değişkenler arasında birim kök vardır.

$H_1$  = Değişkenler arasında birim kök yoktur.

Test istatistikleri %95 güven düzeyinde 0.005 değeri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, ihtimal değerinin her bir metotta da aynı anda 0.005'ten küçük olması durumunda  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir.

**Tablo 7.** Levin, Lin ve Chu Birim Kök Sonuçları

Değişken	İstatistik	Olasılık
logY	-2.34461	0.0095
ICO2	-7.71156	0.0000
IRES	-8.05977	0.0000

Levin, Lin ve Chu birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, logaritmaları alınan değişkenler düzey seviyesinde % 95 güven ayrı ayrı test edilmiş ve üç değişken de birim kök içerdiği sonucuna varılmıştır. Yani seriler durağan değildir. Buna göre, sıfır hipotezi reddedilmiştir.

**Tablo 8.** Breitung Birim Kök Sonuçları

Değişken	İstatistik	Olasılık
logY	1.34604	0.9109
ICO2	-0.42295	0.3362
IRES	0.01808	0.5072

Logaritmaları alınan değişkenlerin Breitung birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, her bir değişken düzey seviyesinde ayrı ayrı test edildiğinde birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır. Yani seriler durağan değildir. Bu sonuca göre, sıfır hipotezi reddedilememiştir.

**Tablo 9.** Im, Presan ve Shin Birim Kök Sonuçları

Değişken	İstatistik	Olasılık
logY	-8.06736	0.0000
ICO2	-0.69323	0.2441
IRES	-0.21555	0.4147

Logaritmaları alınan her bir değişkene, Im, Presan ve Shin birim kök testi uygulandığında sonuçlar şöyledir, logY değişkeni düzey seviyesinde durağandır. Yani birim kök içermemekte ve sıfır hipotezi reddedilmektedir. Diğer iki değişken ise, yine düzey değerinde, birim kök içermekte ve durağan değildir. Buna göre, sıfır hipotezi kabul edilir.

**Tablo 10.** ADF-Fisher Birim Kök Sonuçları

Değişken	İstatistik (Chi-square)	Olasılık	İstatistik (Z-stat)	Olasılık
<b>logY</b>	142.276	0.0000	-578.253	0.0000
<b>ICO2</b>	43.8513	0.1201	-0.87778	0.1900
<b>IRES</b>	39.4656	0.2388	-0.22573	0.4107

Logaritmaları alınan değişkenlerin her birine ayrı ayrı birim kök uygulaması yapıldığında, düzey değerinde logY birim kök içermektedir. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Başka bir değişle birim kök içermemektedir. Diğer iki değişkene düzey değerinde bakıldığında, her iki değişkenin de birim kök içerdiği ve durağan olmadığı sonucuna varılmıştır. Yani söz konusu değişkenler durağan değildir. Buna göre, ICO2 ve IRES değişkenleri için sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

**Tablo 11.** Fisher Phillips-Peron Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	İstatistik (Fisher Chi-square)	Olasılık	İstatistik (Chot Z-stat)	Olasılık
<i>logY</i>	706.482	0.0002	-2.24582	0.0124
<i>ICO2</i>	39.6589	0.2323	-0.21834	0.4136
<i>IRES</i>	33.9171	0.4717	0.33012	0.6293

Logaritmaları alınan değişkenlerin her birine düzey değerinde Fisher Phillips-Peron birim kök testi uygulandığında, değişkenlerin birim kök içerdiği sonucuna varılmıştır. Bu ise serilerin durağan olmadığını göstermektedir. Buna göre, sıfır hipotezi kabul edilmektedir.

Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme testi, birim kök sonuçlarına göre seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi olup olmadığını araştırmak adına yapılmaktadır.

$H_0$ : Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkisi yoktur.

$H_1$ : Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkisi vardır.

**Tablo 12.** Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

<b>Maksimum Özdeğer Testi</b>		
<b>Eşbütünleşme Sayısı Hipotezi</b>	<b>Maksimum Özdeğer İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
	108.7	0.000
	310.7	0.000
	104.6	0.000

<b>İz Testi</b>		
<b>Eşbütünleşme Sayısı Hipotezi</b>	<b>İz İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
	108.7	0.000
	324.3	0.000
	104.6	0.000

Tablo 12'deki Johansen Fisher Eşbütünleşme Testine göre, her iki test istatistiğinde de,  $H_0$  Hipotezi (seriler arası eşbütünleşme yoktur) istatistiki sonuçları 0.005'ten küçük olduğu için reddedilmekte ve alternatif hipotez kabul edilmektedir. Yani seriler arası eşbütünleşme vardır. Buna göre, uzun dönemde değişkenler arası ilişki vardır.

Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Test, eşbütünleşme testi sonucunda uzun dönem ilişkisine rastlandığından dolayı nedensellik testi yapılması gerekmektedir.

$H_0$ : Değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

$H_1$ : Değişkenler arasında nedensellik ilişkisi vardır.

**Tablo 13.** Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Test Sonuçları

	<b>W-Stat</b>	<b>Z-stat</b>	<b>Olasılık</b>
IRES, logY'nin Granger Nedeni değildir.	7.68096	9.24894	0.0000
logY, IRES'in Granger Nedeni değildir.	1.59683	0.28984	0.7719
ICO2, logY'nin Granger Nedeni değildir.	5.98881	6.75719	0.0000
logY, ICO2'nin Granger Nedeni değildir.	0.65753	-1.09332	0.2743
ICO2, IRES'in Granger Nedeni değildir.	1.04981	-0.51567	0.6061
IRES, ICO2'nin Granger Nedeni değildir.	3.17651	2.61598	0.0089

Tablo 13'de Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik test sonuçları olasılık değerleri % 95 güven aralığında 0.005'ten küçük olduğu için, yenilenebilir enerji tüketiminden, kişi başına düşen GSYİH'ye doğru ve karbon emisyonundan kişi başına düşen GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellikler tespit edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminden karbon emisyonuna doğru da tek yönlü bir nedensellik mevcuttur. Diğer yandan, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasında nedensellik tespit edilememiştir.

Karbon emisyon miktarından yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik söz konusu değildir.

Hausman testi panel veri regresyon modelinin seçiminde kullanılır. Kullanılacak regresyon modelinin sabit etkili regresyon mu, yoksa rassal etkili regresyon modelinin seçileceğini belirlemek için kullanılmaktadır. Testin hipotezler aşağıdaki gibi kurulmaktadır;

$H_0$ : Rassal etkiler modeli uygundur.

$H_1$ : Sabit etkiler modeli uygundur.

**Tablo 14.** Hausman Test Sonuçları

Test Özeti	t istatistik	Chi-sq.d.f	Olasılık
<b>Cross-section Random</b>	6.424162	2	0.0503
<b>R2: 0.997</b>	<b>F-istatistiği: 3222.3</b>	<b>F- İst. Olasılık:0.0000</b>	

Tablo 14'deki test sonucuna göre, Hausman testi olasılık değerleri % 95 güven aralığı içinde bulunmakta ve bu değerler 0.05'ten büyük olduğundan boş hipotezin reddedilemeyeceği anlaşılmıştır. Buna göre, analiz için uygun olan modelin rassal etkiler modeli olduğuna karar verilmiştir.

İncelemeye konu olan değişkenler arasındaki nedensellik ve Hausman Testi sonuçlarına göre, Rassal Etkili Panel Veri Analiz sonuçları ışığında, aşağıdaki regresyon denklemi oluşturulmuştur.

$$\log Y = 8.32 + 0.08IRES + 0.50CO_2 + \mu_{it} \quad (1.26.)$$

Bu sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir birimlik artış kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılda 0.081 oranında bir artışa sebep olmaktadır. Buna karşılık, karbon emisyon miktarındaki bir birimlik artış, kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılda 0.50 oranında bir artışa sebep olmaktadır.

**Tablo 15.** Rassal Etkili Panel Veri Regresyon Test Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Std.Hata	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
<b>IRES</b>	0.089550	0.007127	12.56562	0.0000
<b>ICO2</b>	0.501026	0.051144	9.796351	0.0000
<b>C</b>	8.520862	0.201240	42.34171	0.0000
<b>R2: 0.580</b>	<b>F-istatistiği: 127.41</b>	<b>Olasılık: 0.0000</b>		

Tablo 13'deki Nedensellik sonucuna göre modelin belirlenmesi adına sabit ve rassal etkili panel veri regresyon modeli tek tek uygulanmıştır. Bunun sonucunda rassal etkili regresyon testinin sonuçları istatistiki olarak anlamlı olduğundan rassal etkili regresyon modeli tercih edilmiştir. Kişi Başına Düşen GSYİH bağımlı değişken olarak seçildiği, regresyon testindeki sonuçlara göre, yenilenebilir enerji kaynak tüketimindeki bir birimlik değişim, ekonomik büyümeyi % 0.08 oranında pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca karbon emisyonundaki bir birimlik değişim, ekonomik büyümeyi % 8,52 oranında pozitif yönde etkilemektedir.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SONUÇ

Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynakları tüketimi ve karbon emisyonun arasındaki etkileşim ve ilişkiyi inceleyen birçok çalışma olmasına karşın G20 ülkeleri açısından inceleyen ve bu konuda Panel Veri Analiz yöntemini kullanan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürdeki mevcut eksikliği gidermek açısından sürdürülebilir kalkınma perspektifinde, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişki yansıtılmıştır.

Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli yapısal ayaklarından hiç kuşkusuz biri de enerjidir. Ülkeler bugünkü ihtiyaçlarını gidermek ve gelecek nesillere yeterli, güvenli, kolay ve sürekli enerjiyi sağlamak için daima bir arayış içinde olmuşlar ve teknolojiler geliştirmişlerdir. Isınma, elektrik, ulaşım, üretim gibi birçok alanda ihtiyaç duyulan enerji, bir yandan mevcut insan ihtiyaçlarını giderirken, bir yandan da ülkelerin kalkınmalarının göstergesi konumundadır. Ülkelerin makroekonomik göstergelerinde dengesizliklere yol açan enerji, nesillerin ve ülkelerin devamlılığı açısından kilit konumdadır. Ne var ki, yüzyıllardır enerji kaynakları hangi ülkenin elindeyse o ülke söz sahibi konumunda olmuştur. Enerji kıt bir kaynaktır. Bilinçsiz kullanılması sonucu doğada yok olma eğilimi gösterir. Bu kaynak tükenişinde bilinçsiz tüketimin yanı sıra nüfus artışı da rol oynamaktadır. Son yıllarda kaynakların bilinçsiz kullanımı ve nüfus oranının artmasından kaynaklanan mevcut bir tükeniş söz konusudur. Şöyle ki, nüfus artmakta ve enerjiye olan talepte aynı orantıda artmaktadır

Bu sorunların yaşanması sonucu ülkeler küresel boyutta önlemler almışlar ve anlaşmalar yapmışlardır. Bu önlemlerin başında yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Bu kaynak, hem kullanımı sırasında hem de kullanımı sonrasında çevreye dost, güvenli, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması dolayısıyla, ülkelerin ilgisini çekmiştir. Her ülke bünyesinde mevcut olması ve gelecek nesillere aktırılabilir bir kaynak olması itibarıyla kullanımı gün geçtikçe artmakta ve sürdürülebilir kalkınma kavramının devamlılığı açısından önem teşkil etmektedir.

Ekonomik büyüme, sermaye ve nitelikli iş gücü arasında pozitif yönlü bir ilişki olması ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için gereklidir. Bu bağlamda, G20 ülkelerinin yenilenebilir enerji kaynaklarına olan gerekli yatırımların yapılması gerçekliğini ortaya koymaktadır. Söz konusu nitelikli işgücü ve sermaye oranları arttıkça yenilenebilir enerji



kaynakları da yaygınlaşacak ve bu yaygınlaşma tasarruf artışlarının artması ihtiyacını doğuracaktır. Bu yatırımların artması üretim ve beraberinde işgücüne olan talebi arttıracak ve ekonomik büyüme sağlanacaktır. Böylece ekonomide istikrar sağlanması daha da rahat olacaktır.

Bu çalışmada, iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyon miktarları arasındaki ilişki 17 seçilmiş G20 ülkeleri açısından, 2007-2017 yılları kapsamında panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmada test edilen değişkenlerin seçimi ve alt kategorilere ayrılması, literatürde sıkça yer verildiği şekliyle yapılmış ve analizlerin daha tutarlı sonuçlar vermesi açısından logaritmaları alınmıştır. Daha sonra yapılan birim kök testleri sonucunda; ekonomik büyüme Levin-Lin-Chu, Im-Prezan-Shin, Fisher ADF, Fisher PP birim kök testlerinde birim kök bulunmamakta yani durağan olmakla birlikte, Breitung birim kök testinde durağan değildir ve birim kök bulundurmaktadır. Karbon emisyon miktarları ve yenilenebilir enerji tüketimlerine birim kök testleri uygulandığında, Levin-Lin-Chu birim kök testinde birim kök bulundurmamakta ve durağan olmakla birlikte, diğer birim kök testlerinde durağan değildir ve birim kök bulundurmaktadır. Daha sonra yapılan Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme testine göre, değişkenler arası eşbütünleşme tespit edilmiştir. Uzun dönem eşbütünleşme bulunması nedeniyle, Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda değişkenler arası çift yönlü bir nedensellik rastlanmamakla birlikte, yenilenebilir enerji tüketiminden, ekonomik büyüme ve karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ve karbon emisyonundan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğe rastlanmıştır.

Çalışma bulgularına göre, literatür bulgularıyla ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında kısa dönemde yaşanacak sorunlar uzun dönemde ortadan kalkıp dengeye gelecekleri tespit edilmiştir. Bu nedenle, ülkeler sürekli artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak adına enerji üretimlerini arttırıcı politikalar geliştirmeli ve uygulamalıdır. Ayrıca fosil yakıtlara olan talebini azaltmak için daha ucuz, temiz ve güvenilir olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelidir. Bu yönelimi arttırmak adına var olan teşvik politikalarını arttırmalıdır. Aynı zamanda enerji tüketiminin azaltılması ve fosil yakıtların zararları hakkında tüketicileri enerji tasarrufu bilincine yönlendirmek için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Yapılan Rassal Etkili Panel Veri Regresyon testi sonucuna göre, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi pozitif ve anlamlıdır. Uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimindeki

% 1 birimlik bir artış ekonomik büyüme üzerinde % 0.08'lik bir artışa sağlamaktadır. Ayrıca karbon emisyon miktarındaki % 1 birimlik artış, ekonomik büyüme üzerinde % 0.50 oranında bir artışa neden olmaktadır.

Yapılan tez çalışması kapsamında, tüm analizler göz önünde bulundurulduğunda, toplam yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyon miktarının uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönde etkisi olduğu ve iktisadi açıdan da beklenen bir durumdur. Bununla birlikte yenilenebilir enerji üretim ve tüketimindeki artış eğiliminin artması beklenmekte ve aradaki ilişkinin artarak ve güçlenerek devam etmesi beklenmektedir. Hidrolik enerji kaynakları ülkeler ve Türkiye açısından geçmiş dönemlerden beri en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olmuştur. Önümüzdeki yıllarda hidrolik enerji üretim ve tüketiminde önemli artışların gerçekleşmesi beklenmektedir. Bunun yanında, genel olarak yapılan incelemelere göre, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde özellikle rüzgâr enerjisi ve her türlü organik atıklardan elde edilen biyogaz enerji ve güneş enerjisi üretim ve tüketiminin geçmişten bu yana önemli oranda artış gözlenmiş ve ilerleyen dönemlerde bu artışların daha çok önem kazanacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak bu kaynaklara olan eğilimin arttırılması, genel tablodan daha iyi sonuçlar elde edilmesi açısından fazlasıyla önem teşkil emektedir. Bu konuda kitlelerin bilinçlendirilmesi, ulusal politikaların arttırılması, devlet desteklerinin arttırılması ve yerel iyileştirmelerin sağlanması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ağır, H. ve Utlu, S. (2011). AR&GE Harcamaları ile İktisadi Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkileri: OECD Ülkeleri Örneği. Uluslararası 9. Bilgi Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildirileri (ss. 269-278). Saraybosna- Hersek.
- Asteriou, D. and Hall, S.G., (2007). Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit Revisited Edition. Palgrave Macmillan, NewYork. 373.
- Atılđan, İ. (2000). Türkiye'nin enerji potansiyeline bakış. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi. 1(15). 43.
- Baltagi, B. H. (2001).Econometric Analysis of Panel Data (Second Edition). New York: John Wiley.
- Batı, O. (2013). Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi. İstanbul.
- Baykal, H. Baykal, T. (2008). Küreselleşen Dünyada Çevre Sorunları, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(9). 5-11.
- Bildirici, M. ve Bohur, E. (2015). Design and Economic Growth: Panel Cointegration and Causality Analysis. ScienceDirect Journal, 210(2015), 192.
- Bozlağan R. (2005). Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı, Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 0(50).
- Brandom, B. (2008). Beyond "Fixed Versus Random Effects": A Framework for Improving Substantive and Statistical Analysis of Panel, Time-series Cross-Sectional and Multi Level Data. Stony Brook University Working Paper.
- Çepik, B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türki'de Yenilenebilir Enerji Politikaları, Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi. İstanbul.
- Dickson Mary H. and Mario Fanelli, (2004). What is Geothermal Energy, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, İtaly. 5.
- Dumitrescu, E. I. and Hurlin, C. (2012). Testing for Granger Noncausality in Heterogeneous Panels. Economic Modelling, 29(4), 1450-1460.

- Dinç, G. (2008). Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'ne Göre Çevre ve İnsan. Türkiye Barolar Birliği, Ankara.
- Engin, B. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı ve CO2 Fiyatını Belirleyen Faktörler, İstanbul Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Dergisi, 4. 2010. 34
- Ertekin, K. G., (2011), Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Sürdürülebilir Kalkınma Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. 25.
- Gençoğlu, M. Cebeci, M. Dünyada ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu 18-20 Ocak 2001. 1
- Gövdeli T. (2018). Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi, Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- Güloğlu, B. ve İspir, S. (2008). Yeni Gelişmeler Işığında Türkiye'de Satın Alma Gücü Paritesi Önsavının Panel Birim Kök Sınaması. Pamukkale Üniversitesi İ.İ.B.F.İktisat Bölümü.
- Güvenek, B. ve Alptekin, V. (2010). Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi. Enerji, Piyasa ve Düzenleme, 1(2), 172-193.
- Greene, W. Econometric Analysis of Panel Data Class Notes. (<http://people.stern.nyu.edu/wgreene>).
- Hadri, K. (2000). Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data. Econometric Journal, 3(2), 148-161.
- Honça, H. L. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri: Türkiye Örneği, Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya.
- Hsiao, C. Panel Data Analysis-Advantage and Challenges. Sociedad de Estadística e Investigación Operativa Test, 0000(00). 1-63.
- Joseph E. A. and Robert N. S. (2010). Post-Kyoto International Climate Policy, Cambridge: Cambridge University Press, 21
- Kaya, M. ve Ercan, H. (2002). Türkiye'de ve Dünya'da bir LPG İncelemesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(6), 102.
- Kaypak Ş. (2011). Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırma Dergisi. 13(20), 21.

- Kervankıran, İ. (2012), Afyonkarahisar İlinin Jeotermal Enerji Kullanımı ve Sorunları, Marmara Coğrafya Dergisi. Ocak(22). 5.
- Kılıç, S. (2012) Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışının Ekonomik Boyutuna Ekolojik Bir Yaklaşım, İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi, Ekim(47). 12
- Koçaslan, G. (2010), “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye’nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yeri Ve Önemi”, Sosyal Bilimler Dergisi, 2010(4). 54
- Kuşat, N. (2013). Yeşil sürdürülebilirlik için yeşil ekonomi: avantaj ve dezavantajları-Türkiye incelemesi, E-Journal of Yaşar University, 29(8).
- Im, K. S., Pesaran, M. H. and Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. Journal of Econometrics, 115 (1), 53-74.
- Levin, A., Lin, C. F. and Chu, J. (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite- Sample Properties. Journal of Econometrics, 108, 1-24.
- Makower, J. Pernick, R. Wilder, C. (2009), Clean Energy Trends 2009, Clean Edge Inc., (<http://www.cleannedge.com/reports/pdf/Trends2009.pdf>).
- Meister, M. and Japp, P.M. (1998) “Sustainable Development and The Global Economy: Rhetorical. Sage Journals. 25(4). 399.
- Najam, A. and Cleveland, C. (2003), “Energy And Asustainable Development At Global Environmental Summits”. An Evolving Agena. Environment, Development and Sustainability. 5(1-2). 115.
- Nell, C., ve Zimmermann, S. (2011). Baltagi'nin 12. Bölümüne göre özet: Panel Birim Kök Testleri. ([http://homepage.univie.ac.at/robert.kunst/pan2011\\_pres\\_nell.pdf](http://homepage.univie.ac.at/robert.kunst/pan2011_pres_nell.pdf)).
- Oskay C. (2014). “Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgâr Enerjisinin Önemi ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler”, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, 7(1). 78-79.
- Önal, E. ve Yarbay, R.Z. (2010). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2010(18). 82.
- Özmehmet E. (2008), Dünyada ve Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları, E-Journal of Yaşar University, 3(12). 7-11.

- Selici, T. Utlu, Z. İlten N. (2006). Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi, Balıkesir Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. [www.emo.org.tr/etkinlikler/yeksem](http://www.emo.org.tr/etkinlikler/yeksem).
- Seydioğulları H. S. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Derleme, 23(1). 24-25.
- Song C., 2006, Enerji, kataliz, adsorpsiyon ve kimyasal işlemeyi içeren sürdürülebilir kalkınma için CO<sub>2</sub> nin kontrolü, dönüşümü ve kullanımı için küresel zorluklar ve stratejiler ScienceDirect Journal, 115(1-4). 3.
- Soussan, J. G. (1992), "Sustainable Development", Environmental Issues in the 1990's, A. M. Mannion ve S. R. Bowlby (ed.), John Wiley & Sons, West Sussex, England, 25.
- Şak, Nazan (2018). Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi (1. Baskı). İstanbul: Der Yayınları
- Şen H. Kaya A. Alpaslan B. (2018). Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif, Ekonomik Yaklaşım Dergisi, 29(107). 15-25.
- Şengelen H. E. (2016). Yenilenebilir Enerji Kaynakları İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Veri Analizi İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi. İstanbul.
- Tarı, R. Yıldırım, D. Ç. Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye İçin Bir Uygulama, Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi, XVI(2). 480
- Tatoğlu, F. Y. (2012), İleri Panel Veri Analizi (1.Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Torres, O. (2007). Panel Data Analysis Fixed and Random Effects Using Stata. Princeton University.
- TÜBİTAK, (2014), Tubitak Popüler Bilim Yayınları Enerji Projeleri, Türkiye (<http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/alternatif-enerji-kaynaklari-ve-turkiye>).
- TÜBİTAK, TÜBİTAK Vizyon 2023, Sürdürülebilir Kalkınma Paradigması Üzerine Ön Notlar, ([http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/csk/EK-16.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-16.pdf)).
- TÜGİAD, (2004), Türkiye'nin enerji sorunları ve çözüm önerileri. Ajans-Türk Basın ve Basım A.Ş., Batıkent, Ankara.

- Uçak, S. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Alternatif Enerji ve Enerji Üretimi-Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- UNDP, (2008), United Nations Development Programme, Annual Report.
- UNEP, (2009), Global Green New Deal Policy Brief, March 2009, ([http://www.unep.org/pdf/A\\_Global\\_Green\\_New\\_Deal\\_Policy\\_Brief.pdf](http://www.unep.org/pdf/A_Global_Green_New_Deal_Policy_Brief.pdf)).
- Uysal, A. (2003), Sürdürülebilir Kalkınma: Genel Bakış, <http://vizyon2023.tubitak.gov.tr/teknolojiongorusu/paneller/cevresurdurulebiliralkinma/raporlar.pdf>.
- WCED, (1987), Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, (<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>).
- WSSD, (2002), World Summit on Sustainable Development Johannesburg 2002: A Critical Analysis and Assessment of the Outcomes: ([https://rsa.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09644010410001689214?casa\\_token=rDLdnS74dwMAAAA%3AvM6ePTFy1NIJvQ3nncQFIRmIBx360YCOuejIJ8Tqix7MLq-1ryirVtrOEt-NWzl8Z3g5jIHlkxvIEgF&#.XRfV5egzbIU](https://rsa.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09644010410001689214?casa_token=rDLdnS74dwMAAAA%3AvM6ePTFy1NIJvQ3nncQFIRmIBx360YCOuejIJ8Tqix7MLq-1ryirVtrOEt-NWzl8Z3g5jIHlkxvIEgF&#.XRfV5egzbIU))
- Yaşar, N. (2016). Enerji Tüketimi Ve İktisadi Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım O. Nuri F. İ. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi, Uluslararası Bankacılık, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 1(1). 134-135.
- Yıldırım, K., Mercan, M. ve Kostakoğlu, F. (2013). Satın Alma Gücü Paritesinin Geçerliliğinin Test Edilmesi: Zaman Serisi ve Panel Veri Analizi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 8(3), 75-95.
- Yılmaz, Ö. ve Kösem, L. (2011), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli, Kullanımı Ve Dışa Bağımlılığı”, İzmir ([www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm](http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm)).
- Zabunoğlu, H. O. (2012). Nükleer Enerji: Nedir? Nasıl üretilir? İlgili meseleler. ([http://ceren.nuke.hacettepe.edu.tr/tr/webfiles/Announcements/NE\\_ne\\_nasil\\_meseleler.pdf](http://ceren.nuke.hacettepe.edu.tr/tr/webfiles/Announcements/NE_ne_nasil_meseleler.pdf)).

<https://www.iea.org/topics/renewables/>, (16.04.2019).

[http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_turkiye\\_potansiyel.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx), (25.02.2019).

<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>, (12.02.2019).

<https://www.irena.org/hydropower>, (15.03.2019).

[http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), (12.05.2019).

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>, (26.02.2019).

[http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), (01.03.2019).

[http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h\\_turkiye\\_potansiyel.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx), (01.03.2019).

[http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx), (26.02.2019).



## **ÖZGEÇMİŞ**

Tuğba AKDOĞAN 1991 yılında Gaziantep’te doğdu. Gaziantep Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Dış Ticaret Bölümü 2011 yılında mezun oldu. Anadolu Üniversitesi Uluslararası İlişkiler üçüncü sınıfta halen eğitimine devam etmektedir. 2016 yılında Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümünden mezun oldu. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat ABD yüksek lisans programından 2019 yılında mezun oldu.

## **VITAE**

Tuğba AKDOĞAN was born in Gaziantep in 1991 . She graduated from Gaziantep University Vocational School Foreign Trade Department in 2011. Anadolu University International Relations continues its education in the third grade. In 2016, she graduated from Gaziantep University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics. She graduated from Hasan Kalyoncu University, Institute of Social Sciences, Department of Economics in 2019.