

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI POLİTİK EKONOMİ BİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE’NİN ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ
VE
YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI

AMİN GHANNADİ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ALAEDİN YALÇINKAYA
İSTANBUL
HAZİRAN 2024

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI POLİTİK EKONOMİ BİLİ DALI
DOKTORA PROGRAMI

TÜRKİYE’NİN ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ
VE
YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI

Hazırlayan:

Amin Ghannadi (766519007)

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Tez Danışmanı: | Prof. Dr. Alaeddin YALÇINKAYA |
| 2. Üye : | Prof. Dr. Barış DOSTER |
| 3. Üye : | Doç. Dr. Murat ALAKEL |
| 4. Üye : | Dr. Öğr. Üyesi Ferit BELDER |
| 5. Üye : | Dr. Öğr. Üyesi DERYA TUĞLU |

İSTANBUL 2024

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, enerji ekonomi politiğı bağlamında Türkiye’de yenilenebilir enerjinin yeri ve geleceğinin tespit edilmesi şeklinde belirlenmiştir. Bu doğrultuda, Türkiye’de yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ile bu kaynakların mevcut durumu araştırılmış, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ekonomi politiğı çerçevesinde Türkiye’nin enerji ihtiyacını karşılayıp karşılayamayacağı, bu hususta yapılan yasal düzenlemeler ve geleceğe dair öngörüler sunulmuştur. Çalışmanın konu kapsamı yenilenebilir enerjinin enerji ekonomi politiğı bağlamında incelenmesi ile sınırlıdır. Örneklem olarak Türkiye seçilmiştir. Temelde, Türkiye’nin enerji ekonomi politiğinde yenilenebilir enerjinin mevcut yeri nedir ve bu durum uluslararası enerji politikalarıyla nasıl kıyaslanabilir, Türkiye’nin mevcut yenilenebilir enerji politikası nedir, ve bu politika ulusal enerji güvenliğini ve sürdürülebilirliğini nasıl etkilemektedir, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarından en yüksek düzeyde faydalanmak için belirlediğı stratejiler ve politikaların uygulanabilirliğı ve etkinliğı nedir, Türkiye’de yenilenebilir enerji konusunda oluşturulan politikalar ve stratejiler son dönemde değışime uğramış mıdır ve Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyeli, gelecekteki enerji ihtiyacını karşılamak için yeterli midir ve bu potansiyelin kullanımı ekonomik ve çevresel açıdan ne gibi avantajlar sağlayabilir gibi araştırma sorularına yanıt verilmiştir.

Gerek dünyada gerekse de ülkemizde uzun yıllardır temel enerji kaynağı olarak kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen, yakın zamanda tükenmesi muhtemel görülen ve sonsuz olmayan enerji kaynakları kullanılmaktadır. Dünyadaki yenilenemeyen bu enerji kaynaklarının hızla tükeniyor olmasından ötürü son yıllarda pek çok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmaya ve enerji ihtiyaçlarını gidermek üzere bu kaynaklardan faydalanma yoluna gitmeye başlamıştır. Türkiye özellikle son birkaç yıldır yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak üzere araştırmalar ve yatırımlar yapmaktadır. Ancak bu araştırmalar ve yatırımlar henüz yeterli seviyede değildir. Zira ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları anlamında oldukça zengin bir ülke olmakla birlikte gerek yasal prosedürler gerekse de teknoloji eksikliğı gibi konular sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim henüz arzu edilen düzeyde değildir. Literatürde özellikle ekonomi bilim dalında yenilenebilir enerji kaynakları ve Türkiye konusunda pek çok çalışma yapılmış olduğu

görülmektedir. Ancak bu çalışmalar çok yüzeysel kalmış olup, Türkiye’deki bu yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ekonomi politiğı bağlamında incelenerek gelecekte Türkiye’ye olacak potansiyel katkılarının incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma çerçevesinde yenilenebilir enerjiye ilişkin ilgili literatür taranmıştır, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili ölkemizdeki mevcut durum ve yasal prosedürler incelenmiştir. Bu bağlamda, enerji ekonomi politiğı bağlamında Türkiye’nin yenilenebilir enerji kapsamında enerji politikası araştırılacak ve gelecek dönemlerde Türkiye’nin sahip olduğı yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji gereksinimini karşılayabilmesine ilişkin öneriler sunulmuştur. Bu çalışmanın verileri, kamu yayınlarından, ekonomik raporlardan, yasal düzenlemelerden ve akademik araştırmalardan toplanmış olup, SWOT ve PESTLE analizlerini birleştiren karma yöntemli bir yaklaşım ile gerçekleştirilmiştir. Nitel ve nicel teknikleri içeren bu metodoloji, Türkiye'nin yenilenebilir enerji durumu, yasal çerçevesi, politik gelişmeleri ve sektör eğilimlerinin incelenmesini sağlamıştır. Nicel analiz, yenilenebilir enerji kullanımı ve tahminleri hakkında istatistiksel içgörüler sağlarken, nitel analiz çeşitli yetkili kaynaklardan tematik anlayış sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji Politikası, Enerji Güvenliğı, Yenilenebilir Enerji, Yenilenebilir Enerji Geçiş, Sürdürülebilir Enerji, Yenilenemeyen Enerji, Türkiye, Enerji Ekonomi Politikası

ABSTRACT

The main goal of this study was determined as to identify the place and future of renewable and sustainable energy in Turkey within the context of energy economy politics. In this regard, whether or not renewable energy sources would meet the energy need of Turkey in context to the energy economy politics, also legislative regulations would be researched, and forecasts about the future will be presented through investigating non-renewable and renewable energy sources in Turkey and current situation of these sources. The scope of the study topic is limited with investigating renewable energy in context to energy economy politics. Moreover, Turkey was selected as the sample country. Fundamentally, research questions such as what is the active place of renewable energy in Turkey's energy economy and how can this situation be compared with international energy policies, what is Turkey's current renewable energy policy, and how does this policy affect national energy security and sustainability, what are the applicability and effectiveness of the strategies and policies determined by Turkey to benefit from renewable energy resources at the highest level, have the policies and strategies established in Turkey regarding renewable energy changed recently, and is Turkey's renewable energy potential sufficient to meet future energy needs and what kind of advantages can the use of this potential provide in economic and environmental terms have been answered.

Both in the world and in Turkey, energy sources such as coal, petroleum and natural gas that are non-renewable, possible to waste in short time and limited have been used as the major energy source for long years. Since these non-renewable energy sources in the world are being consumed rapidly, lots of countries have started to research on renewable energy sources and to try to benefit from these sources in order to meet their energy needs in the last years. Turkey also has made researches and investments to benefit from renewable energy sources especially for a few years. However, these researches and investments are not enough yet. Although Turkey is so rich in terms of renewable energy sources, tendency towards renewable energy sources is not in desired level due to some reasons such as legislative procedures and lack of technology. In the literature, it can be seen that there are many studies made

on renewable energy sources and Turkey especially in economics discipline. However, these studies are generally superficial, thus it is required that renewable and sustainable energy sources in Turkey and their potential contributions in the future are investigated in context to energy economy politics.

Within the scope of this research, related literature on renewable energy will be reviewed, current situation and legislative procedures about Turkey's renewable energy sources will be investigated. In this respect, Turkey's energy policy regarding with renewable energy will be researched in context to energy economy politics, and recommendations about Turkey's renewable energy sources and meeting energy need in future periods will be presented. This study's data, gathered from government publications, economic reports, legal regulations, and academic research, were analyzed using a mixed-methods approach combining SWOT and PESTLE analyses. This comprehensive methodology, incorporating both qualitative and quantitative techniques, enabled a thorough examination of Turkey's renewable energy status, legal framework, political developments, and sector trends. Quantitative analysis provided statistical insights into renewable energy usage and forecasts, while qualitative analysis offered thematic understanding from various authoritative sources.

Keywords: Energy Policy, Energy Security, Renewable Energy, Renewable Energy Transition, Sustainable Energy, Non-Renewable Energy, Turkey, Energy Economy Politics

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Türkiye enerji sektörünün dinamiklerini ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişini araştırmayı amaçlayan inceleme ve analizlerin sonucunu temsil etmektedir. Günümüz dünyası, iklim değişikliği ve enerji sürdürülebilirliği gibi zorluklarla uğraşırken, yenilenebilir enerjinin rolü dünya çapında ulusal enerji stratejilerinin kritik bir bileşeni olarak ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerjiye geçiş, yalnızca sera gazı emisyonlarını azaltmakla kalmıyor, aynı zamanda iş yaratma ve kamu sağlığı sonuçlarında iyileşme gibi sosyal faydalar da sağlıyor. Karbon emisyonlarını azaltma ve iklim değişikliği etkilerini hafifletme yönündeki küresel taahhütler de yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin aciliyetini ve hızını artırmıştır.

Zengin yenilenebilir enerji potansiyeli ve gelecek enerji hedefleri ile Türkiye, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesiyle ilgili fırsatların ve zorlukların incelenmesi için ilgi çekici bir örnek çalışması görevi görmektedir ve ülkenin enerji ortamına ve politika çerçevesine dair içgörüler sağlayan Türkiye'nin ulusal enerji plan ve politikalarının araştırılmasıyla başlamaktadır. Ekonomik, teknolojik ve çevresel faktörleri titizlikle inceleyerek, Türkiye'nin enerji geçişinin karmaşıklıklarını araştırmakta, daha sürdürülebilir ve dirençli bir enerji geleceğine giden yollara ışık tutmaktadır. Potansiyele rağmen Türkiye, yenilenebilir enerji hedeflerini tam olarak gerçekleştirebilmek için ele alınması gereken yasal engeller, teknolojik engeller ve finansal kısıtlamalar gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır.

Çalışmanın merkezinde, neo-realist bir yaklaşım ile yenilenebilir enerji gelişimini şekillendiren iç ve dış faktörleri değerlendirmek için önemli araçlar olarak hizmet eden SWOT (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler) ve PESTLE (Siyasi, Ekonomik, Sosyal, Teknolojik, Yasal, Çevresel) analizleri bulunmaktadır. Bu analitik yaklaşımları entegre ederek karar vericilere, Türkiye'nin enerji dönüşümü yolculuğunun doğasında var olan zorluklar ve fırsatlar konusunda kapsamlı bir anlayış sağlamayı amaçlamaktadır.

Ayrıca bu çalışma, sürdürülebilir enerji gelişimini yönlendirmede işbirlikçi çabaların ve bilinçli karar vermenin önemini altını çizmektedir. Hükümet, sanayi, akademi ve sivil toplumdan paydaşlarla etkileşime geçerek, sosyo-ekonomik ve çevresel zorunlulukları ele alırken, Türkiye'nin enerji hedeflerine ulaşması için diyalog ve iş birliğini teşvik etmeyi de hedeflemektedir. Yenilenebilir enerji projelerinin başarılı bir şekilde uygulanması için yerel topluluklar, işletmeler ve özellikle BM İklim Değişikliği Konferansı gibi uluslararası organizasyon ve kuruluşlar da dahil olmak üzere çeşitli paydaşların katılımı hayati önem taşımaktadır.



Amin GHANNADI

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Problemi	1
1.2. Amaç ve Hedefler	1
1.3. Tezin Önemi ve Özgün Değeri	2
1.4. Araştırma Yöntemi ve Metodoloji	3
1.5. Araştırma Soruları	4
1.6. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları	5
1.7. Enerji Politikasına İlişkin Temel Teoriler	6
1.7.1. Realist ve Neo-realist Enerji Politikası	15
1.7.2. Liberal ve Neo-liberal Enerji Politikası	18
1.7.3. Yeşil Teori	20
1.7.4 Türkiye'nin Enerji Dönüşümü Politikasına İlişkin Neo-realist Yaklaşım	21
1.8. Literatür Özeti	24
2. KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE	26
2.1. Enerji Kavramı	26
2.2. Enerji Türleri	29
2.3. Enerji Kaynakları	30
2.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	31
2.3.1.1. Fosil Enerji Kaynakları	31
2.3.1.1.1. Kömür	31
2.3.1.1.2. Petrol	34
2.3.1.1.3. Doğal Gaz	37
2.3.1.2. Nükleer Enerji Kaynakları	39
2.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	42
2.3.2.1. Rüzgâr Enerjisi	43
2.3.2.2. Hidroelektrik Enerji	45
2.3.2.3. Biyokütle Enerjisi	47

2.3.2.4. Hidrojen Enerjisi.....	50
2.3.2.5. Güneş Enerjisi.....	51
2.3.2.6. Dalga Enerjisi.....	54
2.4. Fosil Kökenli Kaynaklardan Yenilenebilir Kaynaklara Geçiş.....	55
2.5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları ve Dezavantajları	57
3. DÜNYADA ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ	59
3.1. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Mevcut Durumu ve Kullanımı.....	59
3.1.1. Hidroelektrik Enerji	62
3.1.2. Güneş Enerjisi	63
3.1.3. Rüzgâr Enerjisi.....	64
3.1.4. Hidrojen Enerjisi.....	65
3.1.5. Dalga Enerjisi.....	66
3.1.6. Biyokütle Enerjisi	66
3.2. Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	67
3.2.1. Düzenleyici Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları	68
3.2.2. Mali Teşvikleri İçeren Yenilenebilir Enerji Politikaları	71
3.3. OECD Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Politikaları	71
3.4. Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	73
3.4.1. Rusya – Ukrayna Savaşı ve AB’nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Etkileri. 78	
3.5. ABD’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları	80
3.6. Rusya’nın Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	82
3.7. Çin’in Yenilenebilir Enerji Politikaları.....	85
3.8. Hindistan’ın Yenilenebilir Enerji Politikaları	87
3.9. Yenilenebilir Enerji ve Çevre ile İlgili Uluslararası Düzenlemeler	89
3.9.1. Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü	89
3.9.2. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	90
3.9.3. Kyoto Protokolü.....	91
3.9.4. Paris Anlaşması.....	92

3.10. Yenilenebilir Enerji Konusunda Önemli Uluslararası Kurumlar	93
3.10.1. Birleşmiş Milletler Çevre Programı	94
3.10.2. IEA	95
3.10.3. IRENA	97
3.10.4. REN21	98
4. TÜRKİYE’DE ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ	99
4.1. Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları	101
4.1.1. Güneş Enerjisi	101
4.1.2. Rüzgâr Enerjisi	104
4.1.3. Hidroelektrik Enerji	105
4.1.4. Biyokütle Enerjisi	107
4.1.5. Hidrojen Enerjisi	108
4.1.6. Dalga Enerjisi	108
4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Mevcut Durumu	109
4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Potansiyel Katkısı ve Önemi	111
4.4. Türkiye’de Enerji Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Düzenlemeler	113
4.4.1. Kanunlar ve Yönetmelikler	114
4.4.2 Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Devlet Destekleri ve Teşvikler	115
4.5. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının SWOT Analizi	118
4.5.1 Güçlü Yanlar:	119
4.5.2 Fırsatlar:	120
4.5.3 Zayıf Yanlar:	122
4.5.4 Tehditler:	123
4.6. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının PESTLE Analizi	124
4.6.1 Siyasi Faktörler:	125
4.6.2 Ekonomik Faktörler:	126
4.6.3 Sosyal Faktörler:	130

4.6.4 Teknolojik Faktörler:	132
4.6.5 Hukuki Faktörler:	134
4.6.6 Çevresel Faktörler:	135
4.7. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Stratejileri.....	137
4.8. Yenilenebilir Enerji ve Türkiye’nin Enerji Güvenliği	140
4.9. Türkiye’nin İklim Politikaları ve Uluslararası İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	142
4.10. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Geleceği.....	144
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	149
KAYNAKÇA.....	158

Tablolar Listesi

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bağlamında En Çok Enerji Üretimi Yapan Ülkeler (2021).....	61
Tablo 2: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bağlamında En Çok Enerji Kapasitesine Sahip Olan Ülkeler (2023)	61
Tablo 3: Kaynak Türüne Göre Kurulu Kapasite – Türkiye	62
Tablo 4: Güneş Enerjisi Kapasitesinde İlk 10 Ülke.....	64
Tablo 5: Dünyada Biyokütle Enerjisi Potansiyeli.....	66

Kısaltmalar Listesi

ARGE : Araştırma Geliştirme
BM: Birleşmiş Milletler
ÇED : Çevresel Etki Değerlendirmesi
EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPK : Elektrik Piyasası Kanunu
ETKB : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSMH : Gayri Safi Milli Hasıla
IEA : Uluslararası Enerji Ajansı
IRENA: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
OECD : Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OPEC : Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı
REN21: 21. Yüzyıl Yenilenebilir Enerji Politikası Ağı
STK: Sivil Toplum Kuruluşu
TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEK : Türkiye Elektrik Kurumu
TEP : Ton Eşdeğer Petrol
TMMOB : Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
GW : Gigawatt
Hz : Hertz
kW : Kilowatt
kWh : Kilowatt-saat
MW : Megawatt
V : Volt
W : Watt

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI POLİTİK EKONOMİ BİLİ DALI
DOKTORA PROGRAMI

TÜRKİYE’NİN ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ
VE
YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI

Tez Önerisinin Kabul Tarihi: 31.05.2022
Rapor Dönemi: 01.06.2023-11.12.2023
Hazırlayan: Amin Ghannadi (766519007)

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alaeddin YALÇINKAYA
Tez İzleme Komite Üyesi: Doç. Dr. Murat ALAKEL
Tez İzleme Komite Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Ferit BELDER

1. GİRİŞ

1.1. Araştırma Problemi

Gerek dünyada gerekse de ülkemizde uzun yıllardır temel enerji kaynağı olarak kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen, yakın zamanda tükenmesi muhtemel görülen ve sonsuz olmayan enerji kaynakları kullanılmaktadır. Dünyadaki yenilenemeyen bu enerji kaynaklarının hızla tükeniyor olmasından ötürü son yıllarda pek çok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmaya ve enerji ihtiyaçlarını gidermek üzere bu kaynaklardan faydalanma yoluna gitmeye başlamıştır. Türkiye de özellikle son birkaç yıldır yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak üzere araştırmalar ve yatırımlar yapmaktadır. Ancak bu araştırmalar ve yatırımlar henüz yeterli seviyede değildir. Zira ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları anlamında oldukça zengin bir ülke olmakla birlikte gerek yasal prosedürler gerekse de teknoloji eksikliği gibi konular sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim henüz arzu edilen düzeyde değildir.

Literatürde özellikle ekonomi bilim dalında yenilenebilir enerji kaynakları ve Türkiye konusunda pek çok çalışma yapılmış olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmalar çok yüzeysel kalmış olup, Türkiye'deki bu yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ekonomi politiği bağlamında incelenerek gelecekte Türkiye'ye olacak potansiyel katkılarının incelenmesi gerekmektedir.

1.2. Amaç ve Hedefler

Bu çalışmanın temel amacı, enerji ekonomi politiği bağlamında Türkiye'de yenilenebilir enerjinin yeri ve geleceğinin tespit edilmesi şeklinde belirlenmiştir. Bu doğrultuda, Türkiye'de yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ile bu kaynakların mevcut durumu araştırılmış, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ekonomi politiği çerçevesinde Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılayıp karşılayamayacağı, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı sorunsalını çözüme kavuşturup kavuşturamayacağı, yenilenebilir enerji konusunda Türkiye'de yapılmış olan yasal düzenlemeler incelenmiş ve geleceğe dair öngörüler sunulmuştur. Ayrıca, Türkiye'deki yenilenebilir enerji alanındaki yasal düzenlemeler ve bu

düzenlemelerin gelecekteki enerji politikalarına etkileri ele alınmıştır. Bu bağlamda tez konusuna ilişkin kavramlar ve konular, neo-liberal ve neo-realist enerji politikası bakış açıları vasıtasıyla incelenmiştir.

Yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda bu çalışmadan şu çıktıların elde edilmesi beklenmektedir:

1. Dünyada yenilenebilir enerjinin mevcut durumunun ve konumunun belirlenmesi,
2. Yenilenebilir enerji konusunda gelişmiş durumdaki ülkelerde yenilenebilir enerjiye ilişkin hangi/nasıl politikaların ve stratejilerin uygulanmakta olduğunun incelenmesi,
3. Türkiye'nin mevcut enerji ekonomi politiğinde yenilenebilir enerjinin yerinin belirlenmesi,
4. Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarının detaylı olarak tespit edilmesi,
5. Türkiye'nin mevcut yenilenebilir enerji politikasının saptanması,
6. Türkiye'nin geleceğe ilişkin yenilenebilir enerji politikasının değerlendirilmesi,
7. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları ve politikası hakkında geleceğe ilişkin çıkarımlarda, önerilerde bulunulması,
8. Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekte enerji ihtiyacını karşılayabilme ve enerjide dışa bağımlılığı azaltma potansiyelinin belirlenmesi,
9. Türkiye'de gelecekte yenilenebilir enerjinin verimli şekilde kullanılmasının nasıl sağlanabileceği hususunda değerlendirmeler yapılması.

1.3. Tezin Önemi ve Özgün Değeri

Bu çalışmanın mevcut akademik literatürdeki çalışmalardan en temel farklılıkları, sunduğu yenilikler ve alana getirdiği özgün katkılar şu şekildedir. Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarını ve yenilenebilir enerji politikasını enerji ekonomi politiği bağlamında incelemektedir. Literatürdeki çalışmalarda daha ziyade Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynakları incelenip, Türkiye'nin enerji politikaları

yüzeysel bir şekilde izah edilmiş ve/veya ekonomik büyüme/gelişme ile ilişkisi incelenmiştir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'nin enerji ihtiyacını ve açığını kapatmadaki potansiyel rolüne ilişkin detaylı çalışmalar gerçekleştirilmemiştir. Çalışma kapsamında, yenilenebilir enerjiden faydalanan ve yenilenebilir enerji konusunda birtakım politikaları ve stratejileri bulunan çeşitli ülkeler de incelenmiştir. Bu doğrultuda, Türkiye'nin mevcut yenilenebilir enerji politikaları ve stratejilerine ilişkin, yapılacak incelemeler doğrultusunda çeşitli öneriler sunulmuştur.

Yapılan incelemelerle birlikte, Türkiye'de yenilenebilir enerjinin farklı analizleri çıkarılmıştır, böylece konu hakkında çalışan uzmanların Türkiye'de yenilenebilir enerjiye ilişkin güçlü ve zayıf yönleri, ayrıca fırsatları ve potansiyel tehditleri görebilmeleri sağlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'deki mevcut ve potansiyel durumunun tespit edilmesi doğrultusunda, ülkedeki yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli şekilde kullanılması ve kullanım gücünün artırılmasına ilişkin devlet yöneticilerine çeşitli öneriler sunmaktadır. Çalışmada elde edilen bulgular sayesinde, yenilenebilir enerji konusunda çalışmayı, yatırım yapmayı arzulayan özel sektör kuruluşları açısından da bu çalışma yol gösterici bir niteliğe sahiptir.

1.4. Araştırma Yöntemi ve Metodoloji

Bu çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji portföyünün analizini sağlamak için niteliksel ve niceliksel araştırma yöntemlerini birleştiren karma bir metodoloji yaklaşımı kullanılmıştır. Birincil veri toplama, devlet yayınları, Türkiye'nin kamu ekonomik raporları, yenilenebilir enerjiyle ilgili Türk yasaları ve yenilenebilir enerjiye odaklanan STK'ların yayınları dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan bilgi toplanmasını içermektedir.

Veri toplama yöntemlerinin röportaj ve ikili görüşmeleri içermediği belirtilmelidir. Yetkililerle ve kamu kurumlarıyla görüşme yapma girişimleri sınırlı ilgiyle ve geri dönüş ile karşılanmıştır. Enerji politikası tartışmalarıyla sıklıkla ilişkilendirilen hassasiyet ve gizlilik göz önüne alındığında, yetkililerle görüşme sağlamak oldukça zor olmuştur. Sonuç olarak, analiz büyük ölçüde mevcut yayınlara ve ikincil veri kaynaklarına dayanmaktadır. Ayrıca, ikincil veri toplama, büyük ölçüde yenilenebilir

enerji alanında yürütülen akademik araştırmalara, kamu ve sivil toplum kuruluşlarının rapor ve yayınlarına dayanmaktadır. Bu kaynaklar, Türkiye'nin mevcut yenilenebilir enerji durumu, düzenleyici çerçevesi, politika girişimleri ve sektör eğilimleri hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır.

Birincil ve ikincil kaynaklara ek olarak, üçüncül veriler yerel gazetelerden ve enerji temelli araştırma kuruluşlarının düzenli yayınlarından elde edilmiştir. Bu kaynaklar, Türkiye'deki yenilenebilir enerji gelişmelerine ilişkin ek bağlam ve perspektif sunarak analizi daha da zenginleştirmektedir.

Karma bir metodoloji yaklaşımı kullanan ve birden fazla veri toplama yönteminden yararlanan çalışma, Türkiye'nin yenilenebilir enerji ortamının bir incelemesini sunmaktadır ve mevcut durumuna ve gelecekteki beklentilerine dair içgörüler sunmaktadır.

1.5. Araştırma Soruları

Çalışmanın araştırma soruları şu şekildedir:

AS1: Türkiye'nin enerji ekonomi politikğinde yenilenebilir enerjinin mevcut yeri nedir ve bu durum uluslararası enerji politikalarıyla nasıl kıyaslanabilir?

AS2: Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından en yüksek düzeyde faydalanmak için belirlediği stratejiler ve politikaların uygulanabilirliği ve etkinliği nedir?

AS3: Türkiye'de yenilenebilir enerji konusunda oluşturulan politikalar ve stratejiler son dönemde değişime uğramış mıdır?

AS4: Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli, gelecekteki enerji ihtiyacını karşılamak için yeterli midir ve bu potansiyelin kullanımı ekonomik ve çevresel açıdan ne gibi avantajlar sağlayabilir?

AS5: Türkiye'nin uluslararası enerji ve enerji değişimi ile iklim değişikliğiyle mücadele organizasyonlarına aktif katılımının önemi ulusal planları için ne derece önemlidir?

1.6. Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Bu çalışma kapsamında kavramsal çerçeve bağlamında enerji kavramı ile enerji kaynaklarına; kuramsal çerçeve bağlamında ise realist, neo-realist, liberal ve neo-liberal yaklaşıma yer verilmiştir. Bu kavramlar ile kuramların çalışmada ele alınmasının nedeni, yenilenebilir enerji kaynaklarını ve bu husustaki uygulamalarla politikaları ve potansiyeli Türkiye bağlamında etkin bir biçimde değerlendirebilmek ve konuyu neo-realist ve neo-liberal düzlemde etkin biçimde inceleyebilmektir.

Çalışma kapsamında belirlenmiş olan ve yukarıda yer alan araştırma sorularını yanıtlamak üzere, nitel araştırma yönteminden faydalanılmış ve bu çerçevede literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması bağlamında, çalışmanın konusuyla ilgili şekilde çeşitli yerli ve yabancı yazarlar ile uzmanlarca hazırlanmış olan kitaplar, makaleler, bildiriler, raporlar, haberler, tezler ve mevzuatlardan istifade edilmiştir.

Çalışmanın etkin biçimde hazırlanabilmesi hususunda birtakım sınırlılıklar oluşturulmuştur. Öncelikli olarak çalışma, enerji, yenilenebilir enerji, enerji kaynakları, enerji ekonomi politiği, enerjide dışa bağımlılık ve Türkiye çerçevesinde sınırlıdır. Konunun Türkiye bağlamında değerlendirilecek olmasının nedeni, dünya genelinde enerji talebi artarken son dönemlerde enerji arzının düşmesi ve enerji konusunda global açıdan önemli bir kriz potansiyelinin belirmiş olması ile yenilenebilir enerji açısından oldukça ciddi bir potansiyele sahip olan Türkiye'nin bu potansiyelini kullanabilmesi durumunda enerjide dışa bağımlılığını minimum düzeye indirebilme ihtimalinin bulunmasıdır.

Çalışmanın birtakım varsayımları da mevcuttur. Buna göre, Türkiye'nin yenilenebilir enerji konusunda önemli bir potansiyeli olduğu varsayılmıştır. Yanı sıra, dünya genelinde halihazırda bir enerji sorunu olduğu da varsayımlar arasındadır.

Çalışma toplam beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, çalışmanın konusu, kapsamı, amacı, önemi ve yönteminin tanıtıldığı giriş bölümüdür. İkinci bölümde genel olarak enerji kavramına, enerji türlerine, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarına, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin nedenlerine, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının artı ve eksi yönlerine, enerji ekonomisi ve enerji politikası konusuna değinilmiştir. Üçüncü bölümde dünyada enerji ekonomi politiği bağlamında yenilenebilir enerji konusu incelenmiştir. Bu bağlamda, dünyada

yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumu ve kullanımı, temel yenilenebilir enerji politikaları, yenilenebilir enerji konusunda çeşitli ülkelerin yenilenebilir enerji politikaları ile bu politikaların belirleyicileri incelenmiştir. Dördüncü bölümde, Türkiye’de yenilenebilir enerji konusu ele alınmıştır. Bu bölümde, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları, bu kaynakların mevcut durumu, Türkiye ekonomisine katkısı ve önemi, SWOT ve PESTLE analizi, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yasal düzenlemeler ve destekler, Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikaları ve stratejileri ele alınmıştır ve Türkiye’de yenilenebilir enerjinin geleceğine ilişkin yorumlar yapılmıştır.

1.7. Enerji Politikasına İlişkin Temel Teoriler

Ateşin keşfedilmesinden günümüze değin üretimin ana girdilerinden birisi olan enerji, insanlık tarihi boyunca pek çok savaşa ve yeni keşiflerin yapılmasına yol açmıştır. İnsanoğlunun varlığını sürdürmesi ve gelişmesi hususunda kritik bir öneme haiz olan enerji, Endüstri Devrimi ile beraber ülkeler bakımından vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir. Enerji, devletlerin iktisadi güvenliği ile ulusal güvenliğini etkileyerek, uluslararası politikaya yön verdiğinden dolayı, tarihin seyrini de yöneten bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (Erdal ve Karakaya, 2012: 116). Teknolojideki gelişmeleri, insanoğlunun bilinçlenmesi neticesinde ortaya çıkan kaliteli yaşam talebi, gittikçe artan nüfus gibi konular enerjiye olan ihtiyacı ve talebi daha da artırmıştır (Çanka-Kılıç, 2011: 95).

Artış gösteren bu ihtiyaç ve talep doğrultusunda sınırlı durumdaki fosil enerji kaynaklarının gelecek yıllarda yetersiz kalacağına ilişkin düşünceler, enerji ihtiyacı konusunda dışa olan bağımlılığın yüksekliği, stratejik enerji kaynaklarının mevcut olduğu bölgelerde gerçekleşen politik istikrarsızlıklardan ötürü enerji konusunda beliren arz güvenliğine ilişkin problemler ve global düzeyde olumsuz durumlara yol açan iklim değişikliği vb. faktörler, enerjinin sahip olduğu önemi günden güne artırmaktadır (Koçaslan, 2014: 118).

Enerjinin ekonomiyle ilişkilendirilmesi 20. yüzyıl başlarında olmuştur. Emanuele Sella tarafından 1910 senesinde yazılan Refahın Ömrü isimli eserde, üretim süreciyle termodinamik ile olan ilişki incelenmiş ve Sella, evrende enerjinin sabit olduğunu, iktisadi aktivitelerle enerjinin bir formdan diğer bir forma dönüşerek toplumda

refahın artması konusunda destek olduğunu belirtmiştir (Rotondi, 2001: 154-155). Yanı sıra Nicholas Georgescu-Roegen Entropi Yasası ve Ekonomik Süreç isimli hazırladığı eserde, termodinamik yasalarını iktisadi analizlere uyarlayıp, dünya ekosisteminde karşılıklı bağımlılığa yönelik ilişkileri gözlemlemiş ve ekonomi ile enerji arasındaki kritik bağımlılık ilişkisine dikkat çekerek, enerjiyi ekonominin temel kaynağı olarak değerlendirmiş ve ekonomide üretim fonksiyonlarını sınırlandırmakta olan temel unsurun enerji olduğundan bahsetmiştir (Georgescu-Roegen, 1986: 5-11).

Genel ekonomi teorisi, enerji piyasalarının analiz edilmesi noktasında çeşitli fikirler sağlamaktadır. Bilhassa, enerji kaynakları özünde fiziki anlamda yoğun şekilde dünyada bulunuyor olsa da sınırlı (kıt) kaynak kategorisi içinde incelenmektedir.

Bu sebeple, enerji kaynaklarının ekonomi bilimi bağlamında incelenmesi gereklidir. Başka pazarlarda olduğu gibi, enerji ekonomisinin iki yönünü fertlerin fiyat düzeylerinden ötürü kararlarını değiştirebildikleri enerji arzı ile enerji talebi meydana getirmektedir. Enerji arzı açısından değerlendirildiğinde, birbirinden bağımsız durumdaki enerji arz eden tedarikçi sayısı fazla olduğunda, enerji piyasası tam rekabet piyasasına yakınlaşmaktadır. Dolayısıyla, enerjiyi sağlayanlar belirli bir fiyattan piyasaya sunmaya razı oldukları miktarı belirlemektedir. Karlarını maksimum noktaya çıkarmak da üreticilerin ekonomik açıdan en önemli amaçlarıdır. Enerji talebi bağlamında konu değerlendirildiğinde, normal koşullarda herhangi bir ürünün marjinal faydasının marjinal maliyetinden yüksek olması halinde ürüne olan talep artış göstermektedir.

Ancak enerji ürünü açısından bu durum biraz farklıdır. Zira enerji konusunda fayda, doğrudan enerjinin kullanılmasından kaynaklanmamaktadır. Kullanımla bağlantılı aydınlatma, ısınma, cihazların kullanılması, ulaşım vb. faktörlerden etkilenmektedir. Böylelikle, enerjinin marjinal faydasının belirlenmesi sürecinde, enerjinin bu hizmetlere yönelik katkıları dikkate alınır. Enerji arzı ve talebi koşullarında meydana gelen fiyat düzeyinden ötürü enerji ekonomisi, önemli bir ilgi alanı konumundadır (Zweifel, Praktikno ve Erdmann, 2017: 4).

Enerji ekonomisi, bir toplumda enerjiden faydalanılması ve enerjinin arzına ilişkin geniş konuları içermekte olan, ekonomi bilim dalının bir alt disiplini. Anca pek çok farklı disiplinle paylaşılmakta ve uygulanmakta olan yöntemler ve konulardaki

farklılıklar dolayısıyla, enerji ekonomisi yalnız başına bağımsız bir disiplin şeklinde değerlendirilmemektedir (Barry, 2016). Enerji ekonomisi, enerji kaynaklarından en yüksek verimi temin etme ilkesine dayanmak suretiyle, enerji kaynaklarından en ideal ölçüde istifade edilmesini, enerjiyle alakalı artış gösteren talep kapsamında üretim veya ithalata dayalı bir sistemi kurmayı hedeflemektedir. Yanı sıra enerji ekonomisi enerjinin üretilmesine, ihraç edilmesine ve ithal edilmesine ilgisiyle beraber; enerjinin üretim maliyeti, enerjinin işlenmesi, enerji taşımacılığı, enerjinin depolanması gibi birçok konuyla da yakından ilişkilidir. Ayrıca enerji ekonomisi, cevabını aradığı problemler ve uyguladığı tekniklerdeki çeşitlilikten dolayı, bir bilim dalı şeklinde görülmesinden çok, uygulamalı bir disiplin şeklinde de nitelendirilmektedir.

Zira enerji ekonomisi; mikroekonomi, makroekonomi, finans, çevre ekonomisi, ekonometri, endüstriyel ekonomi vb. bilimsel disiplinler ile yakın ilişki içerisinde. Enerji ekonomisi, ekonomi ilkelerinin ve araçlarının doğru soruları sormak üzere uygulanmakta olduğu ve bu soruları anlamaya ilişkin bilgilerin geliştirilmesi hususunda rasyonel ve sistematik biçimde analizlerde bulunan uygulamalı ekonominin bir alt dalıdır. Enerji endüstrisi ise, enerji üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketimi süreçlerini kapsayan bir endüstriyel yapıdır. Enerji endüstrisi, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının çıkarılması, işlenmesi ve kullanılması gibi faaliyetleri içermektedir. Bu bağlamda, enerji ekonomisi enerji sektörünün ekonomik boyutlarını incelerken, enerji endüstrisi teknik ve endüstriyel süreçleri kapsamaktadır. Enerji ekonomisi enerji sektörünün ekonomik etkinlik, verimlilik, maliyet analizi ve politika geliştirme gibi alanlarına odaklanır. Enerji sektörü muhtelif etkenlerden ötürü karmaşık bir yapıdadır. Bu etkenler temel olarak şu şekilde ifade edilebilir (Bhattacharyya, 2011: 1):

- Kurucu endüstriler, doğaları gereğince yüksek seviyede teknik olma eğilimi içindedirler. Bu yüzden, ekonomik problemlerin daha etkili biçimde anlaşılması noktasında süreçlerle tekniklerin daha etkin şekilde anlaşılması gereklidir.
- Tüm endüstri kollarının kendilerine has bileşenleriyle özellikleri mevcuttur. Dolayısıyla, her bir endüstri koluna kendi özeli bağlamında dikkat edilmesi önemlidir.

- Enerji tüm ekonomik aktiviteler bakımından önemli bir bileşen niteliğindedir. Enerjiye ulaşılabilirlik veya enerjinin sınırlı olması toplum nezdinde ciddi etkilere yol açmaktadır. Netice itibarıyla, toplum nezdindeki etkileri de enerji sektörü açısından daha önemli ve ciddi etkilere sahiptir. Toplum ile enerji kavramının arasında karşılıklı neden-sonuç ilişkisine dayalı pek çok unsur mevcuttur.
- Muhtelif seviyelerdeki (yerel, ulusal, bölgesel, uluslararası) etkileşimlerden etkilenmekte olan enerji sektörü, genellikle tek bir bilimsel disiplinin konusu olmanın oldukça ötesinde bir haldedir.

Enerjinin üretilmesiyle tüketimi aşamalarında devletler ile bireyler göz önüne alındığında, bir kar-zarar ilişkisinin olduğu görülmektedir. Bu çerçevede, ekonomik faaliyetlerin bir neticesi şeklinde enerji, ekonominin bir konusu durumundadır. Yanı sıra, sınırsız haldeki insanoğlunun ihtiyaçlarının kıt kaynaklarla giderilmesi ilkesi enerji konusunu da ihtiva etmekte olduğundan, enerji ekonomi disiplininin bir alt dalı şeklinde nitelendirilmektedir (Adaçay, 2014: 90).

Enerjiye yönelik hemen hemen tüm alanlarda mevcut bulunan sınırsız talebe karşılık, sınırlı düzeydeki enerji arzı, enerji ekonomisi bilimsel disiplininin ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir. Bu doğrultuda enerji ekonomisi özünde enerji talebiyle enerji arzının arasında bir denge kurma çabasında bulunmaktadır.

Enerji ekonomisinin gelişmesi hususunda yarar sağlamış olan teorik gelişmeler, neo-klasik iktisat ile ekolojik iktisadın enerji alanındaki muhtelif görüşleri bağlamında şekillenmiştir. Neo-klasik iktisatçılar, iktisadi gelişmeyi sermaye, iş gücü ve dışsal teknolojiye dayandırırken, enerjinin iktisadi gelişme üstündeki etkisini çoğunlukla ihmal etmiştir. Enerjiyi doğal kaynak ekonomisi kapsamında değerlendiren neo-klasik iktisatçılar, ekonominin kapalı bir sistem olduğunu ve enerjinin bir üretim faktöründen ziyade bir ara mal niteliği taşıdığını ifade etmişlerdir. Öte taraftan 1970’lerde ekolojik iktisatçılar, neo-klasik iktisatçıların kabul etmiş oldukları görüşlerin tersine, enerjinin temel bir üretim faktörü özelliğine sahip olduğu iddia etmiştir (Yapraklı, 2013: 55-56).

Enerji politikası temelde teknoloji, enerji ve ekonomik kararların bir sonuca bağlanmakta olduğu kurumsal yapıdan oluşmaktadır. Kısa süreli dönemde arz-talep modeli, daha uzun süreli dönemde ise planlama aktivitelerinden meydana

gelmektedir. Uzun dönemde devam edegelen planlama süreçleri; enerjinin tedarik edilmesi, enerji arz güvenliği, enerji fiyat yükümlülüklerinden çok; çevresel etkenlere olan etkileri, kaynakların azalması, gelecek jenerasyonlara bırakılacak ekolojik miras üstünden uluslararası projeler gerçekleştirilmektedir.

Enerji politikasının kısa dönemli olarak oluşturulmasında, arz ve talep yönlü ilişkinin unsurları ön plandadır. Enerji talebini belirlemekte olan temel unsurlar; milli gelirdeki artış, kentleşme, teknolojiye gelişme ve hayat tarzının yanında enerji kaynaklarının fiyatlarıyla ilgilidir. Enerji arzını belirleyen unsurlar ise; enerji kaynaklarının türlerine ilişkin rezerv miktarları, üretim ve yatırım maliyetleri, teknolojik altyapı ve ülkelerin arasındaki politik ve ekonomik faktörlerle anlaşmalar şeklindedir. Enerji arzı ve talebine ilişkin dengesizlik halleri, ülkelerin ekonomik açıdan gelişmeleri bağlamında son derece kritik neticeler doğurmaktadır (Bayraç, 2009: 118).

Araştırmalara göre, 2030 senesinde enerji tüketiminin dünyada %60 düzeyinde, Türkiye’de ise %100 seviyesinde artış göstereceği öngörülmüştür. Sürekli artan nüfusla birlikte, buna bağlı şekilde artış gösteren endüstrileşme, enerji tüketimindeki artışın en temel sebebi olarak gösterilmektedir (Satman, 2015). Günümüz koşullarında enerjiye ilişkin pek çok güç konu bulunmakla beraber, bilhassa şu üç konunun enerjiye ilişkin tartışmaların özünü teşkil ettiği savunulmaktadır (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579):

- i. Fosil enerji kaynakları, sınırlı kaynaklardır. Artış gösteren talep ve sınırlı durumdaki arz göz önünde bulundurulduğunda, hala ciddi miktarlarda kömür, petrol ve doğalgaz kaynaklarının mevcut bulunmasına karşın, bir gün bu enerji kaynaklarının tükenmesinin oldukça olası olması,
- ii. İklim değişikliği probleminin; ekonomik gelişme, enerji tüketimi ve çevre kirliliğinin arasında bulunan ilişkide yeni bir düzeye dikkatleri çekmeyi sağlamış olması,
- iii. Enerji arz güvenliği sorunu bağlamında, birçok ülkenin enerjide dışa bağımlı durumda olması.

Günümüzde gelişmiş ülkeler, daha az enerji girdisiyle gelişmekte olan ülkeler ile aynı gayri safi yurt içi hasılaya (GSYİH) sahip olabilmektedir. Bu yüzden, gelişim yolundaki ülkelerin kalkınma konusunda atacakları en önemli adımlardan birisi,

enerjinin verimliliğini artıracak politikalara yönelmeleri şeklindedir (Bayraç, 2009: 119). Yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş ülkelerin daha öncesinde endüstrileşirken kullanmış oldukları sınırlı ve fosil enerji kaynaklarının yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımda bulunmaları halinde yerli, güvenilir ve tükenme problemi bulunmayan enerji kaynaklarına sahip olacakları söylenebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları birer doğal kaynak olduklarından, ithal yenilenemeyen enerji kaynaklarına ödeme yapma zorunluluğu ortadan kalkarken, dış borçlanmanın da düşmesini sağlamaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 259-260).

Devletler üretimde bulunabilmek ve bu üretimi sürdürebilir kılmak üzere üretim faktörlerinden birisi durumundaki enerji girdisine gereksinim duymaktadır. Enerji kaynaklarına yeterli seviyede sahip durumdaki devletler, olmayan devletlere nazaran daha avantajlıdır ve bu doğrultuda üretim maliyetleri de daha düşüktür. Gerek enerji kaynaklarına sahip olan devletler gerekse de bu kaynaklara sahip olmayan devletler iktisadi büyüme ve gelişme hususunda enerji kullanımlarını artırma yoluna gitmektedir. Bu yüzden, enerji tüketimine ilişkin yaşanan artışlar, bir ülkedeki gelişmişlik ve kalkınma seviyesi bağlamında önem arz eden bir gösterge niteliğindedir. Bu nedenle, enerji tüketimine ilişkin politikaların da ekonomik büyümeyi ve gelişmişliği etkilemekte olduğundan söz edilebilir (Korkmaz ve Yılğör, 2011: 112).

Devletlerin bağımsızlıklarını sağlamakta olan temel etkenlerden birisi, ekonomik açıdan yeterlilik seviyesine erişebilmektedir. Bu nedenle, devletlerin ekonomik bakımdan gerekli bulunan dinamizme erişebilmeleri hususunda gereken enerjiye sahip olmaları gerekmektedir. Enerjinin bir başka önemi ise, devletlerin bağımsızlığı açısından enerjiye duyulmakta olan gereksinimdir (Kılıç, 2009: 17). Enerji bilhassa uluslararası ilişkiler çerçevesinde kritik bir öneme haizdir ve devletler açısından oldukça stratejik bir özelliğindedir. Devletler iktisadi ve siyasi bakımdan devamlı şekilde birbiriyle global bir liderlik yarışı içindedir. Bu bağlamda, global rekabette enerji arzıyla enerji arz güvenliği oldukça büyük bir öneme sahiptir (Doster, 2010: 16).

Günümüz koşullarında devletler, iktisadi açıdan büyümeleri ve gelişmeleri hususunda ve global iktisadi rekabette avantaja sahip olmak üzere enerjiye büyük bir önem vermektedir. Enerjinin maliyet açısından ucuz ve devamlı biçimde temin edilebiliyor olması, tüm toplumların temel sorunlarından birisi olarak karşımıza

çıkmaktadır. Enerji üretimi konusunda temelde nükleer enerji kaynakları, fosil enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır ve devletler de bu enerji kaynaklarının arasında tercihte bulunurken enerji türünün fiyatına, arz güvenliği bağlamında enerji kaynağının yerli ya da yabancı devletlerden temin edilebilme imkanına, insanlara ve çevreye olan etkilerine göre değerlendirmede bulunmaktadır (Bayraç, 2011: 38).

Tüm dünyada enerjinin günden güne artış gösteren önemi, devletlerin iç ve dış siyasetlerinin saptanması noktasında önemli bir vazife üstlenmektedir. Devletler enerjiye ilişkin politikalarını meydana getirirken bu enerji kaynaklarının bulunduğu yer, enerji kaynaklarına erişilmesi, enerji kaynaklarından devamlı, kaliteli, güvenli ve ekonomik biçimde istifade etme olanağı, enerji kaynaklarının üretilmesi, taşınması ve tüketimiyle çevreye etkileri, enerji kaynaklarının ülke dışından ithal edilmesi halinde bu yabancı ülkelerle olan iktisadi ve politik ilişkiler ayrı şekilde ele alınıp değerlendirilmektedir (Öztürk, 2013: 17).

Enerji politikaları uzunca bir müddettir devletlerin yaşamlarında ve gündemlerinde mevcut bulunan bir konu durumundadır. Enerji politikalarının düzenlenmesine ilişkin olarak 1973 senesindeki petrol krizinden öncesinde, enerji politikaları birtakım temel bileşenlerin üzerine kurulmuştur. Bunlar temel olarak kömür madenlerine yapılan yatırımlar, petrol çıkarma faaliyetleri, enerji tesisleri, enerji iletim ve dağıtım şebekelerinin arz güvenliğinin sağlanması şeklindedir ve bu hususta devletin kontrolü öncü bir roledir.

1973 petrol krizinin ardından gelen süreç ise enerji politikalarının odak noktasını bir hayli genişletmiştir. Petrol kaynaklarındaki fiyatlamaya ve ücret krizleri ve şokları, birincil enerji kaynaklarının dağıtılmasında arz güvenliğinin tesis edilmesi, enerjinin taşınma yolları önem arz eden problemler durumuna gelmiştir. Yanı sıra, enerji tasarrufuyla enerjinin verimliliği, politik gündemde kendisine yer bulmuştur. 1980’li senelerde nükleer enerjiye karşılık halk nezdinde artan şüpheler ve yenilenebilir enerji arzı, enerji politikalarını şekillendirmeye başlamıştır. 1990’lı seneler itibariyle enerji politikalarına ilişkin pek çok devlet; enerji piyasalarının serbestleştirilmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, sürdürülebilir gelişme amaçlarına öncelik vermiştir. Enerji politikalarının temelde üç önemli bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler; “rekabet”, “çevrenin korunması” ve “arz güvenliği” şeklindedir.

Rekabet bileşenini meydana getiren unsurlar, rekabet politikalarıyla fiyat kontrolleri biçimindedir. Çevrenin korunması bileşenine ilişkin unsurlar; mevzuat düzenlemeleri, çevre vergileri ve yenilikçi politikalardan oluşmaktadır. Enerji arz güvenliği bileşeni, güvenlik kontrolü ve sağlanması, ticaret politikası ve yaklaşımları ve stratejik rezervler unsurlarından meydana gelmektedir (Zweifel, Praktijnjo ve Erdmann, 2017: 9-10).

Enerji politikalarının belirlenmesi noktasında devletlerin dikkat etmeleri gerekli olan temel öncelik, ülkede bulunan enerji kaynaklarının potansiyelinin, sağlıklı ve rasyonel açıdan saptanmasına ilişkindir. Devletlerin enerji kaynaklarının potansiyel düzeyinin tespitinin ardından, enerji kaynaklarının nasıl geliştirilebileceği, yerli ya da yabancı özel sektör kuruluşlarına hangi konularda gereksinim bulunduğu, enerji ithal etmeye gereklilik bulunup bulunmadığı gibi hususlarda stratejiler geliştirilebilmektedir.

Enerji politikalarının vazgeçilemez bir unsuru da enerji talebine ilişkin tahminlerin doğru ve etkin bir biçimde gerçekleştirilmiş olmasıdır. Enerji talebine ilişkin tahminlerin dayandırılmakta olduğu temel parametreler olan ekonomik gelişme, nüfus, enerji fiyatları, teknolojideki ilerlemeler, enerji politikaları, enerji tasarrufuyla ilgili tüketici davranışlarının gerçekçi, rasyonel ve bilimsel tekniklerle öngörülmesi gerek dünyadaki gerekse de ülkedeki gelişmelerin bağlamında güncellenmesi ve gereken hallerde revize edilmesi, sağlıklı, doğru ve etkili bir enerji politikası bakımından olmazsa olmaz bir durumdur (Pamir, 2005: 39-40).

Enerji güvenliğinin temin edilmesi, devletlerin dikkatle üzerinde durmaları gereken konulardan birisi olup, ayrıca devletlerin en fazla önem atfettikleri ulusal güvenlik unsurlarından birisidir. Bu yüzden, enerji kaynaklarının güvenli yollar üzerinden ve iç piyasadan sağlanması, iktisat politikasını yönlendirmektedir. Enerji güvenliği, dünyada gelişip değişim gösteren global enerji stratejilerinin başında gelmektedir. Devletler açısından önemi ölçüsünde pek çok araştırmanın da konusunu teşkil etmektedir. Bilhassa gelişme ve büyümenin üstünden yenilenebilir enerji kaynaklarının incelenmesi, son yıllarda yazında birçok çalışma tarafından zenginleşmeye sebebiyet vermiştir (Valodka ve Valodkiene, 2015: 123).

Enerji kaynaklarına sahip olmasından ötürü enerji üreticisi durumunda olan ve ürettiği fazladan enerjiyi diğer devletlere satan ülkeler ve devletler, enerjinin talep

güvenliğine odaklanır. Üretici devletler, ürettikleri enerji kaynaklarının uluslararası piyasada kesintisiz şekilde ve yüksek fiyatlar üzerinde alıcılar bulmasını arzu eder ve bu üretici devletler enerji güvenliğini bu çerçevede ele alır. Yeterli düzeyde enerji kaynağına sahip olmadığı için enerji tüketicisi durumunda bulunan ve enerji kaynaklarını genelde diğer üretici devletlerden satın ederek sağlamakta olan devletler ise enerjinin arz güvenliğine odaklanır (Selçuk, 2010: 32). Tüketici devletler enerji güvenliği bakımından kullanım imkanları, satın alma imkanları, verimlilik ve çevresel ve doğa koruma faktörlerine büyük bir önem atfetmektedir (Sovacool ve Brown, 2010: 102). Enerji üreticisi olan devletler, ekonomik açıdan büyüme sağlayabilmek maksadıyla alıcılarını mümkün olduğunca çeşitlendirme yoluna gitmeye çaba gösterirken; enerji tüketicisi durumundaki devletlerse tek bir enerji kaynağına bağımlı olmamak maksadıyla kaynak çeşitliliğini temin etmek üzere gayret göstermektedir (Erdal ve Karakaya, 2012: 116).

Enerji ekonomisi, ekonominin bir alt disiplini olduğundan, ekonomik teoriler enerji ekonomisine de uyarlanabilmektedir. İki devlet işbirliği düşündüğünde, ortaya çıkan kârı nasıl bölüşeceklerine karar vermeleri gerekir. Mutlak kazançlar durumunda, her devlet diğerinin kazancı veya kaybını fazla önemsemeden kendi kârını maksimize etmeyi amaçlar. Tersine, göreceli kazançlarda, her devlet yalnızca kendi kârına değil, aynı zamanda diğerinin kârıyla nasıl karşılaştırıldığına da dikkat eder. Güç dengesine öncelik veren büyük güçler, genellikle göreceli kazançlara odaklanır ve bu da işbirliğini daha zor hale getirir. Mutlak kazançlarla ilgilenen devletler, herhangi bir artıştan pay aldıklarından emin olmalıyken, göreceli kazançlara odaklananlar, faydaların nasıl bölüneceği konusunda daha karmaşık bir açıdan yaklaşırlar ve bu da işbirliği çabalarını güçleştirir. (Snyder, 2001) Bu doğrultuda enerji ekonomisi konusuna realist, neo-realist, liberal ve neo-liberal teoriler bağlamında göz atmakta fayda bulunmaktadır. Her ikisi de 1980'lerde geliştirilen neo-liberal kurumsalcılık ve neo-realizm, uluslararası iş birliği ve devlet davranışı konusunda zıt görüşler sunar. Neo-realizm, 'kendi kendine yardım konsepti ve' uluslararası ilişkilerde 'göreceli kazanımlar' konusundaki endişelerle yönlendirilen devletler arasındaki rekabeti ve çatışmayı vurgular. Bu bakış açısı, devletlerin kendi güvenliklerini ve güçlerini başkalarına göre önceliklendirdiğini, genellikle uluslararası ilişkileri bir devletin kazancının diğerinin kaybı olduğu sıfır toplamı bir oyun olarak gördüğünü öne sürer. Sonuç olarak, göreceli kazanımlara odaklanma, devletler rakiplerine orantısız

bir şekilde fayda sağlayabilecek ve böylece kendi güvenliklerini ve nüfuzlarını potansiyel olarak zayıflatabilecek anlaşmalardan çekindikleri için uluslararası iş birliği konusunda şüpheciliğe yol açar.

Buna karşılık, neo-liberal kurumsalcılık, uluslararası sistemin potansiyel olarak daha iyi huylu ve iş birliğine elverişli olduğunu ve dahil olan tüm devletler için 'mutlak kazanımlar' olasılığı olduğunu öne sürer. Bu yaklaşım, devletlerin, kurum oluşturma potansiyelinin iş birliğini yerleştirebileceği, çok sayıda ulusötesi aktörün ve karışık güdülerin olduğu bir dünyada faaliyet gösterdiğini savunur. Mutlak kazanımlara odaklanarak, neo-liberal kurumsalcılık, iş birliğinin tüm katılımcı devletler için nasıl faydalar sağlayabileceğini, uluslararası kurumların uluslararası sistemin rekabetçi doğasını hafifletebileceği ve devletler arasında işbirlikçi davranışı teşvik edebileceği bir ortamı nasıl teşvik edebileceğini vurgular. (Booth, K., & Erskine, T., 1995)

Mutlak ve göreceli kazanımlar hakkındaki farklı bakış açıları, devletlerin enerji yaklaşımlarında ve uluslararası iş birliklerinde benimsedikleri stratejileri temelde şekillendirir. Örneğin, neo-realizm tarafından yönlendirilen bir devlet, böyle bir iş birliğinin rakibinin göreceli gücünü artırabileceğini algılasa, işbirlikçi enerji projelerine katılmaya daha az meyilli olabilir. Öte yandan, neo-liberal kurumsalcılıktan etkilenen devletlerin, işbirlikçi çabaların karşılıklı faydalara ve uluslararası enerji piyasasında daha fazla genel istikrara yol açabileceğini kabul ederek, ortak enerji girişimlerini sürdürme ve küresel enerji yönetim yapılarına katılma olasılığı daha yüksek olacaktır.

Bu farklı yaklaşımlar, güç dinamikleri ile uluslararası arenada iş birliği potansiyeli arasındaki karmaşık etkileşimi vurgular. Mutlak ve göreceli kazanımların etkilerini anlayarak, politika yapıcılar, özellikle rekabetin ve iş birliğinin önemli roller oynadığı enerji gibi kritik sektörlerde uluslararası iş birliğini teşvik etmenin zorluklarını daha iyi aşabilirler.

1.7.1. Realist ve Neo-realist Enerji Politikası

Realistler bakımından uluslararası sistemdeki doğal düzeni anarşik ortam şeklinde tabir edilmektedir (Battici, 2002: 4). Bu uluslararası sistemin sahip bulunduğu temel nitelikler sebebiyle realizm görüşünü savunanlar, savaşı ve çatışmayı doğal bir çıktı biçiminde nitelendirmektedir. Bu çerçevede, uluslararası sistemdeki anarşik

ortamdan ötürü devletler, güç odaklı birtakım davranışlar göstermektedir (Trachtenberg, 2003: 174). Enerji kaynakları devletlerin uluslararası sistemde güç sahibi olmak maksadıyla faydalanabilecekleri en önemli araçlar arasında yer almakta olup, enerji kaynaklarına sahip olunmasının devletlere getirmekte olduğu yüksek getiri nedeniyle devletler, askeri alanda gerçekleştirmeyi arzuladıkları yatırımlara yönelik maddi kaynak meydana getirebilmektedir.

Bu çerçevede sahip olunan güç, yeni enerji kaynaklarının üstündeki egemen olma mücadelesinin yanında, başka konularda da devletlere rekabette üstünlük getirebilmektedir (Schubert ve Pollak, 2011: 7). Realist teori bakımından enerji kaynaklarını satın alan devletler ve enerji kaynaklarını üreterek diğer devletlere satan devletlerin arasında, enerji kaynaklarına sahip durumdaki üretici devletler lehine asimetric bir bağımlılık mevcuttur (Şöhret, 2014: 536). Realist görüş bağlamında enerji güvenliği, ulusal güvenliğin önem arz eden bir bileşeni olup, enerji ise güçle yakın ilişkidir. Bu doğrultuda, enerji güvenliği tesis edilmeden ulusal güvenliğin temin edilebilmesi oldukça güçtür. Realizm görüşünü benimsemiş olan iktisatçılar, enerji güvenliği üzerine çok fazla çalışmamış olsalar dahi, temelde güvenliğin tesis edilmesi noktasında gücün sahip olduğu önemle role vurgu yapmışlardır. Bu çerçevede, enerji güvenliğinin sağlanmasına ilişkin askeri güç ile fiziki gücün önemi, çatışma ya da savaş süreçlerinde devletlerin askeri güçlerinden yararlanmaları bakımından, yeterli seviyedeki enerji kaynağı hayati bir önemdedir.

Bu yüzden devletler, çatışma veya savaş halinde halihazırdaki var olan durumlarını güçlendirebilmek maksadıyla yeterli enerji kaynağına sahip olmak üzere her türlü yola başvurmaktadır. Realizmi savunanlar bakımından devletler, derinine bir stratejik düşünme aracılığıyla enerji güvenliğini tesis edip, enerji ithalatını koruyabilmektedir. Realist görüşe göre, enerji güvenliğinin tesis edilmesi hususunda devletler, kendilerine rakip olma potansiyeli bulunan başka devletler ile çatışmaktan çekinmezler. Nitekim uluslararası sistem nezdinde devletler, kısıtlı düzeydeki enerji kaynaklarının üstünde sürekli bir rekabet içindedir (Snyder, 2004: 55).

1970'li senelerin sonlarında ortaya çıkmış olan, realizmin ardılı konumundaki neo-realizm, temelde realizm görüşünün odak noktasındaki kavramları kullanmaktayken, bazı açılardan farklı perspektiflere sahip olduğu görülmektedir. Neo-realizm açısından, bir devletin kendi çıkarlarını koruması ve geliştirmesi hususunda, içerisinde bulunulan sistem özünde anarşik yapıda değildir. Bu bağlamda, sadece

düzeni sağlayabilecek bir otoritenin eksikliğinden ötürü, sistemdeki aktörlerin güvensizlik temelinin üzerine oluşturdıkları ilişkiler ağı nedeniyle bir anarşi ortamı ortaya çıkmaktadır. Bahsi geçen güvensizlik ortamından dolayı devletler, güvenlik politikalarına önem vermektedir (Arı, 2008: 18). 1980’li senelerde gerçekleşen olaylar doğrultusunda neo-realizme ilişkin birbirinden farklılık arz eden iki yaklaşım gelişim göstermiştir. John Mearsheimer’in öncülüğünü yaptığı grup “saldırgan neo-realizm” düşüncesini geliştirmişken, Robert Jervis ve Jack Snyder’in öncülüğünü yaptığı grup “savunmacı neo-realizm” düşüncesini savunmuştur. “Saldırgan neo-realizm”, öncelikli maksadı egemen bir güç konumuna gelmek olan devletlerin ekonomik ve askeri güce ilişkin kapasitelerini yükselterek, bu maksatlarına ulaşabilecekleri ile kendi ulusal güvenliklerini kurabilecekleri görüşüne haizdir. “Savunmacı neo-realizm” de ise öncelik, iç siyasette gücü artırmaktır.

Dış siyasette ise güvenliğin güç dengeleriyle kurulabileceği düşünülürken, gerekli durumlarda diğer devletlerle iş birliğine gidilebileceği, bu iş birliğinin neticesi olarak asimetrik bir bağımlılık meydana getirilerek, diğer devletin esas devletin kendi çıkarları bağlamında hareket etmeye zorlanabileceği öngörülmüştür (Nogayeva, 2011: 21-25). 1991 senesinde SSCB’nin dağılmasını müteakip Soğuk Savaş süreci de sona ererken, daha öncesindeki ideolojik çatışmalara dayalı egemen olma mücadelesinden ziyade artık, doğal (enerji) kaynaklara sahip olunması ve doğal kaynakların üstünde denetim sağlanmasına ilişkin gayretler ön planda yer almıştır.

Pek çok diğer kaynakta olduğu gibi enerji kaynaklarının da sınırlı seviyede olması enerji arzı ile enerji talebi arasında dengesizlik halinin ortaya çıkmasına yol açmakta olup, enerji kaynaklarının kontrol altına alınmasını hedefleyen bölgesel ve global birtakım çekişmelerin gerçekleşmesine sebep olmaktadır (Dannreuther, 2010: 13). Esasen neo-realizm görüşünün doğrudan biçimde enerji güvenliğiyle alakalı bir yaklaşımı yoktur. Ancak güce ve ekonomiye odaklanıyor olması nedeniyle, neo-realizm enerji güvenliği bağlamında incelenebilir. Nitekim neo-realizm bakımından, güç dengesini tesis etme konusuna odaklanmış olan devletlerin, ekonomi alanında sahip oldukları üstünlükleri askeri alanlara aktarmaları aracılığıyla güç elde etmeye yönelik gayretleri açısından, enerji kaynaklarına sahip olmaları son derece büyük bir öneme haizdir (Orban, 2008: 15).

Neo-realizm çerçevesinde devletler, kendi kendilerine yardım aracılığıyla enerji güvenliklerini sağlama yoluna gidebilmektedir. Ulusal çıkarlar, enerji politikalarına

yönelik kararlarına rehberlik etmektedir. Enerji ithal etme konusunun güven altına alınmasına yönelik olarak devletler arasında yapılan ikili tedarik ve ticaret anlaşmaları, çok taraflı anlaşmaların oldukça önünde yer almaktadır. Yeterli seviyedeki ithalatın güven altına alınmış olması, enerji ithal eden tüketici devletler bağlamında son derece önemlidir (Luft ve Korin, 2009: 342). Enerji devletler için stratejik bakımdan hayati bir doğal kaynak olduğundan ötürü, enerji arzı da devletler açısından bir ulusal güvenlik konusu konumundadır. Enerji güvenliği özünde devletin ulusal güvenliği ve dış siyasetinin önem arz eden bir bileşeni olduğundan, çok taraflı iş birlikleri daha az uygulanabilir (Shaffer, 2009: 91).

1.7.2. Liberal ve Neo-liberal Enerji Politikası

Liberal ekonomik teori ise temelde realizmin tersi biçiminde değerlendirilebilir. Liberalizmdeki ana prensipler; sınırlı devlet, analiz düzeyinde çoğul aktörler, karşılıklı bağımlılık, iş birliği biçiminde karşımıza çıkmaktadır. Liberal teori açısından enerji güvenliği bağlamında devletler yalnız başlarına belirleyici olmamaktadır (Ayhan, 2016: 136). Bununla birlikte liberalizm bakımından, iç siyasette ve dış siyasette farklı grupların enerji pazarındaki çıkarları nedeniyle, konunun askeri, siyasi, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları çerçevesinde ve aynı düzeyde değerlendirilmesi gereklidir.

Bu minvalde liberalizm, enerji güvenliği konusunun çok boyutlu bir yapıda olduğunu savunmaktadır (Brauch, 2008: 8). Enerji güvenliğini karşılıklı bağımlılık yaklaşımıyla izah etme gayretindeki liberal görüş, enerji güvenliğinin tesis edilmesini çeşitli unsurların algılarıyla ilişkilendirmektedir. Bu çerçevede, devletlerin dış siyasetlerini yönlendiren devlet ve devlet dışı unsurların birbirine benzeyen çıkar ve fayda ilişkileri bağlamında yine birbirine benzeyen tercihlerde bulunmaları beklenmektedir (Koçer, 2009: 159). Zira enerji güvenliğinin tesis edilmesi ve bir devletin meydana getirmiş olduğu enerji politikasını uygulaması sadece devlet merkezli biçimde gerçekleşebilecek bir süreç özelliğine sahip değildir. Bahsi geçen sürecin verimli biçimde yaşanabilmesi ve arzulanan çıktılara erişilmesi noktasında devlet dışı bazı unsurlara gereksinme vardır.

Örneğin, 1973'te ve 1974'te gerçekleşen petrol krizlerinin ardından, küresel enerji ilişkilerini düzenlemek ve yönlendirmek için "Uluslararası Enerji Ajansı

(International Energy Agency)” kurulmuştur (Sevim, 2015: 131). Enerji kaynaklarının herhangi bir engel olmadan global piyasalara sunulabilmesi enerji güvenliği bağlamında önemli bir unsur olup, liberal görüşün devleti sınırlandıran yaklaşımı düşünüldüğünde, enerji kaynaklarının fiyatlandırılmasının ve dolaşımının serbest piyasa koşullarında rekabete dayalı biçimde oluşturulmasının da enerji güvenliği çerçevesinde önemli bir yeri bulunduğundan söz edilebilir (Çetin, 2001: 228). Bilhassa son dönemlerde globalleşme sürecinin tesirlerinin artması ve bütün dünyada bu tesirlerin yaygınlaşması, devlet dışı unsurların enerji güvenliğine ilişkin yeri ve rolünün artmasına yol açmıştır.

Bu doğrultuda çok uluslu bazı şirketler piyasada ciddi bir güç ve etkililik elde etmeye başlamış, buna karşılık devletlerin iktisadi ve siyasi açıdan güçlerinin azalmaya başladığı görülmüştür. Nitekim enerji kaynaklarına sahip olan üretici devletler, sahip oldukları bu enerji kaynaklarını çıkarma ve dağıtma konusunda yalnız başına yeterli olmamaktadır ve bu durum devlet dışı unsurların enerji ekonomisi bağlamında güç elde etmesine sebebiyet vermektedir (Kaya, 2016: 199).

Soğuk Savaş’ın bitmesini müteakiben, liberal görüşün ardılı olan neo-liberal görüşü savunanlar, globalleşme sürecindeki dünya ile birlikte, güç politikası vb. kavramlardan ziyade ekonomik ilişkilerle iş birliği konularının önem kazandığını iddia etmişlerdir (Baysoy, 2009: 59-60). Neo-realizmde olduğu gibi neo-liberalizm de karşılıklı bağımlılık konusuna büyük bir önem atfederken, neo-liberalizmde karşılıklı bağımlılık ile kastedilen, askeri bir bağımlılıktan ziyade ekonomik bir bağımlılıktır.

Nitekim askeri güç sahibi olunması yüksek bir maliyeti gerektirdiğinden, neo-liberalizm açısından ekonomik güç sahibi olunması daha önemli ve gereklidir. Neo-liberalizme göre, alternatif enerji kaynaklarına ulaşma fırsatına sahip devletler, bu fırsata sahip durumda olmayan devletlere kıyasla daha az bağımlı olacaktır.

Devletlerin bağımlılıklarını azaltma fırsatlarının, askeri güce bağımlı bir hakimiyetin oluşturulması üstüne inşa edilmesi halinde, bunun maliyeti oldukça yüksek olacaktır. Bu yüzden, maliyetleri uzun vadede çok daha düşük seviyedeki ve kazan-kazan ilkesinin geçerli olabileceği yumuşak gücün, neo-liberal görüş bağlamında ön planda olduğu belirtilmektedir (Kurlantzick, 2007: 87). Yumuşak güç unsurlarına odaklanmış olan devletler enerji kaynaklarını temin edecekleri enerji üreticisi

devletler ile ekonomik ilişkilerini geliştirmek vasıtasıyla, insani yardımlarda da bulunabilmektedir.

Bu minvalde, güven ortamının kurulduğu başka devletler ile politik ve ekonomik açıdan müttefik haline gelerek, enerji kaynaklarına olan ihtiyacı karşılamak maksadıyla devletler birden fazla alternatif kaynağa sahip olabilecektir (Azer, 2012: 234).

1.7.3. Yeşil Teori

Uluslararası İlişkiler 'de Yeşil Teori, çevresel faktörlerin politik sonuçları şekillendirmedeki önemini vurgulayan eleştirel bir bakış açısıdır. Ekolojik hususları dahil ederek ve özellikle yenilenebilir enerji geçişi ve iş birliği bağlamında sürdürülebilir uygulamaları savunarak geleneksel yaklaşımları eleştirir. Yeşil Teori, enerji iş birliğine ilişkin hem neo-realist hem de neo-liberal bakış açılarına yönelik kapsamlı bir eleştiri sunar. (Lawson, S. 2015.)

Yeşil Teori, neo-realizmin çevresel sömürücü uygulamaları normalleştirdiğini ve bu uygulamaların hizmet ettiği politik amaçlara meydan okumadığını savunurlar. Sadece devlet merkezli görüşlerden ziyade, insan refahı ve ekosistem bütünlüğünü de içeren daha kapsamlı bir güvenlik anlayışı talep eder. Yeşil Teori ayrıca neo-liberalizmi, çevreye yönelik araçsal bir yaklaşımı onayladığı ve alternatif yeşil kimlikleri ve daha etkili çevresel girişimleri teşvik etmediği için eleştirir. Çevresel adaleti ve sürdürülebilirliği teşvik etmek için toplumsal yapıları dönüştürmede paydaşların rolünü vurgular. Bu teorik yaklaşımların arasında kaynak verimliliğini artırmak ve atıkları azaltmak için çevre teknolojisi ve yönetiminde sürekli yeniliği savunan ekolojik modernizasyon yer alır. Ekolojik güvenlik ve enerji güvenliği gibi kavramları, ekolojik sorunları devletler arası çatışmanın yeni sebepleri olarak gören gelenekselci görüşlerden, ortak çevresel zorlukları ele almak için işbirlikçi yaklaşımları savunan radikal bakış açılarına kadar uzanır.

Ekolojik değerlendirmeleri uluslararası ilişkilerin analizine entegre ederek, Yeşil Teori yenilenebilir enerji iş birliğini anlamak ve teşvik etmek için bütünsel bir yaklaşım sunar. Neo-realist ve neo-liberal bakış açılarının sınırlamalarına meydan okuyarak küresel enerji politikalarına daha kapsayıcı ve sürdürülebilir bir yaklaşım savunur. Bu teori, gezegenimizin ve sakinlerinin sağlığını önceliklendiren, daha adil

ve sürdürülebilir bir gelecek sağlayan yenilikçi çerçevelere ve işbirlikçi stratejilere olan ihtiyacın altını çizer. (Dunne, T., v.d, 2007)

Dünya çapında birçok devlet, ekolojik girişimlerin ve önlemlerin ulusal ve uluslararası çerçevelere entegre edilmesini vurgulayarak Yeşil Teori'nin ilkeleriyle uyumlu politikalar uygulamaya başlamıştır.

Örneğin, Aralık 2019'da başlatılan Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa İklim Yasası, Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ve 2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi gibi önlemlerle 2050 yılına kadar iklim nötrlüğünü hedeflemektedir. Bu girişimler, sürdürülebilirlik, ekolojik modernizasyon ve daha geniş çevre ve enerji güvenliği konularına vurgu yaparak Yeşil Teori'nin kavramlarıyla uyumludur. Ayrıca, Almanya'nın Energiewende (Enerji Değişimi) politikası da aynı şekilde Yeşil Teori yaklaşımıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişe odaklanmaktadır. Temel bileşenler arasında Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası, Kömür Kullanım Yasası ve Elektrik Şebeke Genişleme Hızlandırma Yasası yer almaktadır. Bu politika, yenilenebilir enerjiyi ekonomiye entegre ederek ve inovasyonu teşvik ederek ekolojik modernizasyona önemli bir örnek teşkil etmektedir.

1.7.4 Türkiye'nin Enerji Dönüşümü Politikasına İlişkin Neo-realist Yaklaşım

Yukarıda belirtildiği gibi neo-realizm, uluslararası ilişkilerde uluslararası diplomasi yapısının devlet davranışları üzerindeki etkisini vurgulayan bir teoridir. Devletlerin öncelikle bu sistem içindeki kendi hayatta kalma ve güç kaygısıyla hareket ettiğini varsayar. Bu açıdan çalışmada Türkiye'nin yenilenebilir ve temiz enerjiye geçiş planında neo-realist bir kavramsal yaklaşım ile bu geçişi analiz etme ve planlama anlayışına gidilmiştir.

Neo-realizm, devletlerin hayatta kalması için enerji güvenliğinin önemini vurgular. Bu, Türkiye'yi genellikle jeopolitik gerginliklere ve fiyat oynamalarına maruz kalan ithal fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmaya yönlendirir. Yenilenebilir enerjiye yatırım yapmak, enerji bağımsızlığını ve istikrarını artırır. Yurt içi yenilenebilir enerji üretimi yoluyla yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmak, Türkiye'nin ulusal güvenliğini önemli bir şekilde güvenceye alır. Türkiye'nin enerji bağımsızlığı stratejik hedefi, fosil yakıt ithalatıyla ilişkili riskleri azaltarak yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımın artırılmasıyla desteklenecektir.

Neo-realist yaklaşımda devletler güçlerini ve etkilerini en üst düzeye çıkarmaya çalışırlar. Yeşil teknolojide liderlik etmek, Türkiye'ye küresel arenada rekabet avantajı sağlar ve de ekonomik, teknolojik ve diplomatik faydalar sunar. Türkiye yenilenebilir enerji teknolojilerinde lider olarak ekonomik gücünü ve küresel konumunu artırır, yatırım çeker ve iş imkanları yaratır. Bu ayrıca Türkiye'yi küresel yeşil enerji pazarında kilit bir oyuncu konumuna getirerek, etkisini ve prestijini artıracaktır.

Fosil yakıtlar için rekabet genellikle devletler arasında çatışmalara yol açmıştır ve açmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir kaynakların küresel olarak daha eşit bir şekilde dağıtılması ve tekelleşmeye daha az eğilimli olması nedeniyle bu tür çatışmaları hafifletir. Fosil yakıt kaynakları üzerindeki olası çatışmaları azaltmak bölgesel istikrara ve barışa katkıda bulunur. Türkiye için bu, daha az jeopolitik gerginlik ve komşu ülkelerle daha istikrarlı ilişkiler anlamına gelir. Bu da ekonomik ve ticaret ilişkilerine doğrudan etki etmektedir.

Neo-realizm, uluslararası sistemde yapısal gücün önemini kabul eder. Ortaya çıkan teknolojileri kontrol eden ve yenilenebilir enerjide standartlar belirleyen devletler, küresel enerji politikaları üzerinde etkiye sahiptir. Türkiye, yenilenebilir enerji inovasyonu ve dağıtımında liderlik ederek uluslararası normları ve politikaları şekillendirebilir ve bunları kendi stratejik çıkarlarıyla uyumlu hale getirebilir. Bu liderlik, Türkiye'nin uluslararası enerji forumları ve örgütlerindeki etkisini genişletebilir. Neo-realizm aynı şekilde, devlet dayanıklılığının önemini de vurgular. Yenilenebilir enerji, çeşitlendirilmiş bir enerji portföyü oluşturarak, enerji fiyat şoklarına karşı kırılganlığı azaltarak ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik ederek ekonomik dayanıklılık sağlar. Yenilenebilir enerji yoluyla dayanıklı bir ekonomi inşa etmek, Türkiye'nin ekonomik ve çevresel zorluklara daha iyi dayanmasına yardımcı olur. Çeşitlendirilmiş bir enerji portföyü ekonomik riskleri azaltır ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik eder.

Devletler, yenilenebilir enerji geliştirme ve iklim değişikliğinin azaltılması konusunda ortak çıkarlar etrafında ittifaklar ve ortaklıklar kurarak jeopolitik stratejilerinin bir parçası olarak yeşil enerji girişimlerini kullanabilirler. Bu günümüzde bir çok global yeşil enerji organizasyonunda görülmektedir.

Yenilenebilir enerji iş birliğine dayalı uluslararası ittifakları güçlendirmek, Türkiye'nin stratejik konumunu ve diplomatik etkisini artırabilir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamındaki Taraflar Konferansı (COP) gibi uluslararası enerji geçiş organizasyonlarına katılmak, neo-realist çerçevede Türkiye için stratejik faydalar sunmaktadır. Uluslararası enerji geçiş organizasyonlarına katılmak, Türkiye'nin karar alma sürecinin bir parçası olmasını, küresel enerji politikalarını ve standartlarını etkilemesini sağlar. Bu ittifaklar, ortak girişimlere, teknoloji transferi anlaşmalarına ve işbirlikçi araştırma girişimlerine yol açabilir ve bunların hepsi Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörünü ve jeopolitik konumunu güçlendirebilir.

Küresel enerji geçiş çabalarına aktif katılım, Türkiye'nin iklim değişikliğini ele alma konusundaki kararlılığını, uluslararası itibarını ve yumuşak gücünü artırmayı göstermektedir. Türkiye, yeşil enerji geçişine olan bağlılığını sergileyerek diplomatik ilişkilerini iyileştirebilir, yabancı yatırım çekebilir ve ileri görüşlü, sorumlu bir ulus olarak küresel imajını geliştirebilir.

Neo-realizm, teknolojik ilerlemelerin güç dinamiklerini şekillendirmedeki rolünü kabul eder. Yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırım yapmak, Türkiye'yi alanında teknolojik bir lider olarak konumlandırabilir, inovasyonu teşvik edebilir ve küresel standartları belirleyebilir. Yenilenebilir enerji teknolojisinde liderlik etmek, ekonomik büyümeden jeopolitik etkiye kadar Türkiye için uzun vadeli stratejik avantajlar sağlayabilir. Türkiye'nin son teknoloji yenilenebilir enerjiye yatırım yapması, küresel enerji dönüşümünde öncü konumunu sağlamlaştıracaktır.

Neo-realist çerçeveyi Türkiye'nin yeşil enerji dönüşümüne dahil etmek, yenilenebilir enerji benimsemesinin stratejik, güvenlik ve güçle ilgili faydalarının altını çizmektedir. Türkiye'nin enerji planları ve stratejileri bu açıdan ele alınacaktır. Yenilenebilir enerjiyi ulusal güvenlik, ekonomik dayanıklılık ve jeopolitik etki için olmazsa olmaz olarak çerçeveleştirerek ve uluslararası enerji dönüşüm organizasyonlarına aktif olarak katılarak, Türkiye'nin yeşil enerjiye yatırım yapma ve geçişi hızlandırma olasılığı daha yüksektir. Bu yaklaşım yalnızca Türkiye'nin milli hedeflerini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda küresel sahnedeki konumunu ve etkisini de artırır.

1.8. Literatür Özeti

Literatürde yenilenebilir enerji konusunu Türkiye bakımından değerlendirmekte olan birtakım çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar genel olarak; enerjide dışa bağımlılığı azaltmak (Kutlu, 2020) Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli, istihdam üzerindeki etki (Güllü, 2021), yenilenebilir enerjinin önemi ve katkıları ekonomik büyüme ve kalkınma üzerindeki etkisi (Yapar, 2020) gibi konularda hazırlanmıştır.

Kutlu (2020) tarafından yapılan çalışmada, devletlerin gerçek anlamda yeşil bir karaktere kavuşamayacağı, çevre ve yenilenebilir enerji politikasının özünde meşruiyet temini, enerji arzının çeşitlendirilmesi ve yeni sermaye birikimi alanlarının meydana getirilmesi vb. fonksiyonlara hizmet ettiği savunulmuş; devletin yenilenebilir enerji politikasında temiz enerji üretmek kaygısından çok, enerjide dışa bağımlılığı azaltmayı amaçladığı belirtilmiştir.

Bu doğrultuda, Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikasının katılımcı ve çevreci değil, dışlayıcı ve neo-liberal nitelikte olduğu ifade edilmiştir.

Güllü (2021) tarafından yapılan incelemede, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji sektörü ile iş istihdamı arasındaki ilişki incelenmiş, yenilenebilir enerji santrallerinin içerisinde en fazla istihdam yaratmakta olan enerji türünün sırasıyla hidrolik, rüzgâr, güneş ve biyokütle enerjisi olduğu, ayrıca istihdam hedeflemesiyle planlamanın gerçekleştirilmesi halinde hidrolik ve güneş enerjisinin en fazla istihdamı yaratacağı tespit edilmiştir.

Yapar (2020) tarafından hazırlanan çalışmada, yenilenebilir enerjinin kullanılması ve ekonomik büyüme ilişkisi gelişmekte olan ülkeler bağlamında incelenmiş, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye olumlu bir etki ettiği saptanmış ve iklim değişikliğiyle mücadele noktasında gelişmekte olan ülkeler özelinde yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesinin sürdürülebilir bir gelecek bakımından önemli ve gerekli olduğuna değinilmiştir.

Akbaş-Akdoğan (2018) tarafından yapılan çalışmada, yeşil enerji kaynaklarının iyileştirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması hususunda gerçekleştirilen kamu politikaları ve bu çerçevede uygulanmakta olan teşvik ve destek mekanizmaları sistematik biçimde incelenmiş ve bu mekanizmaların etkileriyle etkinliği değerlendirilmiştir. Ampirik sonuçlar doğrultusunda, sabit fiyat garantisi ve kota

yükümlülüğü teşvik mekanizmalarının yenilenebilir enerjinin üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.



2. KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Enerji Kavramı

Enerji kelimesi, eski Yunanca kökenli bir sözcüktür ve eski Yunanca'da “iş yapabilme ya da etki yaratabilme yetisi” anlamındadır (Sweeney, 2000: 1). Başka bir ifadeyle enerji kelimesinin kökeni, eski Yunanca'da “etkileyen kuvvet” anlamına gelmekte olan “energia” kelimesinden gelmektedir (Erkan, 2014: 88). Bu kelimenin kökeni ise; “iç” anlamına gelen “en” ile “iş” anlamına gelen “ergon” kelimelerinden türemiştir. Buna göre enerji, “iç iş” anlamına gelmektedir. Antik Yunan filozoflarından Aristoteles “energia” kelimesini, “hareket eden veya hareket etmekte olan bir şeyin zihinsel durumunu ifade eden bir metafor” şeklinde izah etme yoluna gitmiştir (Broyles, 2006: 4).

Modern insanoğlunun gündelik yaşantısını devam ettirebilmesi bakımından enerji, insanoğlunun temel ihtiyaçlarından birisi olarak kabul edilmektedir (Soylu ve Türkay, 2005; Çukurçayır ve Sağır, 2008). Karluk (2009)'a göre fiziki açıdan ölçülebilir bir nicelik özelliğine sahip olan enerji, bir türden başka bir türe dönüşebilme niteliğine sahip durumdadır (Karluk, 2009: 239). Adaçay (2014: 87) enerji kelimesinin, herhangi bir aksiyonu gerçekleştiren ya da gerçekleştirmeye hazır olan kabiliyet anlamında tanımlanabileceğinden bahsetmektedir (Adaçay, 2014: 87).

Enerji kavramı, temel olarak değişimlere yol açan unsur ya da iş yapabilme yeteneği biçiminde ifade ediliyor olmakla beraber; fizik, kimya, biyoloji, matematik, ekonomi gibi pek çok bilimsel disiplince farklı şekillerde tanımlanabilmektedir (Acaroğlu, 2007). Fen bilimleri açısından enerji; potansiyel, kinetik ve mekanik enerji şeklinde kategorilere ayrılmaktadır. Burada potansiyel enerji bir cismin fiilen bulunduğu yerde durmasından kaynaklanmakta olup, cismin harekete geçmesi doğrultusunda açığa çıkan enerjiye kinetik enerji ismi verilmekte, kinetik enerjinin bir mekanizmayı çalıştırması sayesinde ortaya çıkan enerjiye ise mekanik enerji adı verilmektedir (Ünsal, 2010: 1). Bir madde veya maddeler sisteminin iş yapabilme yetisi şeklinde ifade edilebilen enerji, termodinamikte bir etki oluşturma kapasitesi ve kabiliyeti şeklinde betimlenmektedir (Spurgeon ve Flood, 2002: 8-9). Newton mekaniği açısından enerji, bir cismin ya da sistemin iş yapabilme kapasitesidir (Özsoy, 2016:

157). Fizik bilimi çerçevesinde hareket, ısı, ışık, elektrik, kimyasal, nükleer, yerçekimsel vb. türlere sahip olan enerji bağlamında toplam enerjiden söz edildiğinde, bir sistemin sahibi olduğu enerjinin bütün formlarının toplamı tabir edilmektedir (Demirel, 2016: 27).

Matematik bilimci Leibnitz tarafından enerji, canlı kuvvet biçiminde ifade edilmiş ve hareketli bir durumda bir kimsenin meydana getirdiği hız ile kendi bedensel ağırlığının arasındaki enerji ilişkisini Leibnitz matematik bilimiyle betimleme yoluna gitmiştir. Biyoloji bilimi bağlamında ekosistemleri meydana getiren canlı ve cansız ortam; “enerji akımı”, “kimyasal madde döngüleri” ile “popülasyon denetimleri” şeklinde üç temel fonksiyon ile birbirine bağlı ve bağımlı olup, bu noktada biyoloji bağlamında da enerjinin önemi ortaya çıkmaktadır (Yapraklı, 2013: 12). Genel olarak doğa bilimler kapsamında, doğada yer alan temel enerji kaynağının güneş olduğundan bahsedilebilir. Özünde bitkiler güneşten enerjiyi alıp, bu enerjiyi fotosentez yaparak kimyasal bir enerjiye dönüştürmektedir. Doğada mevcut bulunan enerji, fizik kuralları doğrultusunda yoktan var edilememektedir ve mevcut bulunan enerji de yok edilememektedir. Lakin enerjinin bir formdan diğer bir forma dönüştürülebilmesi mümkündür (Sancar, 1992: 142).

Sosyal bilimler bakımından enerji; güç, mücadele, savaş vb. kavramlar çerçevesinde tanımlanabilen bir kavram niteliğindedir (Ağır ve Balcı, 2018: 128). Klasik iktisatçılardan günümüze değin ekonomi bilimi bağlamında enerji kavramı sıklıkla incelemeye alınmıştır. Zira enerji evleri ısıtıp otomobillerin yürümesini sağlayan bir yakıt olarak bir tüketim malı niteliğinde olduğu gibi, bir ekonomide üretimi gerçekleştiren sektörler bazında da bir girdi olma özelliği taşımaktadır (Schurr, 1980: 147). Bu bağlamda enerji, bir ülkenin sürdürülebilir büyümesi ve gelişmesinin yanında sosyoekonomik bakımdan kalkınması için de önem arz eden bir bileşen olarak değerlendirilebilir (Toptancı ve Toptancı, 2008: 89; Koç ve Şenel, 2013: 32-44). Yanı sıra enerji; ısıtma, aydınlatma, hareket vb. arzu edilen enerji hizmetlerinin üretimi noktasında kullanılmakta olan bir girdi şeklinde ifade edilebilir (Gillingham, Newell ve Palmer, 2009: 1).

Bireylerin temel gereksinimlerinin giderilmesi ve iktisadi aktivitelerin gerçekleştirilmesinde, ayrıca ülkelerin sosyoekonomik gelişmişliklerinin artmasında oldukça önemli bir role sahip olan enerjinin (Toptancı ve Toptancı, 2008: 89), global düzeyde dünya politikasına ve ekonomisine de yön verdiğinden söz edilebilir. Bu

çerçevede enerjinin gelecek yıllarda ekonomik ve sosyal ortamın en önemli unsuru olacağı belirtilmektedir (Bayrak vd, 2014).

Sosyoekonomik gelişmenin itici bir unsuru niteliğindeki enerji, endüstride faydalanılması artık zorunlu olarak görülen bir temel üretim girdisi ve toplumdaki yaşam standartlarını artıran bir güç özelliğine sahiptir. Bu çerçevede enerji; zamanında, yeterli düzeyde, kaliteli ve düşük maliyetlerle endüstrinin ve toplumsal yaşantının hizmetine sunulması vasıtasıyla bir toplumdaki refah seviyesinin artmasını sağlamaya ve insanoğlunun yaşantısını daha kaliteli bir hale getirme konusunda yardımda bulunan bir güç niteliğindedir (Yaman, 2007: 17). Nitekim enerji ihtiyacının karşılanması ve insanoğlunun varlığının devam etmesi hususunda, enerjide kaynakları ve endüstride kullanılmakta olan ürünler, üretimin de devamlılığı bağlamında oldukça önemli yaşamsal unsurlardır (Pamir, 2005: 67).

Bir ülkenin milli gelirlerinin yükselmesi, toplumda refahın temin edilmesi hususunda toplumun enerji gereksiniminin karşılanabilmesi son derece önemli bir konudur. Dünyada bütün ülkelerin enerjiyle ilgili taleplerinin devamlı biçimde artıyor olmasından dolayı, bu enerji talebinin karşılanması noktasında doğada bulunan enerji kaynaklarından daha fazla istifade edilmesine ilişkin yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Yavuzcan, 1972: 5).

Enerjinin insanlar için kesinti olmadan ve güvenli biçimde temin edilebilmesi, enerjide verimliliğin yükseltilmesi, çevresel dengenin tesis edilmesi ve çevresel olumsuz etkilerin en düşük düzeye indirilmesi son yıllarda devletlerin gelişmeye ilişkin faktörleri içinde en önemlilerinden birisi olarak görülmektedir. Aslında enerji, milyonlarca yıldan bu yana insanoğlunun yaşamını devam ettirebilmesi noktasında oldukça değerli ve temel bir kaynak niteliğindedir (Dikmen, 2005: 585). İnsanlığın var olmasından bu yana çeşitli formlarda enerjiye ihtiyaç duyulurken, ilk olarak ateşin keşfedilmesi doğrultusunda insanoğlu ateşten ısınma, yemek yapma, kurutma gibi ihtiyaçları hususunda faydalanmıştır. Yıllar içerisinde insanoğlunun ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan Endüstri Devrimi neticesinde enerji hammaddesi olarak artık odunun yerine kömür kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum ise dünya çapında enerjiye ilişkin yeni bir mücadele alanının ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir (Montgomery, 2014: 22). Endüstri Devrimi çerçevesinde gerçekleştirilen bilimsel ve teknolojik yeniliklerin sonucunda, üretim sürecinde ortaya çıkan sürekli makineleşme, enerjiye olan ihtiyacı ve talebi de dünyanın ana

gündem maddesi haline getirmiştir. Hızlıca gelişen endüstriler ve sürekli şekilde artan dünya nüfusu, oldukça büyük bir büyümeyle beraber enerjiye yönelik ihtiyaçla talebi artırmıştır (Dikmen, 2005: 585). Günümüz koşullarında enerji, ülkeler açısından bir gelişmişlik düzeyi göstergesidir ve kişi başına düşen gelir düzeyi yüksek olan ülkelerde kişi başına olan enerji tüketimi de daha yüksektir (Çalışkan, 2009: 299).

Ekolojik iktisat bağlamında endüstriyel etkinliklerde girdilerle çıktılar arasındaki dengenin ortaya çıkmasında enerji son derece önemli bir role sahiptir. Ekolojik iktisat bakımından endüstride enerjiden doğrudan veya dolaylı biçimde istifade edilmektedir ve enerji endüstriyel üretimin verimliliğinin önemli unsurlarından birisidir. Enerjiden faydalanılması mikro seviyede endüstriyel üretim çerçevesinde önemli olmakla beraber, makro seviyede ise ekonomik büyümeyle gelişmenin önem arz eden bir unsurudur (Ockwell, 2008: 4601). Makroekonomik bakımdan günümüz koşullarında sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesinde üzerinde durulması gereken en önemli faktörler “ekonomik”, “sosyal” ve “çevresel” unsurlardır. Enerjinin sürdürülebilir kalkınma ve gelişme konusundaki merkezi konumundan ötürü, bahsi geçen üç unsur bağlamında da enerji, varlığını korumaktadır (Najam ve Cleveland, 2003: 118-119).

2.2. Enerji Türleri

Ekonomik bağlamda muhtelif tekniklerle enerji temin edilmekte olan kaynakların değişik biçimlerde kategorize edildiği görülmektedir (Koç ve Şenel, 2013: 33). Enerji kaynaklarının türlerine ayrılması işletmeler, enerji kaynaklarını yakından takip etmekte olan kimseler ve enerji konusundaki karar vericiler açısından, enerji konusunun daha net ve belirgin olarak anlaşılmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, devletlerin enerji politikalarının da sağlıklı ve etkin şekilde tespit edilmesini daha kolay hale getirmektedir. Enerji türlerine ilişkin olarak yazında gerçekleştirilen sınıflandırmalar temel olarak şöyledir (Karatepe, 2011: 5):

- i. Enerji kaynaklarının dönüştürülebilirliği açısından:
 - a. *Birincil (primer) enerji kaynakları*: Kömür, petrol, doğal gaz, biyokütle, güneş, rüzgâr, su gücü, nükleer vb.
 - b. *İkincil (sekonder) enerji kaynakları*: Elektrik, termik, elektromanyetik vb.

- ii. Enerji kaynaklarının kullanılabilirliği açısından:
 - a. *Geleneksel enerji kaynakları*: Kömür, petrol, doğal gaz, nükleer vb.
 - b. *Yeni enerji kaynakları*: Güneş, rüzgâr, su gücü, biyokütle vb.
- iii. Enerji kaynaklarının yenilenebilirliği açısından:
 - a. *Yenilenemeyen enerji kaynakları*: Kömür, petrol, doğal gaz, nükleer vb.
 - b. *Yenilenebilir enerji kaynakları*: Güneş enerjisi, rüzgâr, hidrolik, dalga enerjisi, sıcaklık gradyen enerjisi, biyokütle enerjisi, akıntı enerjisi, gel-git enerjisi vb.
- iv. Ekosistemi uğrattıkları kayıp ve zararlara göre:
 - a. *Kirli kabul edilen enerji kaynakları*: Kömür, doğal gaz, nükleer enerji, petrol, büyük barajlar vb.
 - b. *Temiz kabul edilen enerji kaynakları*: Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle, baraj içermeyen su gücü, hidrojen enerjisi, vb.

2.3. Enerji Kaynakları

Enerjinin elde edildiği kaynaklara, enerji kaynakları adı verilmektedir (Keleş, Hamamcı ve Çoban, 2009: 149). Bir diğer ifadeyle, herhangi bir yolla enerjinin üretimini sağlamakta olan kaynaklara, enerji kaynakları denmektedir (Çepik, 2015: 43).

İnsanoğlunun günlük yaşantısının devam edebilmesi hususunda enerji vazgeçilmez bir kaynak niteliğindedir. Tarih süresince toplumların değişimlere uğraması, faydalandıkları ve geliştirmiş oldukları enerji kaynakları bağlamında olmuştur. Enerji, insanlık tarihinin başlangıcıyla beraber ortaya çıkmış olan bir olgudur. İnsanoğlu ilk zamanlarında iş yapmak üzere kendi gücünden yararlanırken, sonrasında doğanın kendisinden daha çok istifade edebilmek üzere hayvanların gücünü kullanma yoluna gitmiştir. Ateşin keşfedilmesi sonrasında ise önce odun, ardından kömür temel enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sonrasında buhar enerjisinin kullanılması gelmiştir. Günümüz şartlarında ise çokça enerji kaynağı olduğu görülmektedir (Keleş vd., 2009: 149).

2.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Katı, sıvı ve gaz haldeki kaynakların yakılmasıyla ortaya çıkan enerjilere “yenilenemeyen enerji” ismi verilmektedir. Bu tip enerji kaynakları rezerv şeklinde kullanılmaktadır. Bu sebeple, rezervlerin kullanıldıkça azalması ve bitmesinden ötürü, bu tip enerji kaynakları tükenebilir özelliğe sahiptir. Rezervlerinin sınırlı olması ve üretilmesinden daha hızlı şekilde tüketilmesi, yenilenemeyen enerji kaynaklarının temel özelliği durumundadır (Erdener vd., 2013). Bu yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, petrol ve doğalgazdan meydana gelen fosil kaynaklar ile nükleer enerjiden oluşmaktadır.

2.3.1.1. Fosil Enerji Kaynakları

Fosil enerji kaynakları, binlerce yıllık kimyasal reaksiyonlar neticesinde sıcaklık ve basıncın da etkisiyle değişime uğramış olan karbon yüklü ölü organizma kalıntılarıdır (Ebenhack, 1995: 9). Özünde güneş enerjisi sayesinde ortaya çıkan bir yan ürün niteliğindeki bu fosil kaynaklar, yıllar içinde çürümüş olan bitki ve hayvan kalıntılarının yüksek basınçla sıcaklığa maruz kalması ve yoğunlaşmasının ardından dönüşüme uğramış olan enerji kaynaklarıdır.

2.3.1.1.1. Kömür

Kömür; içerisinde yoğun şekilde karbon (C), az miktarda hidrojen (H), oksijen (O), kükürt (S) ve azot (N) bulunan kahverengi ve siyah renk tonlarında, katı, heterojen nitelikteki fosil bir yakıttır. Kömürün oluşum süreci milyonlarca yıl sürdüğünden, yenilenemeyen enerji kaynağı kategorisindedir (Aydın, 2014: 47). Özünde siyah tortul bir kaya olan kömür, milyonlarca sene öncesinde bataklık diplerinde birikmiş olan bitki maddelerinden meydana gelen organik bir maddedir. Denizlerin yükselmesi, toprağın çökmesi, bataklıkların iyice dibe batması, kil ve çöp gibi atıkların birikmesinin neticesinde bu organik maddeler de yüzey altında gömülmektedir. Üstünde kalan çökellerin altında sıkışan bu organik maddeler zaman içerisinde kömüre dönüşmektedir. Fosil enerji kaynaklarının içinde önem arz eden bir yeri bulunan kömür, maliyetle ilgili avantajının yanında rezerv açısından yüksek düzeyde olmasından dolayı günümüz koşullarında halen en çok tercih edilmekte olan

enerji kaynaklarından birisi olma konumunu korumaktadır. Hatta dünyadaki enerji talebinin yüzde 30'u halen kömür vasıtasıyla karşılanmaktadır (Bayraç, 2009: 117).

İnsanlık tarihinde kömür ilk kez M.Ö. 2000'lerde Antik Çin ve Antik Yunan'da kullanılmıştır. M.S. 1200'lerde Britanya'daki Tyne Nehri boyunca nehrin yüzeyinden sınırlı miktarda kömür çıkarılıp evlerde bir ısınma kaynağı şeklinde kömürden faydalanılmıştır. 1700'lerin ikinci yarısında ise kömürün demirle beraber üretim sürecinde kullanılmasıyla beraber Sanayi Devrimi yaşanmıştır (Ediger, 2006: 223). James Watt tarafından 1769 senesinde icat edilen buhar makinesinin çalıştırılmasında kömürden yararlanılmış, böylece o zamana kadarki üretim teknikleri de ciddi bir değişme uğramıştır. Sonrasında demiryolu ve denizyolu araçlarında temel yakıt olarak kömür kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle kömür kısa zamanda iktisadi, teknolojik ve sınai kalkınmanın temel kaynağı durumuna gelmiştir (Montgomery, 2014: 23). 1807 senesinde İngiltere'de kömür vasıtasıyla elde edilen hava gazı ile çalışan sokak lambaları yapılırken, 1825 senesinde George Stephenson tarafından kömür ile çalışan ilk buharlı tren icat edilmiş ve kısa zamanda buharlı tren hem Avrupa hem de Kuzey Amerika kıtasında yaygın biçimde kullanıma geçmiştir. Sonraki senelerde kömürden elektrik üretiminde faydalanılmaya başlanmış ve 1882 senesinde ABD'nin New York kentinde bir termik santral kurulmuştur (Ediger, 2006: 223). 1960'lara değin kömür dünyada en fazla talep edilen enerji kaynağı konumunda olup, kömürü kullanan ülkelerin gelişmesini sağlarken; 1960'larda ise enerji kaynakları içerisindeki birincil konumunu yavaş yavaş petrole bırakmaya başlamıştır.

Kömür insanlık tarihinin ilk çağlarından bu yana pek çok farklı amaç doğrultusunda ve farklı alanlarda kullanılmıştır. Bu çerçevede kömürden sanayi üretiminde temel girdi, denizyolu ve demiryolu taşımacılığında yakıt, evlerde ısınma aracı biçiminde yararlanıldığı görülmektedir. Lakin bilhassa 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren petrol, doğal gaz, nükleer enerji gibi enerji kaynaklarının kullanımının artmaya başlaması neticesinde, bu enerji kaynakları artık kömürün yerini almaya başlamış, böylelikle kömürlü teknolojilerin önemi düşüş göstermiştir (Aydın, 2014: 55). Kalitesinde görülen farklara karşın kömür; 50'den çok ülkede üretiminin yapılması, fiyatlardaki dalgalanmalardan oldukça az ölçüde etkilenmesi, 200 yıldan daha fazla kullanım ömrüne sahip olmasından dolayı diğer fosil enerji kaynaklarının arasında büyük bir öneme haizdir. 19. yüzyıl itibariyle kömür rezervlerini keşfeden ve kömürü

enerji üretilmesi hususunda verimli biçimde kullanmış olan birçok ülke günümüzde gelişmiş ülkeler şeklinde ifade edilmektedir. Günümüzde kömürün yanmasıyla elde edilen enerjinin yanı sıra gazlaştırılmasıyla da enerji elde edilebilmektedir. Bu gazlaştırma teknolojilerinin aracılığıyla kömür; buhar, hava, oksijen, hidrojen ile tepkime içerisine girerek muhtelif gaz ürünlerinin elde edilmesi sağlanmaktadır. Gazlaştırma teknolojisi vasıtasıyla kömürden elde edilmekte olan gaz genel olarak elektrik üretiminde kullanılmasının yanında, bu gazdan taşıt yakıtı şeklinde ve plastik ürün yapımında da faydalandığı görülmektedir.

Diğer fosil enerji kaynakları ile kıyaslandığında kömür, görece olarak daha ucuz maliyete sahip bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Temiz kömür teknolojileri açısından daha yüksek bir yatırım maliyeti gerekse de, bu maliyet yine de diğer fosil enerji kaynaklarının elde edilmesine kıyasla daha düşüktür.

Kömürün bir başka avantajı rezerv açısından oldukça bol olması ve geniş bir alanda dağılmış olmasıdır. Zira dünyada kanıtlanmış durumdaki kömür rezervlerinin petrol ve doğal gaz rezervlerinin toplamından çok daha fazla olduğu söylenebilir (BP, 2023).

Kömürün sahibi olduğu avantajları yanında önem arz eden dezavantajları da mevcuttur. Öncelikle kömür bütün diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha fazla karbondioksit salınımına yol açmaktadır ve bu durum güneşin ısınısını atmosferin içinde hapsedmek suretiyle hava sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Bu yüzden, kömür tüketiminin küresel ısınmanın önemli bir öncülü olduğu söylenebilir. Bu çerçevede, kömür enerji kaynağının en önemli dezavantajının, ekolojik dengeleri bozup çevresel problemler ortaya çıkarması olduğundan söz edilebilir (Ebenhack, 1995: 188). Kömürün yol açtığı çevresel sorunları en düşük seviyeye indirmeye ilişkin sıvılaştırma ve gazlaştırma teknolojileri ise yüksek maliyetli olup, sermaye ve enerji yoğun projelerin gerçekleştirilmesini gerektirmektedir (Hook ve Aleklett, 2010: 848-850).

Termik santraller vasıtasıyla elektrik üretimi için temel enerji kaynağı şeklinde faydalanılmakta olan kömür, 21.yüzyıl başlarında yaşanan mali krizlerden çıkış yolu biçiminde değerlendirilmiştir. Lakin kömür üretiminin birçok negatif iktisadi, sosyal ve çevresel etkisi mevcuttur (Clement ve Schultz, 2011: 596). Kömür yatakları yeryüzünün oldukça altında olduğundan, kömürün çıkartılması oldukça maliyetli

olabilmektedir. Yanı sıra kömürün yeraltından çıkartılması sonrasında da demiryolu ya da denizyoluyla taşınması gerekmektedir. Ayrıca iyi işlenmiş kömür tozunun birikmesi doğrultusunda maden ocaklarında patlamalar yaşanabilmektedir.

2.3.1.1.2. Petrol

Latince dilinde “petroé” ve “oleum” sözcüklerinin birleşiminden meydana gelen petrol (petroleum), yeraltında yataklar halinde rastlanan, karmaşık bileşimi olan, içinde hidrojen, karbon, az düzeyde oksijen, nitrojen, kükürt ihtiva eden bir fosil kaynaktır (Cengiz, 2017: 20). Petrol, sahip olduğu kimyasal özelliklerinden ve içerisinde yer aldığı sıcaklıkla basınç koşullarından dolayı katı, sıvı ya da gaz halinde olabilmektedir. Sıvı haldeki hidrokarbonlar “ham petrol” biçiminde adlandırılmaktayken; katı hidrokarbonlar içerikleri bağlamında bitüm, asfalt ya da parafin; gaz halinde olan hidrokarbonlar ise doğalgaz şeklinde isimlendirilmektedir.

Petrolün oluşmasına ilişkin olarak yazında iki farklı yaklaşım bulunmakta olup, bu yaklaşımlar inorganik teori ile organik teori şeklindedir. İnorganik teori açısından metan, asetilen, benzol vb. maddeler laboratuvar şartlarında insan eliyle elde edilebildiğinden, petrol de kimyasal reaksiyonların neticesinde ortaya çıkabilmektedir. Ancak organik teori bakımından petrol hayvansal ve/veya bitkisel kökenli bir enerji kaynağıdır (Beşergil, 2009: 31).

Yanı sıra petrolün oluşmasına ilişkin olarak; milyonlarca sene önce yaşamış olan bitkilerle hayvanların kalıntılarının denizin dibindeki kumlar ve çökellerle karışıp çürüyerek belirli bir sıcaklıkta ve basınçla beraber ayrışması neticesinde ortaya çıktığı genel olarak kabul edilmektedir (Bayraç, 1999: 85).

Petrol kullanımının tarihi özünde binlerce sene öncesine dayanmaktadır. M.Ö. 4000’lerde zift Babil’de duvarların ve kulelerin inşaatındaki çimentolama işlemlerinde kullanılmıştır. Bununla birlikte Antik Mısır’da ölümlerin petrol ürünleri vasıtasıyla mumyalandıkları da ifade edilmektedir. Bu dönemlerde kendiliğinden olacak şekilde yeryüzüne çıkan kısıtlı miktardaki petrolden bilhassa tıp, gemicilik, bina yapımı gibi alanlarda düşük bir verimle faydalanılmıştır.

M.S. 4. yüzyılda Çinliler tarafından bambu çubukların birbirlerine bağlanması suretiyle uzun borular oluşturulmuş ve 243 metrelik ilk petrol kuyusu kazılmıştır. Bu sayede yeraltından çıkartılan petrol, deniz suyunun buharlaştırılması maksadıyla

kullanılmış ve böylece tuz üretimi yapılmıştır. M.S. 8. yüzyılda kurulan Bağdat'ta sokaklar katran kullanılması suretiyle inşa edilmiştir. M.S. 9. yüzyılda Bakü civarında topraktaki çatlaklardan petrol kendiliğinden yeryüzüne çıkmaya başlamıştır. 16. yüzyıl içerisinde Avrupalı gezginler bu topraktan kendiliğine çıkan petrol ile tanışmışlardır.

19. yüzyılın ikinci yarısına değin petrolü yerin altında çıkartabilecek etkin bir teknoloji geliştirilememiştir. Bu yüzden o zamanlara değin petrolün ancak yeryüzüne kendiliğinden çıkan kısmı kullanılabilmıştır.

Kömüre alternatif bir enerji kaynağı ihtiyacının gittikçe artması üzerine, petrol çıkarmaya ilişkin çalışmalar hız kazanmıştır (Ediger, 2006: 80). 1846 senesinde Kanadalı Abraham Gesner tarafından damıtma vasıtasıyla petrolden gaz yağı elde edilmiş olup, bu durum petrol endüstrisinin başlangıcı olmuştur. 1852 yılında Polonyalı eczacı Ignacy Lukasiewicz tarafından, sızıntılar vasıtasıyla toplamış olduğu petrolün rafine edilmesi suretiyle özel bir gaz yağı lambası geliştirilmiştir. Petrolden gaz yağının elde edilmesiyle aydınlatma alanında oldukça büyük bir devrim yaşanmış, kısa zamanda gaz yağı ile gaz lambasına olan talep yükselmiştir (Aydın, 2014: 77). Artan talep doğrultusunda kendiliğinden yer üstüne çıkan petrol vasıtasıyla gaz yağı üretimi yetersiz kalınca, yeraltındaki petrolü çıkartmaya yönelik projeler geliştirilmeye başlanmıştır.

Bu çerçevede ticari maksatlı ilk petrol arama ve çıkartma çalışmaları ABD'de başlatılmış ve 1859 senesinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sonrasında sondaj tekniğinin keşfedilmesi ve sondaj makinelerinin icadı ile beraber daha düşük maliyetlerle daha fazla petrol yeraltından çıkarılmaya başlamıştır. Bu doğrultuda, ABD topraklarında petrol üretilmesine ilişkin girişimler hız kazanırken, üç sene içinde ABD'de petrol üretimi 3 milyon tona erişmiştir (Ediger, 2006: 80-81).

19. yüzyılın sonlarında elektriğin icat edilmesiyle beraber petrol vasıtasıyla sağlanan aydınlatmaya kıyasla daha ucuz yollu bir aydınlatma türü elde edilmiştir. Ancak içten yanmalı motorların kullanıldığı otomobillerin üretilmeye başlaması ile birlikte petrol endüstrisi önemini hiç yitirmemiştir.

1895 senesinde insanlık tarihindeki ilk otomobil yarışı Fransa'nın Paris ile Bordeaux şehirleri arasında gerçekleştirilirken, bu yarışta 15 mil hıza erişmiş olan otomobillere

olan talep Avrupa’da kısa sürede artmış, böylelikle gaz yağı üretiminde bir yan ürün olarak elde edilen benzin açısından ciddi bir yeni kullanım alanı ortaya çıkmıştır.

Diğer mallarda olduğu gibi bir arz-talep dengesi bulunan petrolün fiyat mekanizması diğer piyasalara kıyasla farklılık göstermektedir. Petrol rezervlerindeki sınırlılık, kanıtlanmış durumdaki petrol rezervlerinin hemen hemen %70’inin Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) üyesi olan devletlerin kontrolü altında bulunması, OPEC üyesi olan devletlerin bazen petrolü siyasal bir araç şeklinde kullanmaları ve bu ülkelerdeki siyasal ve iktisadi istikrarsızlıklar vb. unsurlar petrol fiyatlarının dalgalanmasına ve dünya ekonomisinin de bu durumdan oldukça önemli düzeyde etkilenmesine yol açmaktadır. 1973 senesinde gerçekleşen Arap-İsrail Savaşında OPEC üyesi Arap devletlerinin, İsrail’i desteklemekte olduklarını düşündüğü devletlere petrol ambargosu uygulamaları, 1978 senesindeki İran İslam Devrimi, 1980 ile 1988 seneleri arasındaki İran-Irak Savaşı, 1990 senesinde Irak’ın Kuveyt’i işgal etmesi, 2011 senesinde yaşanan Arap Baharı vb. önemli olaylar petrolün üretilmesi ile ihracatının önemli ölçüde kesilmesine sebebiyet vermiştir (Elmas, 2019: 35).

Günümüz şartlarında petrol ve petrol türevleri, petrokimya sanayisinde muhtelif işlemlerden geçirilmekte ve oldukça farklı ürünlere dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Böylelikle plastik, gübre, ilaç, kozmetik ürünleri, boya, oyuncak, spor malzemeleri, temizlik ürünleri, sentetik elyaf, tıbbi araç ve gereçler, dış mekân malzemeleri gibi ürünlerin üretilmesinde petrolün temel bir hammadde olarak kullanıldığı görülmektedir. Petrolün günümüzde halen en fazla kullanılmakta olduğu alan ise ulaştırma sektörü olup, işlenmiş petrolün ciddi bir bölümü otomobil, otobüs, kamyon, gemi ve uçaklarda yakıt maksatlı olarak kullanılmaktadır (Montgomery, 2014: 81).

Petrolden, aynı kömürde olduğu gibi elektrik santrallerinde de istifade edilmektedir. Termik santrallerde kullanılmakta olan petrol türleri arasında mazot, fuel-oil, nafta, asfaltit vb. petrol türevleri yer almaktadır. Sıvı nitelikte olan ve kömüre kıyasla daha kolay ve rahat şekilde yanan petrol bu doğrultuda kömüre nazaran daha avantajlı bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Dünyadaki en değerli yeraltı kaynaklarından birisi konumundaki petrol hem insanların hem de eşyaların hızlıca taşınmasına aracılık ederek toplumsal refahın

yükselmesinde ciddi bir katkı sahibi olmaktadır. Benzin, motorin, LPG gibi petrol ürünleri, yüksek bir enerji yoğunluğuna sahiptir ve kolay taşınabilir bir özellikte olduğundan alternatiflerine kıyasla daha üstündür.

Bunun yanında işlenmiş petrol ürünlerinden, insanoğlunun hayatını kolaylaştırıcı araçların üretilmesinde doğrudan ya da dolaylı şekilde faydalanılabilmektedir. Bu ürünlerin içinde benzin, motorin ve LPG'ye ek olarak fuel-oil, gaz yağı, asfalt, parafin, plastik, katran vb. maddeler yer almaktadır. Petrolün muhafaza edilmesi, depolanması, taşınması bilhassa kömür gibi katı kaynaklara kıyasla çok daha kolaydır. Her ne kadar sabit maliyeti yüksek olsa da, boru hatları vasıtasıyla petrolün taşınabilmesi, petrolü kömür gibi katı kaynaklara karşı üstün kılmaktadır. Yanı sıra petrol, kömüre kıyasla daha az çevre kirliliği yaratmaktadır. Öte yandan petrol ürünleri; sedef hastalığı gibi cilt rahatsızlıklarının, eklem romatizmasının, solunum yolu problemlerinin, diş eti sorunlarının, kısırlığın tedavisi noktasında hala dolaylı şekilde faydalanılan bir kaynak niteliğindedir (Yusufov ve Halilova, 2008: 123-124).

Petrolün yukarıda bahsedilmiş olan avantajlarının yanında birtakım önemli dezavantajları da bulunmaktadır. Ulaştırma alanında ve petrokimya sanayisinde yoğun biçimde kullanılmakta olan petrol; arama, çıkartma, taşıma ve kullanma süreçlerinde çevre kirliliği yaratan bir enerji kaynağıdır.

2.3.1.1.3. Doğal Gaz

Diğer fosil yakıtlar gibi doğal gaz da bitki ve hayvan kalıntılarının milyonlarca sene boyunca çürümesinin neticesinde ortaya çıkmaktadır. Basınç ve sıcaklıklar beraber birtakım organik bitki ve kalıntıları zaman içerisinde kömüre, bir kısmı petrole, bir bölümü ise doğal gaza dönüşmektedir.

İçerisinde yüksek düzeyde metan, düşük düzeyde bütan, etan, helyum, propan vb. hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonları barındırmakta olan doğal gaz; yanıcıdır, kokusuzdur ve de renksizdir. (Devold, 2013: 23). Genelde gözenekli ve geçirgen kayaların derin yeraltı rezervuarlarında yer almaktadır (Beşergil, 2009: 137). Günümüz koşullarında doğal gaz; endüstriyel gelişme, şehirleşme, artan nüfusla beraber oldukça önemli bir enerji kaynağı konumundadır. Kömür ve petrole kıyasla içerisindeki karbon miktarı daha düşük olduğundan, daha temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Bayraç, 2009: 117).

İnsanlık tarihinin ilk çağlarından itibaren kullanılmaya başlanmış olan doğal gaza Antik Yunan ile Antik Mısır'da "kutsal ateş" ve "yanan gaz" isimleri verilmiştir. Doğal gazın Avrupa kıtasında kullanılmaya başlaması 17. yüzyılı bulmuş olmasına karşın, doğal gaz teknolojisinde yaşanan ilerlemelere Avrupa'nın öncülük ettiği söylenebilir. Böylelikle 19. yüzyıl başlarında üretilmeye başlanan doğal gazdan, endüstride ve evlerde yakıt şeklinde faydalanma yoluna gidilmiştir. Muhtelif kullanım alanlarına sahip olmasına karşın doğal gaz 19. yüzyılda genelde aydınlatma alanında kullanılmıştır. Zira o yıllarda boru hattı teknolojisi yoktur ve yeraltından çıkartılan gazı taşıyarak kullanımını yaygınlaştırmak son derece zordur (Cengiz, 2017: 24). 1885 senesinde ise Robert Bunsen tarafından doğal gazı hava ile karıştırıp güvenli biçimde yakarak ısınmayı sağlayan bir makine icat edilmiştir (Acar vd., 2011: 37-38). 1883 senesinde ABD'de 750 km. uzunluğundaki ilk doğal gaz boru hattı kurulmuş, 1920'lerde boru hattı taşımacılığının giderek artmasıyla beraber doğal gaz tüketimi artmaya başlamıştır.

Fosil enerji kaynaklarının arasında temiz, güvenli ve en kolay kullanıma sahip olanı olarak değerlendirilen doğal gazın sahip olduğu kimyasal özelliklerden dolayı yanması halinde bileşiminde çevre kirliliğine yol açacak maddelerin düşük miktarda olması, günümüzde artan doğal gaz talebi ve tüketiminin en önemli sebeplerinden birisidir. Günümüz koşullarında doğal gazdan gerek bir yakıt gerekse de bir hammadde şeklinde istifade edilebilmektedir. Endüstriyel kuruluşları bilhassa ısıtma işlem fırınlarında, kaynak işlemlerinde, buhar üretiminde doğal gazı daha çok tercih etmekteyken; elektrik santrallerinde ise doğal gaz vasıtasıyla elektrik üretilmektedir. Konutlar ile iş yerlerinde ise daha ziyade ısıtma, kurutma, soğutma, yemek pişirme vb. amaçlar ile doğal gaz kullanılmaktadır (Ertürk, 2011: 33-34). Endüstrinin temel bir hammaddesi olan doğal gazın bileşiminde yer alan hidrokarbonlar nedeniyle sentetik lastik, deterjan, cam, plastik, gübre gibi maddelerin üretilmesinde doğal gaz temel bir hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır (TMMOB Enerji Raporu, 2006: 32).

Doğal gaz, diğer fosil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında en yüksek enerji verimliliğine sahip olan ve çevreye en az zarar veren fosil enerji kaynağı özelliğindedir. Petrolün gaz hali durumundaki doğal gazın, kömürle petrol gibi yüksek bir emisyon değeri bulunmadığından, çevreye olan zararı petrolle kömüre kıyasla daha azdır. Kısa süreliğine solunması durumunda insanlarda negatif bir etki

yaratmayan ve havadan daha hafif olmasından ötürü atmosferde yükselme eğilimi bulunan doğal gaz, bu doğrultuda nispeten güvenli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Petrole nazaran üretimi daha kolay olan ve rafine işlemi gerektirmeyen doğal gazın yakılması sürecinde bir ön hazırlık ve kül atma işlemi yoktur. Bu doğrultuda, maliyetinin daha düşük olmasından ötürü, doğal gaz bilhassa petrole kıyasla daha ekonomik bir enerji kaynağıdır (Doğan, 2011: 42).

Her ne kadar doğal gaz; kömürle petrole kıyasla daha temiz bir enerji kaynağı olsa da, yakıldığında küresel ısınmaya yol açan sera gazı salınımı yapmaktadır. Gaz türbinli enerji santralleri, aynı miktarda elektrik üretimi hususunda, kömürle çalışmakta olan bir enerji santralinin üretmekte olduğu sera gazının %50'sini üretmektedir. Doğal gazın yoğunluğuyla enerji zenginliği sıvı petrole kıyasla çok daha düşük olup, aynı miktardaki petrolün binde biri kadar ısı içeriği vardır. Bu yüzden, depolanmasıyla taşınması petrolden daha güçtür. Bu doğrultuda, kara üzerinde toplu şekilde taşınabilmesi boru hatlarıyla mümkün olmaktadır (Beşergil, 2009: 138). Dünyadaki en büyük doğal gaz rezervleri Sibiryaya, Alaska, Kuzey Kanada vb. ıssız bölgelerdedir. Bu bölgelerdeki boru hattı eksikliklerinden ötürü üretimi yapılan doğal gazın sıvılaştırılması sayesinde taşınması yapılabilmektedir. Sıvılaştırılan doğal gaz (LNG) özel tankerler vasıtasıyla denizyoluyla taşınarak, tekrardan gaza dönüştürülmekte ve boru hatlarıyla nakledilmektedir. Bu sebeple, en büyük rezervlerin olduğu yörelerden doğal gazın sıvılaştırılıp taşınarak yeniden gaz haline dönüştürülmesi ve nakledilmesi oldukça pahalıdır.

2.3.1.2. Nükleer Enerji Kaynakları

Nükleer enerji, atom çekirdeğinden üretilmekte olan bir enerji kaynağıdır. Ağır radyoaktif elementlerin nötron bombardımanına tabi tutulmasıyla atom çekirdeklerinin parçalanması (filyon) ya da hafif atom çekirdeklerinin birleşmelerinin (füzyon) neticesinde ciddi bir enerji ortaya çıkmaktadır. Bu tepkimelerinin vasıtasıyla elde edilen bu enerjiye, nükleer enerji ya da çekirdek enerjisi ismi verilmektedir (Altın, 2004). Günümüzdeki nükleer santrallerde nükleer enerji, bir fosil kaynağın yakılması doğrultusunda değil, atomların parçalanması (nükleer filyon) vasıtasıyla üretilmektedir. Fosil enerji kaynaklarının kısıtlı bir rezerve sahip olması ve bu rezervlerin dünya üzerindeki tüm ülkelerde bulunmaması,

pek çok ülkeyi nükleer araştırmalar yapmaya ve nükleer enerjiden elektrik enerjisi üretmeye itmiştir.

1885 ile 1945 seneleri arasında atom çekirdeğiyle ilgili çalışmalar hız kazanırken, Alman fizikçiler tarafından 1938 senesinde uranyum üzerinde yapılan denemeler neticesinde fisyon ismi verilen atom çekirdeğini parçalama işleminde başarıya ulaşılmıştır. Fisyon tepkimesi 1942 senesinde ABD’li fizikçi Enrico Fermi tarafından denetim altına alınırken, buna “zincirleme tepkime” ismi verilmiştir. Bu zincirleme tepkimeyle ilgili temel ilkeler de günümüzdeki nükleer reaktörlerinin özünü meydana getirmektedir (Dahl, 1999: 12). 1939 ile 1945 arasında nükleer teknolojiler noktasında yaşanan gelişmelerin çoğu II. Dünya Savaşı’ndan ötürü nükleer silahlarla alakalı olmuştur. Almanlar tarafından nükleer silah konusunda kaydedilen gelişmelerden ötürü atom bombasına ilişkin ortaya çıkan endişeler ABD’yi de harekete geçirirken, ABD tarafından 1942 senesinde “Manhattan Projesi” çerçevesinde atom bombası üretimi çalışmaları hız kazanmış, projeye Almanya’dan kaçmış olan fizikçiler de dahil olmuşlardır. Aynı yıl Almanlar ise uranyum atomunu parçalama konusunda başarı elde etmişlerdir. Almanya’nın II. Dünya Savaşı’nda yenilgiye uğraması neticesinde ABD atom bombası üretiminde tek başına kalırken, atom bombasına ilişkin ilk deneme 1945 senesinde Nevada Çölü’nde gerçekleştirilmiş ve projenin başarıya ulaştığı duyurulmuştur. Bunun ardından Ağustos 1945 tarihinde ABD tarafından Japonya’nın Hiroşima ve Nagasaki kentlerine iki atom bombası atılmış, binlerce insanın bu atom bombalarından dolayı ölmesinden ötürü Japonya da savaştan çekilmiş ve II. Dünya Savaşı sonra ermiştir.

1950’lerde nükleer teknoloji daha ziyade barışçıl maksatla ve elektrik üretimi için kullanılmaya başlanmıştır. Birleşmiş Milletler (BM) Genel Kurulu 1953 senesinde “Barış İçin Atom Programı’nı duyurmuştur. Böylelikle, artış gösteren elektrik talebini belirli oranda giderebilecek nükleer reaktörlerin inşası üzerine çalışmalar hızlanmıştır. Bu çalışmaların neticesinde İngiltere 1956 senesinde tam donanımlı ilk ticari reaktörünü faaliyete geçirmiş, aynı sene Sovyetler Birliği (SSCB) kendi reaktörünü kurmuştur. ABD ise 1957 senesinde kurduğu reaktörlerle nükleer yakıtlardan elektrik üretimine başlamıştır. Elektrik tüketiminin ciddi bir kısmını hala nükleer santrallerden temin etmekte olan Fransa da 1964 senesinde ilk reaktörünü hizmete açmıştır (Banks, 2000: 201). Özellikle büyük devletler ekonomik ve politik güçlerinin bir simgesi olarak değerlendirdikleri nükleer enerji santrallerine ciddi

yatırımlar yapmışlardır. Nükleer santrallere yatırımlar halen devam etse de 1985 sonrası dönemde yatırım hızının azalmasında en önemli etken, 1986 senesinde SSCB’de yaşanan Çernobil kazası olmuştur (TMMOB, 2006: 24). Bununla birlikte 2011 senesinde Japonya’da gerçekleşen deprem ve tsunami faciası sebebiyle Fukushima Nükleer Enerji Santrali devre dışı kalırken, reaktörlerde yaşanan patlamalardan ötürü bölge ciddi bir radyasyon riski altına girmiştir (Duman, 2011: 11).

Nükleer enerjinin çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Elektrik üretimi konusunda fosil enerji kaynaklarına alternatif özelliğinde olması, göreceli olarak daha düşük maliyetin bulunması, kesintisiz şekilde güç üretimi yapabilmesi, çevre açısından kirlilik oluşturmaması vb. unsurlar, nükleer enerjinin avantajlı yanları arasında değerlendirilmektedir. Yaşanan nükleer kazalar sebebiyle ortaya çıkan tahribatlar ve başlangıç yatırımına ilişkin maliyetlerin oldukça yüksek olması ise, nükleer enerjinin dezavantajları olarak sıralanabilir.

Aynı zamanda nükleer enerji konusunda toryum elementine de değinmek önemlidir. Türk parçacık fiziği uzmanı ve toryumun enerji kaynağı olarak savunucusu olan Profesör Engin Arık, toryumu enerji üretimi için '21. yüzyılın en stratejik malzemesi' olarak değerlendirmiştir.

Toryum, nükleer enerji üretimi için alternatif bir yakıt olarak ilgi gören doğal olarak oluşan radyoaktif bir elementtir. Baskın nükleer yakıt olan uranyumun aksine, toryumun birkaç avantajı vardır. Toryum doğada uranyumdan üç ila dört kat daha bol miktarda bulunur. Toryum bazlı nükleer reaktörler, nükleer kaza ve yayılma riskini azaltan doğal güvenlik özelliklerine sahiptir. Işınlandığında, toryum-232 nükleer reaksiyonlara girer ve sonunda nükleer reaktörlerde yakıt olarak yakılabilen bölünebilir bir malzeme olan uranyum-233’ü oluşturur. Toryum reaktörleri, geleneksel uranyum reaktörlerine kıyasla daha az uzun ömürlü radyoaktif atık üretir. Çin, Hindistan, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri dahil olmak üzere birçok ülke toryumun potansiyelini araştırmıştır. Su soğutmalı reaktörler ve erimiş tuz reaktörleri dahil olmak üzere farklı toryum reaktör tipleri vardır. Bu reaktörler, sürdürülebilir ve daha temiz enerji üretimi hedefleyerek toryumu yakıt kaynağı olarak kullanır. (Jyothi vd. 2023)

Türkiye, küresel enerji dönüşümünde potansiyel bir madde haline gelen önemli toryum rezervlerine sahiptir. Türkiye, toplam küresel rezervin yaklaşık %52'sini oluşturan yaklaşık 800 kilotonluk toryum rezervine sahiptir. Toryum yatakları Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunmaktadır. Özellikle, Eskişehir'deki Kızılcaören bölgesi toryum, nadir toprak elementleri, barit ve florit içeren bir cevher yatağına ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca, Malatya–Kuluncak, Kayseri–Felahiye, Sivas ve Diyarbakır gibi diğer bölgelerde de toryum konsantrasyonlarına dair göstergeler mevcuttur. (Kaya, M. 2016)

2.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, doğada serbest şekilde bulunan ve tüketildikçe bitmeyen enerji türüdür. Başka bir ifadeyle yenilenebilir enerji, doğal süreci boyunca mevcut bulunan ve devamlı şekilde süregelen enerji akışının sonucunda temin edilen enerjidir (Can, 2020: 3). Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynakları, doğada belli bir döngüsü bulunan ve oldukça kısa zamanda tüketilmiş olan kaynağı yeniden üretebilen enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları aynı zamanda ikincil enerji kaynakları şeklinde de nitelendirilmektedir. Geçmişten bugüne potansiyel şekilde varlığını koruyan yenilenebilir enerji kaynakları, teknolojiye ilerlemeler, dünya genelinde enerji talebinin artması, rezervleri kanıtlanmış yenilenemeyen enerji kaynaklarının yakın zamanda tükenecek olması gibi konulardan ötürü yenilenebilir enerjiden son dönemlerde daha fazla faydalanılmaya başlanmıştır.

Yenilenebilir enerji ile yenilenemeyen enerji kaynakları arasındaki ayırım; dünyadaki mevcut rezervlerinin veya stoklarının sınırlı olup olmadığı ile ilgilidir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji, doğanın kendi döngüsü içinde meydana gelen ve sürekli var olan bir enerji kaynağı şeklinde tanımlanabilir. Tüketimi kaçınılmaz olmakla birlikte ekolojik dengeleri olumsuz yönde etkileyen fosil yakıtların aksine, temiz enerji kaynakları arasında; hidrolik enerji, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, rüzgâr enerjisi, dalga enerjisi ve hidrojen enerjisi yer almaktadır (Cengiz, 2017: 30-31).

2.3.2.1. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, güneş enerjisinin dünyanın yüzeyini farklı seviyelerde ısıtması doğrultusunda ortaya çıkmakta olan sıcaklık, yoğunluk ve basınç farklılıkları sonucu oluşmaktadır. Havanın ısınmasıyla birlikte alçak basınç alanı meydana gelmekteyken, havanın soğumasıyla beraber yüksek basınç alanı ortaya çıkmaktadır. Rüzgâr enerjisi de birbiriyle komşu durumdaki iki bölgenin arasında bulunan bu alçak ve yüksek basınç farklılığından dolayı meydana gelen ve her zaman yüksek basıncın olduğu alandan alçak basıncın olduğu alana doğru ilerlemekte olan hava akımını belirtmektedir. Bu hava akımına ilişkin hareketler ise, dünya yüzeyinde rüzgarların ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Altuntaşoğlu, 2006: 53).

Bundan 3 bin sene öncesinde Mısır, Pers ve Uzakdoğu'da yel değirmeni şeklinde kullanılmış olan, 1891 senesinde ilk defa elektrik üretimi maksadıyla faydalanan rüzgâr enerjisi; yenilenebilir özellikte, bir enerji kaynağı olarak serbest ve doğada bolca bulunabilen, taşıma ve ulaştırma problemi bulunmayan, çevre üstünde negatif etkileri oldukça az olan, ileri düzeyde yüksek bir teknoloji ihtiyacı barındırmayan bir yenilenebilir enerji kaynağı niteliğindedir. Yerden belirli bir yükseklikte bulunan direklerle yerleştirilen rüzgâr türbinleri, bahsi geçen hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Rüzgâr türbinleri vasıtasıyla önce rüzgârın kinetik enerjisi mekanik enerjiye, sonrasında da elektrik enerjisine dönüştürülmektedir (Aydın, 2018: 193).

Rüzgâr enerjisine ilişkin teknolojinin ve rüzgâr enerjisi kullanımının oldukça hızlı bir gelişme göstermesinden ötürü fosil yakıtlarla ciddi bir rekabet gücü oluşmaya başlayan rüzgâr enerjisi, elektrik üretimi konusunda günümüz koşullarında önem arz eden bir konumdadır. Ayrıca rüzgâr enerjisi, küresel rüzgarlar biçiminde de olabilmektedir. Küresel rüzgarların meydana gelmesinin nedeni, güneş radyasyonundan ve yeryüzünün eşit olarak ısınmamasından ötürü ortaya çıkan basınç farklılığıdır. Rüzgâr vasıtasıyla üretilen enerji, rüzgârın hızı bakımından küpüne göre değişebilmektedir.

Rüzgâr enerjisinin tarihteki ilk kullanımının VII. yüzyılda Persler'e dayandığı bilinmektedir. Bu dönemde yel değirmenleri kuran Persler, derinlerdeki suların çıkarılması ve tahıl öğütülmesi maksadıyla rüzgârın gücünden ve enerjisinden faydalanmışlardır. Avrupalılar ise ancak Haçlı Seferleri sayesinde rüzgâr gücü ve

enerjisi konusunda bilgi sahibi olmuşlar ve Avrupa topraklarında yel değirmenleri kurmaya başlamışlardır. Bu doğrultuda tahılların öğütülmesi, kuyudan su çekilmesi, yelkenli gemilerin yüzdürülmesi vb. konularda rüzgâr enerjisinden yararlanıldığı görülmüştür. Rüzgâr enerjisi vasıtasıyla elektriğin üretilmesini sağlayan ilk türbin, Danimarkalı Paul La Cour tarafınca 1891 senesinde yapılmıştır. Her ne kadar bu dönemde yenilenebilir bir enerji kaynağı sayesinde elektrik üretilmiş olsa da endüstrileşme süreci esnasında fosil enerji kaynakları, düşük maliyetlere sahip olmaları ve dönemin şartlarında kesintisiz bir güç sağladıklarından ötürü rüzgâr enerjisine tercih edilmiştir. 1942 senesinde S. Morgan Smith tarafınca ABD’de 50 kW güce sahip büyükçe bir rüzgâr türbini kurulurken, 1957 senesinde 200 kW gücü olan Gedser rüzgâr türbini üretilip kullanıma geçmiştir. Gedser türbini günümüzde modern rüzgâr türbinlerinin öncülü şeklinde kabul edilmektedir (Şenel ve Koç, 2015: 47).

II. Dünya Savaşı’nı müteakiben petrol fiyatlarında düşüş gerçekleşirken, bu doğrultuda rüzgâr enerjisine olan ilgili de azalmış, ancak 1970’lerdeki petrol krizleri nedeniyle petrol fiyatlarının hızlıca artmasından dolayı ve buna paralel şekilde teknolojiadaki gelişmeler sayesinde rüzgâr enerjisine yönelik ilgi, 1970’lerde artmış ve rüzgâr enerjisi kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu bağlamda, 1970’lere değin maliyeti yüksek görüldüğünden rüzgâr türbini teknolojisi çok fazla bir gelişme gösterememiş olsa da 1970’lerde petrol krizlerinin yaşanmasıyla birlikte alternatif bir enerji kaynağı olarak rüzgâr enerjisi daha çok gündeme gelmeye başlamış ve rüzgâr türbini kullanımına ülkeler ekonomik, ekolojik ve güvenlik gerekçeleriyle daha fazla önem vermeye başlamıştır (Sevim, 2015: 219).

Rüzgâr enerjisinin tercih edilmesi noktasında; insan sağlığıyla çevre sağlığına karşı duyarlı bir yapısı bulunması, yerel kaynaklardan besleniyor olması, sürekliliği olması, kurulumundaki düşük maliyet, sera gazı salınımına sebebiyet vermemesi, enerji konusunda dışa olan bağımlılığı düşürmesi ve rüzgâr türbini kurulan yerlerde tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesine fırsat vermesi vb. faktörler etkili durumdadır. Ayrıca rüzgâr enerjisi santralinin ilk yatırım maliyeti sonrasında hammadde problemi bulunmadığından işletme maliyetleri oldukça düşüktür (Şenel ve Koç, 2015). Diğer enerji tüplerine kıyasla daha ucuz olan rüzgâr enerjisi; asit yağmuruna neden olmaması, karbon emisyonu yaratmaması, radyoaktif etkiye sahip olmaması doğrultusunda çevreye en az derecede zarar verici bir enerji türü olarak

değerlendirilebilir. Rüzgâr enerjisiyle elektrik üretilmesi, fosil enerji kaynaklarının yanması neticesinde oluşan zararlı gazların açığa çıkmasına yol açmamakta ve atmosferik bir ısınmaya neden olmamaktadır.

Rüzgâr enerjisi pazarı, belirli bir istihdamı yaratması suretiyle iktisadi ve sosyal açılardan toplumların gelişmesine de katkı sağlamaktadır. Pazarın büyümesiyle birlikte türbin ve diğer unsurların üretimine ilişkin faaliyette bulunan işletme sayısı artış göstermekte, rüzgâr enerjisi vasıtasıyla üretimi yapılan elektriğin dağıtılmasını sağlayan şirket sayısı artmakta, sektörle ilgili Ar-Ge faaliyetleri gelişmekte, montaj, bakım ve servis firmaları artmaktadır (Bayraç, 2011: 41).

Rüzgâr enerjisinin yukarıda yer alan avantajlarının yanında çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Rüzgâr türbinleri göçmen kuşlar gibi çeşitli canlılar açısından önemli problemler teşkil edebilmektedir.

2.3.2.2. Hidroelektrik Enerji

Hidrolik veya hidroelektrik enerji özünde nehir, ırmak vb. yerlerde kinetik enerji şeklinde kendisini göstermekte; bununla birlikte dağ, yayla, doğal göl vb. yerlerde ise potansiyel enerji biçiminde karşımıza çıkmaktadır (Cengiz, 2017: 43-44). Temelde hidroelektrik enerji, suda bulunan potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesiyle ortaya çıkan enerjiye verilen isimdir (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 267).

Hidroelektrik enerji, dolaylı şekilde güneş ışıınımı vasıtasıyla meydana gelen yenilenebilir bir enerji türüdür. Güneşin ısısından güç almakta olan sular bir döngünün içinde hareket etmektedir. Bu doğrultuda güneş ilk safhada denizler, göller ya da nehirlerde bulunan suları ısıtıp su buharına dönüşmesini sağlamaktadır. Ortaya çıkan su buharı rüzgâr aracılığıyla sürüklenip atmosferde soğumakta ve yeniden su damlacığına dönüşmektedir. Bu su damlacıkları ise yeryüzüne yağmur ya da kar olarak geri dönmektedir. Yağmur suyu ise yeniden nehirlerin vasıtasıyla bütün bu sürecin tekrardan başladığı denizlere akmaktadır. Böylelikle su enerjisi, kendisini devamlı biçimde yenilemekte olan bir enerji kaynağıdır (Dalkır ve Şeşen, 2011: 15).

Hidroelektrik santraller de, akarsuların taşımakta olduğu kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Akarsuların sahibi oldukları kinetik enerjinin miktarı, suyun akış yüksekliğiyle düşüş hızı doğrultusunda değişkenlik göstermektedir. Büyükçe bir nehrin üzerinde suyu tutan bir baraj inşa edilmekte, barajda toplanmakta olan su ise aktarım kanalları ve yüksek basınca dayanıklı çelik boruların aracılığıyla

santrale getirilmektedir. Hidrolik enerji, sudan elektrik üretiminin yanı sıra maden çıkarma, demir-çelik sanayisi, hidrolik araçlar ve gemi sektörü gibi alanlarda da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Hidroelektrik enerji çok eski dönemlerde dahi suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden istifade etmek maksadıyla birçok uygarlık tarafınca kullanılmıştır. Akarsuların üstüne kurulmuş olan büyük çarklar bilhassa un üretiminde önemli bir işleve sahip olmuştur (Dalkır ve Şeşen, 2011: 14). Bu bağlamda hidroelektrik enerjisinin geçmişinin 4.000 sene öncesine kadar dayandığından söz edilebilir (Aydın, 2018: 188).

Suyun sahip olduğu enerjinin elektrik enerjisi üretilmesi amacıyla kullanılmasının temeli, 1750'lerde Leonard Euler tarafınca geliştirilmiş olan türbin teorisine dayanmaktadır (Aydın, 2018: 188). Bu doğrultuda 18. yüzyılın sonlarında İngiltere'de başlayan Sanayi Devrimi sürecinde, gelişim gösteren çelik üretimi teknolojisi, buhar makineleri ve çimentonun vasıtasıyla oldukça sağlam ve görece olarak daha ucuz barajlar daha kısa zamanda yapılabilmeye başlanmıştır (Aydın, 2014: 186). 1832 senesinde Fransız mühendis Benoit Fourneyron tarafınca su türbini icat edilmiş, 1878 senesinde ise İngiliz mühendis William Armstrong tarafından hidroelektrik güç düzeni tasarlanmıştır. Dünyadaki ilk hidroelektrik santraliyse Jacob F. Schoellkopf tarafınca 1879 senesinde Niagara Şelalesi'nde kurulmuştur. 1881 senesinde bu santralden üretilen elektrikle Niagara kenti elektrik ile aydınlatılmıştır. 1879 ile 1886 arası dönemde ABD'de kurulan küçük çaplı hidroelektrik santrali sayısı 200'ü geçmiştir. Sonrasında ise 20. yüzyılın ortalarına kadar ABD başta olmak üzere çok sayıda ülkede büyük çaplı hidroelektrik santralleri kurulmuştur.

Hidroelektrik enerjinin ortaya çıkmasında ana unsur su olduğundan, hidroelektrik enerjisi çevreye duyarlı olduğu gibi, aynı zamanda uzun vadede oldukça ucuz bir enerji kaynağı niteliğindedir. Sudan elektrik enerjisi üretimi sürecinde küresel ısınmaya ya da çevresel kirliliğe sebebiyet verecek bir gaz emisyonu yaşanmamaktadır. Yanı sıra hidroelektrik santraller, kurulduğu bölgede su gereksiniminin giderilmesinde, sel ve taşkınların azalmasında, iklim şartlarının yumuşamasında, balıkçılık faaliyetlerinin geliştirilmesinde, bölgede turizmin ilerlemesinde, tarım arazilerinin sulanmasında önemli işlevlere sahiptir (Başkaya, 2010: 669). Termik santrallere kıyasla hidroelektrik santralleri işletim kolaylığına ve esnekliğe sahip durumdadır. Enerji gereksinimi halinde hızlıca devreye girebilmekte,

gerektiği takdirde kısa zamanda devreden çıkarılabilmektedir. Diğer santral türleri genelde üretime geçebilmek üzere elektrik enerjisine gereksinim duyarken, hidroelektrik santrallerinde elektrik şebekesinin tamamıyla devre dışı olması halinde dahi şebekeden beslenmeksizin işletmeye alınabilmektedir. Ekonomik açıdan ömürleri uzun olan hidroelektrik santralleri, başka elektrik enerjisi üretim yöntemlerine kıyasla daha düşük işletme giderine ve yüksek verimliliğe sahip durumdadır.

Her ne kadar hidroelektrik santraller çevre kirliliğine neden olmasa da, bu santrallerin doğal çevreye negatif etkide bulunduğuna ilişkin çeşitli eleştiriler mevcuttur (Sevim, 2015: 216). Yeni bir barajın inşa edilmesi halinde ulaşım faaliyeti hususunda yol yapılması ile elektrik üretim hattı çekilmesi; yöredeki ağaçların yok olmasına, bitki örtüsünün üzerinde yer aldığı büyükçe bir bölgenin sular altında kalmasına, yabani yaşam bakımından bölgede yaşamını sürdüren canlıların yer değiştirmesine ya da yok olmasına yol açabilmektedir (Atak ve Öztok, 2013: 4-5). Yapılan oldukça büyük çaplı barajlar, barajın etrafında yer alan bölgenin iklimini ciddi oranda değişime uğratmaktadır. Kurulduğu bölgede ılımanlaştırıcı bir etki yapan barajlar nem oranını artırmasının yanında, kış mevsiminde kar yağışının azalmasına hatta kesilmesine yol açabilmektedir. Bu durum ise tarımsal aktiviteler bağlamında negatif bir netice yaratmaktadır (Arslan, 2017: 628).

2.3.2.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle; tahıllar, bitki artıkları, gübreler, bitkisel yağlar vb. tarımsal kökenli organik maddelerden oluşmaktadır. Bu doğrultuda biyokütleler, henüz kısa bir zaman öncesinde yaşamış bulunan organizmalar ya da bu organizmaların çıktıları vasıtasıyla elde edilmektedir (Aydın, 2018: 212). Başka bir ifadeyle, bitki ya da hayvanlardan sağlanan, biyolojik kökeni fosil olmayan, yenilenebilir niteliğe sahip olan her türdeki doğal madde biyokütle şeklinde isimlendirilmektedir (Acaroğlu, 2008: 351). Biyokütle enerjisi; tükenmeyen bir kaynak olması, çevrede arzu edilmeyen bir tesire sebebiyet vermemesi ve hemen her yerde olabilmesinden ötürü önem arz eden bir enerji kaynağıdır. Sürdürülebilir enerjinin üretilmesine imkân vermesinden ve çevre dostu bir yapıya sahip olmasından ötürü bütün dünyada kullanılan yenilenebilir bir

enerji kaynağıdır. Nitekim uzun yıllardır biyokütle enerjisinden ısınma ve yemek pişirme maksadıyla faydalanıldığı bilinmektedir.

Günümüz koşullarında biyokütle kaynaklarından faydalanılarak çeşitli yakıtlar elde edilmektedir. Bu yakıtlar arasında biyodizel, biyoetanol ve biyogaz en bilinenleridir. Biyodizel ve biyoetanol yakıtlar, bitkisel ve hayvansal yağlar vasıtasıyla üretilmektedir. Biyodizel, sıvı biyoyakıtların içerisinde dizel motor yakıtına en önemli alternatiftir. Biyodizel; kanola, ayçiçeği, keten tohumu, pamuk, soya vb. yağ bitkilerinin tohumları vasıtasıyla, ayrıca hayvansal ya da atık yemeklik yağlar aracılığıyla elde edilmektedir. Biyodizel özünde dizel yakıtı nazaran motor performansı bakımından benzer olup, egzoz emisyonu bağlamında ise daha temizdir (Budak vd., 2009: 123). İlk defa Rudolf Diesel tarafından 1900'lerde yerfıstığı yağının dizel motoru çalıştırması vasıtasıyla kullanılmış olan biyodizel bağlamında en fazla kullanılmakta olan ürün soya fasulyesidir (Aydın, 2018: 212). Biyoetanol, nişasta ve şeker kökenindeki tarımsal ürünler vasıtasıyla üretilen bir biyoyakıt olup, nişastanın şekere dönüştürülmesi sonrasında fermantasyon uygulanmasıyla elde edilmektedir. Genelde benzinle harmanlanıp kullanılmakta olan biyoetanol, benzinin daha verimli ve temiz şekilde yanması hususunda yardımcıdır. Ayrıca son dönemlerde motorin ile de harmanlanabilmektedir. Renksiz ve yanıcı bir gaz olan biyogazın temel bileşenleri metan ve karbondioksittir. Bir biyogaz üretim tesisi ekonomik açıdan fazla maliyetli olmayıp, ilk yatırım maliyeti kısa zamanda karşılanabilmektedir. Biyogaz üretimi yapan sistemler enerji, ısı ve elektrik enerjisi haricinde organik gübre de üretmektedir. Bununla birlikte biyogaz yakma, ısıtma ve ısıtmanın yanı sıra motor yakıtı olarak da kullanılmaktadır (Çokadar ve Yıldırım, 2021).

Biyokütle kaynaklarından biyoyakıt temin etmek maksadıyla günümüz koşullarında biyo-kimyasal ve termo-kimyasal dönüşüm süreçlerinden faydalanılmaktadır. Geleneksel biyokütle kaynakları daha ziyade az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde düşük verimli şekilde yemek pişirme, ısıtma, aydınlatma gibi alanlarda kullanılmaktayken; modern biyokütle ürünlerinin kullanım alanlarıysa temelde, biyoetanol, biyodizel vb. ulaşımda faydalanılan sıvı yakıtların üretilmesi, organik atıkların oksijenle ya da oksijensiz şekilde yakılmasıyla enerji üretimi şeklinde iki kategori çerçevesinde değerlendirilmektedir (Deloitte, 2014: 5). Biyokütlenin başlıca kullanım alanları; yem ve gıda, yakıt, hammadde, elyaf, lif ve gübre olarak

sıralanabilir. Ayrıca tuğla ile kiremit yapılmasında, metal ve gıda işleme sürecinde, dokuma sanayisinde, restoran vb. pek çok kurumda, evlerde biyokütleden istifade edilmektedir.

Günümüz koşullarında nüfusun hızlıca artması, şehirleşme ve çevre sorunlarından ötürü biyokütleyle olan talep artış gösterme eğilimindedir. Katı biyokütleler vasıtasıyla elektrik üretimi bilhassa odun yongaları ve peletleriyle tarım ve orman atıklarına dayalıdır. ABD, İsveç ve Finlandiya başta olmak üzere pek çok ülke tarafından çokça kullanılmakta olan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır (Bayraç ve Özarslan, 2018).

Biyokütle kaynakları özünde insanoğlunun varlığının başladığı ilk dönemlerden bu yana enerji üretiminde kullanılmaktadır. N. A. Otto tarafından 1897 senesinde motor tasarımına ilişkin çalışmalarda alkolden istifade edilirken, seri otomobil üretimi gerçekleştiren Henry Ford ise, kenevirden alkol üretilip bunu yakıt şeklinde kullanmayı planlamıştır. Alman Rudolf Diesel ise 1900'lerin başlarında yer fıstığı gibi bitkisel yağlardan yakıt üretme fikrini ortaya atmış, ancak o dönemde petrol sıkıntısız durumda olduğu için, Diesel'in fikri pek fazla önemsenmemiştir. Diesel tarafından 1913 senesinde icat edilen motor ise "dizel motor" şeklinde isimlendirilirken, bu motor üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde dizel motor petrolle de çalışabilecek hale getirilmiştir. 1930'larda yakma tekniğinin kullanıldığı biyokütle santralleri, II. Dünya Savaşı sonrası dönemde biyokütleden yakıt şeklinde faydalanılmasına ilişkin tesisler kurulmaya başlanmıştır. 1955 sonrasında petrolün üretimindeki artış ve petrol fiyatlarının düşmesi neticesinde ise biyokütle enerjisine ilişkin çalışmaların yavaşladığı görülmüştür (Karaosmanoğlu, 2006: 117). 1970'lerdeki petrol krizleri sonrasında, enerji talebinin artması, fosil yakıtlardaki sınırlılık ve fiyat artışı, devlet destekleri gibi nedenlerle biyokütle kaynaklarıyla ilgili araştırma ve yatırım çalışmaları tekrardan gündeme gelirken, modern anlamda biyokütle enerjisinin üretilmesi amacıyla biyokütle enerjisi santralleri kurulmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda ilk biyodizel üretimi 1988 senesinde gerçekleşirken, endüstriyel ölçekte ilk biyodizel üretimi ise Avusturya'da başlamıştır (Karaosmanoğlu, 2006: 118).

Sürdürülebilir çevre bağlamında biyokütle enerjisi oldukça temiz bir enerji kaynağı olup, biyokütlenin içindeki karbonun yakılmasının neticesinde karbondioksit salınımı ortaya çıkmamaktadır. Yanı sıra biyokütlenin kanserojen madde ve kükürt içermemesinden dolayı insan sağlığı için oldukça düşük düzeyde negatif tesiri mevcuttur. Biyokütle enerjisi; çevre kirliliğinin azalması, karbondioksit salınımının düşürülmesi suretiyle iklim değişikliklerinin minimum düzeye indirilmesi, sağlık harcamalarının azalması ve biyoçeşitliliğin artması bağlamında pozitif etkileri bulunmaktadır.

Biyokütle enerjisi, atıklar vasıtasıyla temin edilmekte olan bir enerji türü olduğundan, atıkların çevreye verebileceği potansiyel olumsuz etkileri bertaraf etmektedir. Biyokütle santrallerinde başlangıç yatırım maliyeti yüksek olmakla birlikte, üretim saati su, rüzgâr ve güneşe kıyasla daha fazladır. Nitekim biyokütle yakıtının mevcut olması halinde biyokütle santrallerinde devamlı şekilde yüksek kapasitede üretim gerçekleştirilebilmektedir (Deloitte, 2014: 20).

Biyokütle enerjisinin tüm bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Biyokütle enerjisinin temel hammaddesi konumunda bulunan bitkilerin yetiştirilmesi, oldukça büyük bitki ekim sahalarının kullanılmasını zorunlu duruma getirmektedir. Lakin bu bitkilerin yetiştirilmesi halinde başka tahılların üretim miktarı düşecek ve gıda ürünlerinin fiyatı yükselecektir (Duygu, 2009: 24).

2.3.2.4. Hidrojen Enerjisi

Rengi olmayan, kokusu olmayan, şeffaf ve zehirsiz olan bir element niteliğindeki hidrojen, ayrıca doğada bulunan en hafif kimyasal element konumundadır. Doğada yalnız başına bulunmayan bir enerji kaynağı özelliğindeki hidrojen; su, fosil yakıtlar, biyokütle vb. muhtelif hammaddelerin ayrıştırılmasıyla elde edilmekte olan sentetik bir yakıttır (Dinçer, 2002: 265). Yüksek reaktivite oranından ötürü doğada genelde başka elementlere bileşik yapan hidrojenin açığa çıkarılıp, bu vesileyle enerji üretilmesi amacıyla kullanılması hususunda bazı dönüşüm süreçleri gerekli olmaktadır (Açıkgöz, 2009: 34).

Hidrojenden elektrik enerjisinin üretilmesi noktasında 1838 senesinde Alman Christian Friedrich Schönbein tarafından yakıt hücrelerinin çalışma prensibi ortaya atılırken, bu doğrultuda 1839 senesinde William Robert Grove hidrojenle çalışan ilk

yakıt pilini bulmuştur. Sonrasında enerji talebinin artmaya başlamasıyla yakıt pilinin verimliliğinin artırılmasına ilişkin çalışmalar hız kazanmıştır (Çetinkaya ve Karaosmanoğlu, 2003: 19).

1783 senesinde hidrojenin kaldırma gücünden istifade eden Fransızlar, hidrojen sayesinde balonların havalanmasını sağlamış, Almanlar ise hidrojen sayesinde zeplinleri hareket ettirmeyi başarmıştır. 1930’larda Alman Rudolf Erren hidrojen ateşlemeli motor geliştirmiş ve hidrojeni yakıt olarak kullanmıştır. Bu proje çeşitli devletlerce desteklense de, II. Dünya Savaşı’ndan dolayı Erren’in çalışmaları sekteye uğramıştır (Montgomery, 2014: 289-290). Hidrojen enerjisinden günümüz koşullarında alevli ve katalitik yanma, doğrudan buhar üretimi, hidridleşmeyle kimyasal dönüşüm, yakıt hücreleriyle elektrik üretiminde bir yakıt olarak faydalanılmaktadır.

Hidrojen, doğada kolayca ve çokça bulunması mümkün olan, oldukça temiz ve verimli bir enerji kaynağı niteliğindedir. Bilinen bütün yakıtların içerisinde birim kütle başına en fazla enerji içeriğine sahip kaynak niteliğindeki hidrojenin yanma ısısı son derece yüksek olup, zehirli bir etkisi ise bulunmamaktadır. Petrol türevi yakıtlara nazaran enerji verimliliği 1,33 kat yüksektir (Erdener vd., 2013: 24).

Hidrojen enerjisinin en düşük maliyetli üretimi fosil kaynaklar vasıtasıyla olduğundan, hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Hidrojen enerjisi teknolojisinin gelişmesindeki önem arz eden engellerden birisi, depolama ve taşıma esnasında yaşanan problemlerdir. Hidrojen enerjisinin gaz halinde depolanması yalnızca oda sıcaklığında bulunan yüksek basınçta dayanıklı tanklarla yapılabilmektedir. Bu tip tankların maliyeti son derece yüksektir ve kendi ağırlıklarının yalnızca %10’u-12’si kadar hidrojeni depolayabilmektedir (Erdener vd., 2013: 40).

2.3.2.5. Güneş Enerjisi

Nükleer yakıt haricindeki tüm yakıtların temel kaynağı güneş olup, dünyaya ve diğer gezegenlere güneş tarafından enerji verilmektedir. Bu sebeple güneşin sonsuz denilebilecek bir güce sahip olduğundan bahsedilebilir. Güneşte füzyon reaksiyonları gerçekleştiğinden, ortaya çıkan kütle farkı da ısı enerjisine dönüşür. Bu dönüşen

enerji ise uzaya yayılmaktadır. Güneşte ortaya çıkan enerjinin oldukça az bir bölümü dünyaya ulaşmaktadır.

Dünyadaki canlıların yaşamlarının devamı hususunda vazgeçilmez bir öneme haiz olan güneşin dünyaya uzaklığı hemen hemen 150 milyon km. olup, dünyanın güneş etrafındaki yörüngesi ekliptik vaziyette olduğundan güneşten dünyaya gelen enerji sürekli olarak değişmektedir. Bu bağlamda genel olarak güneşten dünyaya gelmekte olan ışınların %50'si yeryüzüne ulaşabilmekteyken, %30'luk kısım geri yansımaya ortadan kaybolmakta, %20'lik kısım ise atmosfer ve bulutlarca tutulmaktadır. Güneş tarafından sağlanmakta olan ışıınım enerjisi, yeryüzü ile atmosferdeki fiziksel oluşumları belirleyici ana enerji kaynağı niteliğindedir. Dünyamızdaki tüm madde ve enerji akışı, direkt ya da dolaylı şekilde güneş enerjisinin aracılığıyla olanaklıdır. Bu çerçevede güneş enerjisi serbest mal niteliğinde olmasının yanı sıra sürekli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı özelliğine sahiptir. Güneşin içerisinde kesintisiz biçimde hidrojen atomlarının helyum atomlarına dönüşmekte olduğu füzyon tepkimeleri yaşanmakta ve böylelikle ortaya çıkan kütle farkı da ısı enerjisine dönüşüp uzay boşluğuna yayılmaktadır. Ancak aradaki mesafenin yanında atmosferde bulunan karbondioksit, ozon ve su buharı sayesinde güneşin yaydığı ısı enerjisinin son derece küçük bir kısmı dünya yüzeyine ulaşabilmektedir. Lakin bu küçük enerji dahi dünyada tüketilmekte olan enerjinin binlerce katı kadardır (Oğulata ve Oğulata, 2002: 1556).

Güneş enerjisine dayalı olarak kurulan sistemler, güneş ışığı vasıtasıyla ısı ve elektriğin üretiminde kullanılmaktadır. Güneş enerjisi sistemleri temelde ısı güneş teknolojileri ile fotovoltaiik sistemler (güneş pilleri) şeklinde ikiye ayrılmaktadır (Çakar vd., 2009: 239). Isıl güneş sistemlerinde öncelikli olarak güneş enerjisi vasıtasıyla ısı temin edilmektedir. Bu ısıdan doğrudan şekilde faydalanılabileceği gibi, elektrik üretimi maksadıyla da istifade edilebilmektedir (Sevim, 2015: 217).

Güneş enerjisinden faydalanmak üzere gerçekleştirilen çalışmalar, oldukça eski dönemlere değin dayanmaktadır (Akova, 2003: 57). Modern dünyada ise güneş enerjisinden 18. ve 19. yüzyıllar içerisinde faydalanılmaya başlanmıştır.

Sanayi Devrimi sürecinde Fransız Auguste Mouchout, 1860 senesinde kömüre alternatif enerji kaynakları hakkında çalışmalar yaparken, güneş enerjisiyle suyun ısınmasını sağlayan bir türbin sistemi geliştirmiştir. Güneş enerjisinden ticari

maksatla faydalanmaya ilişkin çalışmalarsa ABD’de başlamış olup, Aubrey Eneas tarafınca 1900 senesinde ilk güneş enerjisi işletmesi kurulmuştur. Albert Einstein tarafınca 1905 senesinde fotoelektrik etkiye ilişkin yazılan makale ise 1921 senesinde Nobel Fizik Ödülü’nü kazanırken, bu çalışma güneş enerjisi konusunda oldukça önemli bir dönüm noktası olmuştur. 1914 senesin sonrasında güneş enerjisine ilişkin çalışmalar yaklaşık 50 sene duraklamış, 1970’lerdeki petrol krizleri neticesinde ise yenilenebilir enerjinin yeniden gündeme gelmeye başlamasıyla güneş enerjisinden faydalanmaya verilen önem de artış göstermiştir. Böylelikle güneş enerjisine ilişkin sistemlerin geliştirilmesi, buna ilişkin maliyetlerin azaltılması ve enerji verimliliğinin yükselmesi hususunda çalışmalara hız verilmiştir. Bu doğrultuda ABD’nin Los Angeles eyaletinde 1984 senesinde parabolik aynalı sistem kurulurken, 1990’larda ise Kaliforniya’da ve Ürdün’de güneş kuleleri yapılmıştır.

Yaşamın tüm alanlarında güneşin yararlarından istifade etmek olanaklıdır. Zira güneş, dünyada gerçekleşen enerji döngüsünün en temel ve vazgeçilmez unsuru niteliğindedir. Güneş enerjisinden; tarımsal teknolojilerde, endüstride, sinyalizasyon sistemlerinde, otomasyon sistemlerinde, ulaşım ve iletişim araçlarında, aydınlatmada, elektrik enerjisinin üretilmesinde faydalanılmaktadır. Ayrıca binalarda ısıtma, soğutma, sıcak su temin etme, elektrik üretimi hususunda güneş enerjisine başvurulduğu görülmektedir. Yanı sıra uydularda, hesap makinalarında, saatlerde, meteoroloji istasyonlarında, sokak lambaları ile trafik lambalarında, tarımsal sulamada ve kırsal alanda enerji talebini karşılamak üzere yaygın şekilde güneş enerjisinden yararlanılmaktadır (Çolak vd., 2008: 40).

Güneş enerjisinin en büyük avantajı, yenilenebilir ve sınırsız bir enerji kaynağı olmasıdır. Güneş enerjisiyle elektrik üretilmesine ilişkin maliyetler teknolojik alanda yaşanan ilerlemeler sayesinde gün geçtikçe düşmektedir. Bu hususta artık yerleşim yerlerinde ve binalarda da güneş enerjisi teknolojilerinden istifade edilebilmektedir. Böylelikle bireyler dahi güneş enerjisi sayesinde ısıtma, soğutma ve elektrik üretimi sağlayabilmektedir (Akova, 2008: 33). Güneş enerjisiyle çalışmakta olan sistemler ortaya çıkan gereksinimler bağlamında kolayca taşınabilmektedir. Elektrik şebeke hattının kurulmasına ilişkin maliyetin oldukça yüksek olduğu yerlerde güneş enerji sistemleriyle enerji gereksinimi karşılanabilmektedir. Güneş enerjisinde yakıt maliyeti bulunmaması, işletme maliyetinin düşük düzeyde olması, doğaya zararlı bir

tesiri olmaması, atık problemi olmaması, her türdeki arazi yapısında güneşten faydalanılabilmesi, tükenmeyen ve kendini yenileyebilen bir özellikte olması güneş enerjisinin temel faydalarını teşkil etmektedir.

Güneş enerjisinin yukarıda bahsedilen avantajlarının tanında birtakım dezavantajları da vardır. Güneş pilleri teknolojileri her geçen gün gelişim göstermesine karşın, ilk yatırım maliyeti hala oldukça yüksektir (Sevim, 2015: 218). Güneş enerjisinin yatırım maliyeti yüksek olup, iklimden ve coğrafi şartlardan etkilenebilmektedir. Güneş ışınları dağınık olduğundan, bu ışınları toplamak üzere geniş yüzeyler gerekmektedir. Yanı sıra hava bulutlu olduğundan veya gece vaktinde güneş enerjisi vasıtasıyla gerekli ve yeterli düzeyde elektrik üretilmemektedir. Bu durumda gündüz vakti üretilen enerjinin depolanması ihtiyacı ortaya çıkmakta olup, bu hususta akümülatörlerle depolama yapılabilse de bu akümülatörlerin maliyeti de oldukça yüksektir (Akova, 2008: 33).

2.3.2.6. Dalga Enerjisi

Dalgalar, karalarla suların farklı ısınmaları doğrultusunda ortaya çıkan rüzgârların deniz üzerinde esmesi ile meydana gelir. Dalgaların yinelenmesi ortalama 2-8 saniye içerisinde olmaktadır. Dalga enerjisi rüzgârla elde edildiğinden özünde dolaylı bir güneş enerjisi türü olarak ifade edilebilir (Falcao, 2010: 900). Dalga enerjisi, güneş enerjisinin konsantre bir biçimidir. Güneş, dünyada sıcaklık farklılıkların oluşmasına neden olmakta, böylelikle okyanusları aşmakta olan rüzgârlar ortaya çıkmaktadır. Denizin yüzeyinde meydana gelen rüzgârlar da dalgaları yaratarak dalga enerjisinin oluşmasını sağlamaktadır. Dalgalar neredeyse hiç enerji kaybı olmadan bin kilometre ilerleyebilmektedir. Dalgalarda kinetik ve potansiyel enerji beraber şekilde bulunmaktadır (Cruz, 2008: 1).

Dalgadan enerji üretilmesine ilişkin ilk çalışmalar, 1892 senesinde Stahl tarafından yapılmış olup, dalgadan enerji üretmeye ilişkin sistemler denizin yüzeyinde ya da yüzeye yakın yerlerde oluşturulmaktadır. Zira dalganın yüksekliği, dalga hareketi ve su yoğunluğu doğrultusunda dalgadan sağlanabilecek olan enerji miktarı değişmektedir. Dalganın boyu yükseldiği sürece dalgadan üretilebilecek olan enerji miktarı da artmaktadır. Rüzgârdan dolayı ortaya çıkan dalgalar; denizaltı depremler, deniz araçları, güneş çekimi vb. dışsal etkilere kıyasla daha çok enerji ürettiğinden,

dalga enerjisinden faydalanılması noktasında çoğunlukla rüzgâr etkisinin kullanıldığından bahsedilebilir.

Dalga enerjisini yakalayarak elektrik enerjisi elde etmek üzere dalga enerjisi dönüştürücülerinden faydalanılmaktadır. Bu maksatla kıyı şeridi, kıyıya yakın ve kıyıdan uzak yörelerden enerji temin edilmesi amacıyla 3 farklı teknik uygulama olduğundan bahsedilebilir. Kıyı şeridi tekniğinde, kıyıda sabit veya gömülü şekilde enerji üretim yapıları mevcut bulunduğundan, derin su bağlantılarıyla karmaşık yapılara gereklilik yoktur. Kıyıya yakın uygulama tekniğinde 10-25 m arası derinlikten enerji üretilmekteyken, kıyıdan uzak bölgelerdeki uygulama tekniğinde ise 40 m'den daha derindeki sulardan enerji üretildiğinden, bu teknik daha uzun ve karmaşık bir yapıyı gerektirir.

2.4. Fosil Kökenli Kaynaklardan Yenilenebilir Kaynaklara Geçiş

Devamlı şekilde insanlarca kullanılmakta olan yenilenemeyen (fosil) kaynaklar geçtiğimiz iki yüzyıl içerisinde, üretime yönelik teknolojilerin gelişim göstermesi ve oldukça pahalı olmamasından ötürü yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla kullanım alanı bulmuştur ve yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla üstünlük elde etmiştir. Global ölçüde gerçekleştirilen üretim ve bu üretimin dağıtılması konusunda petrolle kömür egemenliğine bağlanmış olan enerji çağı, 1973 senesinde ortaya çıkan petrol krizine değin problem olmaksızın süregelmiştir. Gerçekleşen petrol krizinin hemen sonrasında ise enerji kaynakları ilk defa güvensizlik ortamının içerisinde yerini almıştır. Bu güvensizlik ortamından dolayı ise, hemen hemen bütün dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin ılımlı ve pozitif bir durum ortaya çıkmıştır.

Yetersiz düzeydeki enerji kaynakları bir ülkenin kalkınmasını sosyal, iktisadi ve çevresel bakımdan etkilemekteyken, buna ilave olarak toplumdaki bireylerin yaşam kalitelerine de ciddi şekilde etki etmektedir. Buna ek olarak, tarımsal ve endüstriyel üretimdeki artış, etkin bir ulaşım ağının kurulması, yeterli barınma ihtiyaçlarının karşılanması, sağlık hizmetleri ve diğer insani hizmetlerdeki gelişmeler, yaşam standartlarının yükselmesine yol açmaktadır. Tüm bu faktörler, insanoğlunun enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Yaşanan çevresel problemler ile enerjinin arz güvenliğine ilişkin sorunlar ve fosil (yenilenemeyen) enerji kaynaklarının

geleceğinin belirsiz olması, bu yenilenemeyen enerji kaynaklarına bir alternatif arama gereksinimini ortaya çıkarmaktadır (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579).

1980'lerin ortalarında petrol fiyatları düşüş sürecine girerken, 1973 krizi sonrası ortaya çıkan durumdan ötürü enerjiye ilişkin güvenlik ve güvensizlik sorunları tamamen kalıcı bir hale gelmeye başlamıştır. Bu doğrultuda, enerji çeşitlendirmesi konusu gündeme gelerek vazgeçilmez bir hale almıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dünya gündeminde önemli bir konum getiren bir diğer sebep; petrol, kömür, doğalgaz vb. yenilenemeyen enerji kaynaklarının gelecek yıllarda tükeneceğine ilişkin varsayımlardır. Yenilenemeyen kaynaklar günümüz koşullarında son derece yoğun biçimde tüketilmekte olup, bir gün tükenecekleri açık şekilde görülmektedir (Akova, 2008: 17).

Gerek gelişmiş ekonomilerde gerekse de gelişmekte olan ekonomilerde enerji kullanılması konusunda yaşanan hızlı artışlar ve göreceli şekilde zengin olup refah içerisinde yaşanan ülkelerdeki atık sorunları, temelde iki önem arz eden endişeyi beraberinde getirmektedir. Bu problemler; kolayca ulaşılabilen petrol, doğalgaz, kömür vb. enerji kaynaklarının azalmakta olması ile metan, karbondioksit vb. sera gazı emisyonuna sebebiyet veren gazların yol açtığı global ısınma ve iklim değişikliği şeklindedir. Global bakımdan yaşanmakta olan bu sorunlar, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılmasını daha uygun ve önemli duruma getirmektedir (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578).

Yenilenebilir enerji kaynakları, insanoğlunun hayat standardını yükseltebilme potansiyeline sahip durumdadır. Bu kaynaklara geçilmesiyle birlikte, çevreye ve doğaya zarar veren sera gazlarının emisyonları oldukça düşük düzeylere ineceği gibi, petrol, kömür ve doğalgaz gibi rezervlere ilişkin arz güvenliği problemi de bertaraf edilmiş olacaktır. Böylelikle, enerji konusunda ülkelerin dışa bağımlılık düzeyleri de düşüşe geçecektir. Çevresel problemlerin en düşük düzeye indirilebilmesi amacıyla yaşama geçirilmiş olan “karbon emisyonu ticareti” sayesinde yeni yenilenebilir enerji üretimine ilişkin yatırımlarda bulunmaktadır. Bu bağlamda, iktisadi gelişme ve büyüme çerçevesinde pozitif bir tesir ortaya çıkmaktadır (Jones, 2008: 86).

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının neticesinde dünyada son dönemlerde iklim değışiklikleri gerçekleşmekte, bu enerji kaynaklarından salınan sera gazları global ısınmaya neden olmakta, nükleer enerji devletlere iktisadi, sosyal ve çevresel açıdan oldukça yüksek maliyetler yüklemektedir. Bu yüzden devletler yenilebilir, yerli ve kendi öz kaynaklarına yönelmeye başlamakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin biçimde kullanmanın önemi ve değeri de artış göstermektedir. Bilhassa teknolojik gelişmelerin neticesinde ortaya çıkan yeni gereksinimlerden ötürü ülkeler, daha kullanılabilir özellikteki ve ömürdeki enerji kaynaklarına, enerji üretimine ilişkin bilimsel çalışmalara, kullanışlı ve seçenekli kaynaklara yönelme eğilimi içine girmiştir. Doğanın dengenin korunabilmesi ve sürdürülebilirliğin muhafaza edilmesi hususunda yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarından faydalanılması ve bu kaynakların işlenmesinin değeri günden güne artmaktadır.

2.5. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları ve Dezavantajları

Yenilenemeyen enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin teknolojiler genellikle sermaye yoğun ve daha fazla emek gücünü gerektiren süreçlerden meydana gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde üretimi yapılan elektrik birimi başına düşmekte olan ortalama işgücü, yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla daha fazladır. Yanı sıra, pek çok çalışma yenilenebilir enerji teknolojilerini iktisadi kalkınma ve büyümeye ek katkısı ve yeni iş fırsatları sağlamasından ötürü daha ön plandadır. Bununla birlikte, ulusal büyüme stratejileriyle uyumlu şekilde iş alanı kazandırması ve uzun vadeli pozitif tesirlere sahip olması da yenilenebilir enerji teknolojilerine daha fazla vurgu yapılmasına neden olmaktadır (Valodka ve Valodkiene, 2015: 125-126).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları temelde şu şekilde ifade edilebilir (Chiras, 2006: 31):

- Yapısı gereğince yenilenebilir enerji kaynakları, tükenmez kaynaklardır. Bir kez kullanılması halinde, yeniden kullanılması olanaklıdır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları, temiz enerji üretir. Bu kaynaklar çevreyi kirlilemez ve iklim değışikliğine yol açacak etkilere sahip değildir.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili kurulan tesislerinin, yenilenemeyen enerji kaynaklarıyla ilgili üretim tesislerine kıyasla daha az bakım gerekliliği vardır.
- Yenilenebilir enerji, kullanıma elverişli ve doğal kaynaklar vasıtasıyla elde edilmektedir. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim maliyeti daha düşüktür.
- Birkaç istisnası haricinde yenilenebilir enerji yakıtları bedelsizdir.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir kısmı merkezileşmemiş olup, çoğunlukla ufak firmalar tarafından kontrol edilmektedir ve sabotaj vb. tehlikelerden uzaktır.
- Yenilenebilir enerjinin üretilmesi hususunda gereken teknoloji günümüz koşullarında mevcuttur ve yeni gelişmeler doğrultusunda maliyetler azaltılabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının yapıları gereğince ortaya çıkan birtakım olumsuz etkiler ve pazar şartlarında karşılaşılan bazı engeller vardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyel olumsuz etkileri şöyledir (Yapar, 2020: 19-20):

- Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarından, yenilenemeyen enerji kaynaklarındaki kadar büyük miktarda enerjinin üretilmesi son derece güçtür. Bu doğrultuda ya kullanılmakta olan enerji miktarının azaltılması veya daha fazla enerji üretim tesisinin kurulması gereklidir.
- Yenilenebilir enerji kaynakları, coğrafi şartlara bağlı olan enerji kaynakları niteliğindedir. Dolayısıyla, genelde hava şartlarına güvenilmesini gerektirmektedir. Örneğin, hidroelektrik santralleri yağmura gereksinim duymaktadır. Zira yağışlar, elektriğin üretilmesi hususunda gereken akan suyun tedariki sayesinde barajların dolmasını sağlamaktadır. Yanı sıra, rüzgâr türbinlerinin kanatlarının dönebilmesi hususunda rüzgâra gereksinim vardır. Güneş panellerinin ısı ve elektrik üretebilmesi açısından açık havaya ve güneş ışığına ihtiyaç vardır. Bu şartların ve kaynakların elverişli olmaması halinde, enerjinin üretilmesi olanaklı değildir. Bu yüzden, yenilenebilir

enerji kaynakları öngörülemez niteliktedir istikrarsız şekilde değerlendirilmektedir.

- Günümüz şartlarında yenilenebilir enerji teknolojileri, yenilenemeyen kaynaklardan enerji üreten tesislere kıyasla daha maliyetli ve pahalıdır. Yenilenebilir enerji yatırımları miktarı bakımından son derece yüksek fonlara gereksinim duymaktadır.

Yenilenebilir enerji sistemlerinin gelişmesinin önünde birtakım pazar engelleri ve yetersizlikler mevcuttur. Yenilenebilir enerjinin gelişmesini sekteye uğratan bu engeller şöyle izah edilebilir (Valodka ve Valodkiene, 2015: 124):

- Yeni teknolojilerle geleneksel teknoloji düzeyi arasında bulunan, rekabetin getirmiş olduğu ticari engeller,
- Yenilenebilir enerji sistemleriyle teknolojilerine ilişkin sübvansiyonlar ve eşit olmayan vergi yükü nedeniyle ortaya çıkan fiyat bozulmaları,
- Yenilenebilir enerji sistemlerinin sahip olduğu kamusal fayda nedeniyle ortaya çıkan pazar aksaklıkları,
- Pazardaki engeller, yetersiz bilgi seviyesi, sermayeye erişimdeki kısıtlamalar, kurumsal engeller.

3. DÜNYADA ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ

3.1. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Mevcut Durumu ve Kullanımı

İnsanlar yaşamlarını sürdürmek, kolay hale getirmek ve refah düzeylerini yükseltmek maksadıyla enerjiye gereksinim duymaktadırlar. Bu doğrultuda insanlar gerekli enerji hususunda kaynak oluşturmak üzere zaman içerisinde çözüm odaklı çeşitli girişimlerde bulunmuş ve çalışmalar yapmıştır (Adaçay, 2014). Bu çerçevede ortaya çıkan enerji kaynaklarından birisi yenilenebilir enerji kaynakları olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi günden güne artış göstermektedir. Nitekim

doğada kendiliğinden mevcut bulunan bu kaynakların kullanılmasından sağlanan enerji, günümüzde çözüm odaklı enerji ihtiyacı arayışının başrolünde yer almaktadır.

Enerji pazarında son yıllarda devamlı şekilde artan maliyetler doğrultusunda, bir alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının çözüm getirebileceği uzmanlar tarafından öngörülüyor olsa da özünde yapılması gerekli olan gelişen teknolojiyle temiz/yeşil enerji kaynaklarının bütünleştirilerek daha ekonomik duruma getirilmesidir. Günümüzde enerji ihtiyacının sürekli olarak artmasından ötürü, ülkeler yeşil ve temiz enerji arayışına yönelmiştir. Ülkelerin bu enerji kaynaklarını kullanma payları farklılık gösterse de dünyadaki bütün ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla istifade etmek üzere son dönemlerde ciddi şekilde çalışmalar yaptıkları söylenebilir. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji için yapılan yatırım oranı 2014 senesinde %20 seviyesinde iken, 2016 senesinde %22'ye çıkmıştır ve 2020 senesinde de %26 düzeyine çıkacağı öngörülmüştür.

Tablo 1'de, 2021 senesinde yenilenebilir enerji üretiminde başı çeken ülkeler sıralanmıştır. Yine listeye göre, Çin ve ABD'nin pek çok alanda başı çektiği ve yenilenebilir enerjiye geçişte lider ülkeler olduğu görülmektedir. Tablo 2'de, 2023 senesinde yenilenebilir enerji kapasitesinde başı çeken ülkeler sıralanmıştır.

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bağlamında En Çok Enerji Üretimi Yapan Ülkeler (2021)

Yenilenebilir Enerji Türü	1	2	3	4	5
Biyoenerji	Çin	ABD	Brezilya	Almanya	Birleşik Krallık
Hidroenerji	Çin	Kanada	Brezilya	ABD	Rusya
Güneş Enerjisi	Çin	ABD	Japonya	Hindistan	Almanya
Rüzgâr Enerjisi	Çin	ABD	Almanya	Brezilya	Birleşik Krallık
Tüm Yenilenebilir Enerji Kaynakları Toplamı	Çin	ABD	Brezilya	Kanada	Hindistan

Kaynak: IRENA2021

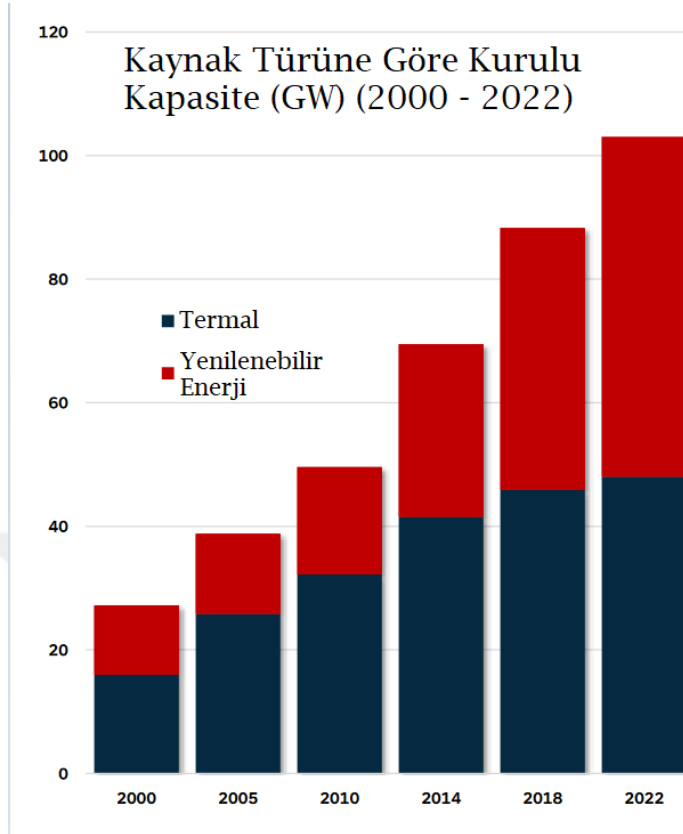
Tablo 2: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bağlamında En Çok Enerji Kapasitesine Sahip Olan Ülkeler (2023)

Yenilenebilir Enerji Kapasitesi	1	2	3	4	5
Tüm Yenilenebilir Enerji Kaynakları Toplamı	Çin	ABD	Brezilya	Hindistan	Almanya

Kaynak: IRENA2023

Tablo 3'te Türkiye'nin 2000-2022 yılları arasındaki yenilenebilir enerji kapasitesinin artışı verilmiştir.

Tablo 3: Kaynak Türüne Göre Kurulu Kapasite – Türkiye



Kaynak: TCCB –Yatırım Ofisi 2022

3.1.1. Hidroelektrik Enerji

Son derece büyük bir potansiyele sahip olan hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen bir yenilenebilir enerji kaynağıdır ve genellikle büyük nehirler aracılığıyla üretilir. Bilhassa gelişmekte olan ülkelerle gelişmiş ülkelerin enerji gereksinimlerinde hidroelektrik enerjiden yararlanılmaktadır. 20. yüzyıl boyunca dünya genelinde nehirler üzerinde inşa edilmiş olan barajların sayısı 46.000 dolaylarındadır. Bununla birlikte günümüz koşullarında da baraj inşaatlarına devam edildiğinden bahsedilebilir (Yılmaz, 2018: 43-44).

Yağışlar vasıtasıyla okyanuslara, denizlere ve göllere ulaşmakta olan suyun miktarı yaklaşık 117.000 km³'tür. Lakin kullanılabilmesi mümkün durumdaki su miktarı sadece 8.000 km³'tür. Türkiye Çevre Vakfı tarafından 2014 senesinde hazırlanmış olan rapor çerçevesinde, Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli brüt 40.000

TW/yıl şeklindedir. Bu potansiyelin 8.000 TW/yıl'lık kısmı senelik şekilde kullanılabilir durumdadır.

2020 yılında hidroelektrik enerji, küresel elektrik üretiminin %17'sini karşılayarak kömür ve doğal gazdan sonra üçüncü büyük kaynak olmuştur. Son 20 yılda hidroelektrik enerjiin toplam kapasitesi küresel olarak %70 artmıştır ancak toplam üretimdeki payı rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, kömür ve doğal gazın büyümesi nedeniyle stabil devam etmiştir. Günümüzde hidroelektrik enerjisinin elektrik üretimine katkısı nükleerden %55 daha fazla ve rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, biyoenerji dahil olmak üzere diğer tüm yenilenebilir kaynakların toplamından daha büyüktür. Hidroelektrik enerjisi, toplam nüfusu 800 milyonu aşan 28 gelişmekte olan ve yükselen ekonomideki elektrik talebinin çoğunu karşılamaktadır. Hidroelektrik santralleri ayrıca genel olarak ülkedeki elektrik sistemlerinin esnekliğine ve güvenliğine de önemli katkıda bulunmaktadır. 2021 yılı itibarıyla küresel olarak, hidroelektrik'in ekonomik olarak uygulanabilir potansiyelinin yaklaşık yarısı kullanılmamış durumdadır.

2021-2030 seneleri arasında hidroelektrik enerjinin gücünün birinci olarak Hindistan'da 27 GW, ikinci olarak Türkiye'de 9 GW ve Etiyopya'da 7GW, Pakistan'da 6 GW, Endonezya'da 6 GW miktarında artacağını ve bu ülkelerin hidroelektrik enerjisindeki artışta başı çekeceği öngörülmektedir. (IEA)

3.1.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinden düşük derece sıcaklık, orta derece sıcaklık ve yüksek derece sıcaklık olmak üzere üç farklı sıcaklık derecesinde faydalanılmaktadır. Düşük sıcaklık 1000°C altındaki uygulamalarda, orta sıcaklık 1000°C ile 3500°C arasındaki uygulamalarda, yüksek sıcaklık 3500°C ve üzeri uygulamalarda kullanılmaktadır. Düşük derece sıcaklık uygulamalarından genellikle bina ısıtmada, su arıtmada, seracılıkta faydalanılmaktadır. Orta derece sıcaklık uygulamalardan binaların ısıtılması ve soğutulmasında, su pompasını çalıştırmada istifade edilmektedir. Yüksek derece sıcaklık uygulamalarından elektrik üretilmesinde, güneş fırınlarında yararlanılmaktadır. Genel olarak güneş enerjisini en çok kullanmakta olan ülkelere bakıldığında; ABD, Fransa, Almanya, Japonya ve İspanya'nın ön planda olduğu görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları yatırımlarında en yüksek pay güneş enerjisindedir. Almanya ile AB'den pek çok firma trilyon dolara yakın proje bütçesiyle Avrupa kıtasına güneş enerjisini getirmek üzere çaba sarf etmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan “Desertec Projesi” vasıtasıyla Sahra çölüne kurulacak güneş enerjisi santraliyle Avrupa kıtasının 2050 yılına değin %15 düzeyindeki enerji ihtiyacının karşılanması amaçlanmıştır (Çanka Kılıç, 2015).

Tablo 4'te 2016 senesinde güneş enerjisi kapasitesinde ilk 10 sıradaki ülkelere yer verilmiştir. Buna göre 77,4 GW'lık kapasite ile Çin ilk sırada, 42,38 GW'lık kapasite ile Japonya ikinci sırada, 41,3 GW'lık kapasite ile Almanya üçüncü sırada, 40,9 GW'lık kapasite ile ABD dördüncü sıradadır. Dünya güneş enerjisi kapasite toplamı ise 2015 yılında 228 GE olarak tespit edilirken, 2016 senesinde 303 GW olarak belirlenmiştir.

Tablo 4: Güneş Enerjisi Kapasitesinde İlk 10 Ülke

Ülke	2015 (GW)	2016 (GW)
Çin	43,5	77,4
Japonya	34,2	42,38
Almanya	39,8	41,3
ABD	26,2	40,9
İtalya	18,9	19,3
Birleşik Krallık	9,7	11,7
Hindistan	5,1	9,1
Fransa	6,6	5,8
Avustralya	4,9	5,5
İspanya	5,4	3
Dünya Toplamı	228	303

Kaynak: Global Solar Atlas.

3.1.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi global açıdan hızlıca gelişmekte olan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. 2017 ile 2022 seneleri arası dönemde rüzgâr enerjisinde %80'lik bir artış öngörülmüştür. 2016 senesinde şebekelere bağlı rüzgâr enerjisi kapasitesi 466 GW'a

erişmiştir. 466 GW'lık toplam kapasitenin 451 GW'ı karasal rüzgârlardan, 15 GW'ı açık deniz rüzgârlarından temin edilmiştir. Rüzgâr enerjisi, global elektrik enerjisi üretiminde %4'lük bir paya sahiptir.

Açık denizlerde kurulmuş olan rüzgâr enerjisi santrallerinin karada kurulmuş olan rüzgâr enerjisi santrallerine kıyasla daha verimli şekilde çalıştıkları belirlenmiş olup, bu bağlamda açık deniz açık deniz rüzgâr santrallerinin sayısının yakın zamanda artacağı ve açık denizlerdeki rüzgâr enerjisi kapasitesinin 2022 senesinde 41 GW'a yükseleceği öngörülmüştür. Rüzgâr enerjisi kapasitesi en yüksek olan ülke 149 GW ile Çin'dir. 2016 verilerine göre, senelik bazda rüzgâr enerjisine en çok yatırım yapan ülkelerin başında da 19,3 GW ile Çin gelmekte olup, ardından ABD, Almanya, Hindistan ve Brezilya gelmektedir.

2050 senesinde dünya elektrik enerjisi ihtiyacının %18'inin rüzgâr enerjisinden sağlanacağı ve mevcut rüzgâr enerjisi kapasitesinin de yaklaşık sekiz kat artacağı öngörülmektedir. (GWEC)

3.1.4. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisinden faydalanmaya yönelik ilk çalışmalar dünyada 1960'lı senelerde yakıt pillerine ilişkin olarak başlatılmıştır. Hidrojen enerjisi vasıtasıyla enerji gereksinimini karşılama maksadıyla 1970'li senelerde ciddi çalışmalar ve yatırımlar yapılmaya başlamıştır. 2000'lere gelindiğinde hidrojen enerjisi, ülke politikası durumuna dönüşmüştür. Bu bağlamda Japonya 11 MW'lık bir hidrojen elektrik santrali kurmuş ve Rokko adasının ısınma gereksinimini bu santralde üretilen enerjiyle karşılama yoluna gitmiştir. Günümüzde ise, sürekli olarak gelişim gösteren teknolojinin sayesinde Tokyo'nun 40.000 KW/h'lik enerji gereksinimi hidrojen enerjisi üzerinden sağlanmaktadır.

“Geleceğin enerjisi” şeklinde ifade edilen hidrojen enerjisi, başta AB ülkeleri olmak üzere neredeyse tüm dünyada geniş çalışma alanı bulmaktadır. Dünya genelinde hidrojen üretimi 2014 senesinde 3.983 TW/h'ye ulaşmış olup, bu üretim düzeyinin %36,8'si OECD ülkelerince gerçekleştirilmiştir. Çin ise %26,7 seviyesindeki üretimiyle hidrojen enerjisi üretiminde dünyada ilk sırada yer alan ülke konumundadır. 2025 senesinde dünyadaki toplam enerji ihtiyacının 17,400-30,160 milyon MW/h'lık bölümünün hidrojen enerjisi ile olacağı öngörülmektedir (Global Solar Atlas).

3.1.5. Dalga Enerjisi

Dalga'nın üzerindeki ve yüzeyin altındaki basınçtan faydalanılarak dalga enerjisi sağlanmaktadır. Bilhassa açık denizlerde rüzgârın kuvvetiyle ortaya çıkan dalga enerjisi, rüzgârlar esmeyi sürdürdükçe var olacak bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ciddi büyüklükteki güçten istifade etmek üzere günümüz koşullarında pek çok teknolojik tasarım gerçekleştirilmiş durumdadır. Bunların en verimli olanları da ticari kullanım için yönlendirilmiştir.

Dalga enerjisi tamamıyla zararsız bir enerji türüdür. Deniz kökenli olan dalga enerjisi, dünya mevcut yerinde durdukça, rüzgârlar estikçe, gelgit olayı oldukça mevcudiyetini koruyacaktır. Ayrıca dalga enerjiden faydalanma oranının artması, fosil yakıtların meydana getirdiği global sıkıntılardan dünyayı kurtaracaktır. Bununla birlikte, dalga enerjisinden gelişmiş elektrik şebekesi bulunmayan ada gibi bölgelerde elektrik üretmek üzere yararlanılması oldukça mümkündür.

Deniz kökenli dalga enerjisinden aktif şekilde yararlanıldığında, gerçekleştirilen araştırmalara göre 2-3 milyon MW'lık bir enerji ortaya çıkacaktır. Rüzgârların kuvvetli şekilde etkide bulunduğu yerlerde dalga enerjisinden istifade edilmesi daha mümkündür. Yüksek düzeyde dalga enerjisi potansiyeli bulunan bölgeler temel olarak İngiltere kıyıları, Güney Afrika kıyıları, Kuzey ve Güney Amerika ile Avustralya kıyıları şeklindedir. Bu kıyılardaki ülkelerde etkin planlamaların yapılması doğrultusunda, bu ülkelerin toplam enerji gereksinimlerinin en az %5'lik kısmının dalga enerjisinden temin edilebileceği belirtilmektedir (Teske, 2019).

3.1.6. Biyokütle Enerjisi

Türkiye Çevre Vakfı tarafından 2015 senesinde yapılmış olan çalışmada, dünyadaki biyokütle potansiyeline ilişkin verilere Tablo 6'te yer verilmiştir

Tablo 5: Dünyada Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Kaynak	Potansiyel (MW)
Saman	1.200.000

Hayvansal atıklar	500.000
Orman atıkları	1.360.000
Çöp ve diğer atıklar	2.400.000
Şeker kamışı	17.700.000
Toplam	23.080.000

Kaynak: Türkiye Çevre Vakfı (2015). Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları. TÇV Yayını, s. 129.

2050 senesinde dünyada biyokütle enerjisinden elde edilecek enerji ile ulaşımda kullanılmakta olan yakıtların %27'sinin, elektrik üretiminin %7,5'inin karşılanacağı öngörülmektedir (Doğan, 2019)

3.2. Yenilenebilir Enerji Politikaları

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar, devletlerin çevreyle ilgili hedeflerine ulaşabilmeleri noktasında ciddi katkılar sağlayabilir. Bilhassa yenilenebilir enerjiye özgü teknolojilerin yeni nitelikte olmasından ötürü ilk safhada bu yatırımların maliyetleri genelde yüksek olmaktadır. Yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerjideki payının artış göstermesinin, yakın bir zamanda tükenmesi beklenen fosil kaynaklara kıyasla enerji güvenliği konusunda kamu politikası hedefleri bağlamında da katkıda bulunduğundan bahsedilebilir. Ancak henüz yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlarla rekabet edebilirliği düşük düzeyde olup, bu hususta itici bir mekanizmanın varlığına gereksinim duyulmaktadır.

1980'lerde ve 1990'larda bazı ülkelerde yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmeye ilişkin çeşitli politikalar sergilenmiş olmakla birlikte, 1998 ile 2007 seneleri arasında yenilenebilir enerjiyi teşvik eden politikalar uygulayan ülke sayısı toplamda 66 olmuştur, bunlardan 22 tanesi ise gelişmekte olan ülkelerdir (REN21, 2008: 21).

Sera gazlarının temel bileşeni karbondioksit olup, bu bağlamda karbon emisyonunu azaltmaya yönelik olarak dünya genelinde bir endişe durumu söz konusudur.

Bu çerçevede, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, teknolojik yeniliklerin teşviki vb. karbon emisyonunu azaltmaya ilişkin muhtelif politikaların uygulanabileceğinden söz edilebilir. Ayrıca devletlerce enerji tasarrufuyla ilgili olarak enerji kaynaklarının etkin ve verimli şekilde kullanımının teminiyle beraber

yenilenebilir enerjinin üretilmesini geliştirebilmek üzere tarife garantisi, yenilenebilir portföy standartları, vergi politikaları vb. birtakım destekleyici mekanizmalara başvurulabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bölgelerdeki hidroelektrik enerji santralleri, günümüzde fosil yakıtlı enerji santrallerine göre daha rekabetçi bir konumdadır. Ayrıca, büyük ölçekli biyoenerji tesisleri, hammaddelerin fiyatları ve stok durumlarına bağlı olarak fosil yakıtlarla rekabet edebilir hale gelmektedir. Bunun yanı sıra, rüzgâr ve fotovoltaik güneş enerjisi üretimi, teşvikler olmaksızın bile çeşitli pazarlarda rekabet edebilir bir duruma ulaşmıştır. (IEA, 2013: 16).

Yenilenebilir enerji konusunda yatırımlar yapan, teknolojiler geliştiren, yenilenebilir enerjiyi teşvik eden, bu doğrultuda yenilenebilir enerjiyle alakalı çeşitli politikalar düzenleyen ülke sayısı 2016 senesinde 176 iken, 2017 senesinde 179'a çıkmıştır. Bu hususta yenilenebilir enerjiye ilişkin maliyetleri azaltma ile teknolojik gelişim etkileşimi, enerji pazarında hızlıca bir dönüşüme sebebiyet vererek yenilenebilir enerji konusunda politika yapıcılarda proaktif ve reaktif birtakım tepkileri ortaya çıkarmıştır.

Bu bağlamda pek çok devlet artık enerji piyasasını ve düzenleyici ortamları dizayn ederek, yenilenebilir enerji yatırımlarını yeniliklere açık, verimli, etkili, esnek, çevreye duyarlı teknoloji alternatiflerinin kullanılmasını hızlandırabilmek üzere tasarladığı çeşitli mekanizmaları devreye sokmaktadır (REN21, 2018: 49) Bununla birlikte yenilenebilir enerji politikaları; ulusal enerji güvenliğinin temini ile iktisadi gelişimin artırılması, yeni iş alanlarının oluşturulması, yeni endüstrilerin gelişim göstermesi, karbon emisyonunun ve yerel kirliliğin azaltılması, bireylere yönelik ekonomik ve güvenilir bir enerjinin temin edilmesi gibi pek çok politika hedefinin geliştirilmesi noktasında küresel anlamda politika yapıcıların dikkatini çekmektedir (REN21, 2018: 20).

3.2.1. Düzenleyici Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları

Fosil ve nükleer enerji kaynaklarına ilişkin sübvansiyonların yapılması, tüm enerji kaynakları ile ilgili olarak geleceğe ilişkin maliyetler konusunda net değerlendirmelerin yapılmaması, küçük ölçekli yatırımcıların kamusal teşebbüslerin muhalefetiyle karşılaşması, daha büyük ve merkezi nitelikteki çözümler açısından

devlet yatırımlarının tercih edilmesi vb. durumlar yenilenebilir enerji yatırımlarının önünde önemli birer engel teşkil etmektedir.

Bununla birlikte, yenilenebilir enerji yatırımlarının yönetilmesine ilişkin idari deneyimdeki eksiklik, yatırım riski ya da belirsizliği, düzenleyici ve kurumsal problemler gibi konular da bahsi geçen engellerin arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda, bahsi geçen faktörlerin etkisiyle yenilenebilir enerji kaynaklarıyla yatırımlarının pazara yayılması sektöre uğrayabilmektedir.

Gelişmekteki ülkelerde, yukarıda belirtilen durumlara ek olarak, uzak bölgelere enerji taşınması, yetersiz ulaşım ve iletişim altyapısı ile eğitimli personel eksikliği gibi ek zorluklar ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji üretiminin bu önemli zorluklar nedeniyle yavaşladığı düşünölmekte ve bu engellerin üstesinden gelmek için önlemler alınması gerektiği savunulmaktadır. Karbon vergileri sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik politikalardan biri olmakla birlikte, yeterince katı olmadıkları için birçok hükümet, yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesi için özel yatırımları artırmak amacıyla teşvik edici önlemler kullanmaktadır.

Bu koşullar göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji için düzenleyici politikalar geliştirmek, bu politikaları her ülke için uygun şekilde uygulamak ve somut sonuçlar elde etmek hayati önem taşımaktadır. Bu politikalar genellikle besleme tarifeleri (FIT), yenilenebilir enerji sertifikaları (REC), prim garantileri ve kota sistemleri gibi düzenleyici önlemleri kapsar. Bu politikaların etkisini kısaca açıklamak gerekirse:

Yenilenebilir enerji standartları, genellikle besleme tarifeleri (FIT) veya teşvik tarifeleri olarak adlandırılır, dünya çapında en yaygın yenilenebilir enerji destek mekanizmalarıdır. Bu politika aracı, yenilenebilir ve çevre dostu elektriği şebekeye satmak için uzun vadeli satın alma anlaşmaları sağlayarak yenilenebilir enerji yatırımlarını cazip hale getirir. FIT politikasının amacı, öğrenmeyi teşvik ederek ve yeşil teknolojilerin benimsenmesini hızlandırarak yenilenebilir enerjiyle ilişkili maliyetleri azaltmaktır. Bu mekanizma kapsamında, hükümetler yenilenebilir enerjiyi piyasa fiyatının üzerinde oranlarda satın alırlar. Bu politikanın başarısı veya başarısızlığı, bu tarifelerin zaman içinde nasıl belirlendiğine ve ayarlandığına bağlıdır. Bu yaklaşım, Avrupa'nın birçok bölgesinde çeşitli formlarda uygulanmaktadır. FIT politikaları, enerji üreticilerine uzun vadeli sözleşmeler sunarak belirli yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek maliyetlerini ele alır. Fiyat

bazlı bir araç olan FIT'ler, her ülkenin koşullarına göre ayarlanarak belirli enerji kaynaklarına göre düzenlenir. Bu sistem, belirli bir yenilenebilir enerji teknolojisi kullanan enerji üreticileri için fiyatları, elektriğin piyasa fiyatından daha yüksek bir seviyede belirler. Bu politika enerji kaynağına göre ayarlandığından, çeşitli yenilenebilir kaynaklar arasındaki üretim maliyeti farklılıklarını ve fosil yakıt teknolojilerine kıyasla maliyet farklılıklarını telafi eder. Esasen, FIT politikaları belirleyen hükümetler, daha az olgun teknolojilerin yayılmasını teşvik etmeyi amaçlar. (Criscuolo vd., 2014: 8-9).

Yenilenebilir enerji sertifikaları, düzenleyici politikalar arasında FIT'lerle birlikte en çok kullanılan mekanizmalardan biridir. Fiyat odaklı FIT politikasının aksine, yenilenebilir enerji sertifikaları miktar odaklıdır. Bu araç, daha büyük ölçekli işletmeler tarafından üretilen enerji miktarını artırmayı amaçlar. Bu mekanizma, kamu hizmeti veren şirketlerin elektrik paylarında yenilenebilir enerji kullanımını zorunlu kılar. Böylece üretilen her enerji birimi için ticari sertifikalar elde edilir. Bu sertifikalara aynı zamanda ticari yeşil sertifikalar da denir.

FIT'in aksine, REC'lerin uygulama alanı daha çok özel pazardadır. Bu durum, rekabeti artırarak çeşitli teknoloji türlerinin gelişimine katkıda bulunur. REC'ler, elektrik tedarikçisini, elektriğin belirli bir yüzdesini yenilenebilir enerji kaynaklarından temin etmek zorunda bırakır. Tedarikçilerin yenilenebilir enerji satın aldıklarını belgelemek için REC'ler düzenlenir ve bu nedenle, farklı yenilenebilir enerji kaynakları için geçerlidir. REC'lerin en önemli sorunu, genellikle olgun yenilenebilir enerji teknolojilerinden faydalanılması beklenmesidir. Prim garantisi olan sistemde, yenilenebilir enerji üreticileri, enerji piyasasında satılan elektrikten elde ettikleri gelir dışında ek bir prim ödemesi de alır. Bu sistem, özellikle son yıllarda popülerlik kazanmış olup Danimarka ve Hollanda'da ana destek mekanizması olarak uygulanmaktadır. Bazı ülkelerde bu primler, sabit fiyat garantisi sistemi ile birlikte çalışırken, genellikle ülkeler arasında değişiklik gösterebilir. Prim garantisi, ülkeler için güvenli bir ek gelir sağlarken, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı da risk taşır.

Birleşik Krallık, ABD ve Japonya gibi ülkelerde ise kota uygulamasının çeşitli formları uygulanmaktadır. Bu sistemde, yenilenebilir enerji fiyatını belirlemek yerine, dağıtılacak enerjinin miktarı kota ile belirlenir. Kararlaştırılmış bir oranda

yeşil enerji üretmek için sertifikalar alınır ve bu sertifikalar alınıp satılabilir ve gelecekte değiştirilebilir niteliktedir. (Criscuolo vd., 2014: 8-9)

3.2.2. Mali Teşvikleri İçeren Yenilenebilir Enerji Politikaları

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmak amacıyla sübvansiyonlar, hibeler ve vergi teşvikleri uygulanmaktadır. Birçok ülkede, yenilenebilir enerji dağıtımını teşvik etmek amacıyla mali teşvik olarak vergi muafiyetleri uygulanmaktadır. Yeşil enerjiden üretilen elektriğin üretim, tüketim ve yatırım gibi birbirinden farklı alanlarda kullanılması için vergi indirimleri sağlanabilir. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketimini artırmayı hedefleyen politikalar, bu enerjinin pazara girişini kolaylaştırmak amacıyla yenilenebilir enerji ekipmanlarının alımı ve kurulumu için vergi avantajları sunabilir.

3.3. OECD Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Politikaları

OECD devletleri haricindeki bölgelerde yenilenebilir enerji dağıtımının coğrafi olarak orta seviyede yayılması, daha az şeffaf piyasalardaki gelişmeleri izlemeyi zorlaştırmaktadır. Büyük fosil yakıt kaynaklarına sahip olan Ortadoğu'da, istikrarsız bölgelerin varlığı, enerji arzı ve fiyatlandırmanın güvenilirliği açısından çeşitli ülkeler için risk oluşturmaktadır. (IEA, 2013: 23).

Gelişmekteki ülkelerdeki karar vericilerin, yenilenebilir enerji sektörüne yönelik yatırımlarını artırmaları gerekmektedir. Bu şekilde ülkeler, kendi doğal kaynaklarına yönelerek ekonomik büyüme ve iş imkanları yaratabilirler. Aynı zamanda küresel düzeyde emisyonların azaltılması, sadece uluslararası şirketler aracılığıyla değil, kalkınma yardım projeleriyle de mümkün olabilir ki bu da gelişmiş ülkeler için kritik önem taşımaktadır. Ancak gelişmekte olan ülkelerin hükümetleri, sadece coğrafi ve iklim koşullarına göre yenilenebilir enerji sistemlerini kurmakla sınırlı kalmamalı, aynı zamanda yenilenebilir olmayan fosil tabanlı yakıtın vergilendirilmesi ve sübvansiyonlar gibi teşviklerle yenilenebilir enerji piyasasını genişletmelidirler. OECD ülkeleri açısından yenilenebilir enerji politikalarındaki durumu ele alacak olursak, öncelikle Avustralya son 30 yıl içinde iklim değişikliği eylemlerine duyarlı bir yaklaşım sergilemiştir. Sera gazı emisyonlarını azaltma çabalarını desteklemek için dünyanın ilk hükümet ajansını kurmuş ve iklim anlaşmalarına hızla katılmıştır. Ancak son zamanlarda Avustralya hükümeti bu ajansları kapatma kararı alarak

küresel anlaşmalardan uzaklaşmıştır. Yenilenebilir enerji politikası kavramı ise 2007 yılında tekrar hükümet politikası gündemine gelmiştir. Avustralya'da rüzgar enerjisi, karbon fiyatlandırması ile birlikte yeni kömür ve fosil yakıtlı tesislerin üretim maliyetlerine karşı rekabet avantajı sağlamıştır. Özellikle verimli rüzgar alanları, karbon fiyatlandırması olmaksızın bile rekabet edebilir hale gelmiştir. (IEA, 2013: 16).

Avusturya, Avrupa'nın en büyük hidroelektrik ve biyokütle enerjisi üreticilerinden biridir. Ülkenin enerji politikaları, uluslararası, federal eyaletler ve Avrupa Birliği düzeyindeki çeşitli girişimlerin bir kombinasyonunu temsil ediyor. Bu çabalar, yenilenebilir enerji teknolojilerinin çeşitli yollarla yayılmasını teşvik etmektedir. Özellikle son dönemlerde, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi, büyük ölçüde yenilenebilir enerjiye yönelik artan bir ilgi ve AB direktiflerinin öngördüğü tek elektrik piyasası yasalarının uygulanması ile ilgilidir. Bu bağlamda, Avusturya uzun süredir sabit fiyat garantisi uygulamaktadır. Ancak bu tarifeler genellikle AB tarafından değil, federal hükümet veya eyaletler tarafından yönetilmekte ve finanse edilmektedir. (Madlener vd., 2007: 6060).

Yenilenebilir ve sürdürülebilir kaynaklar, ABD'deki doğalgaz piyasası gibi yoğun rekabet içeren piyasa ortamlarıyla rekabet ve mücadele etmek zorundadır. Karasal rüzgar enerjisi, doğalgazla çalışan enerji üretiminden daha pahalı olabilir; ancak uzun vadeli enerji satın alma anlaşmaları (PPA) sayesinde, federal vergi teşvikleri olmadan bile gelecekteki yakıt fiyatlarındaki artışlara karşı düşük maliyetli bir koruma sunabilir. Özellikle üzerine değinirsek, Türkiye ve Yeni Zelanda'da karasal rüzgar enerjisi, son birkaç yıl içinde toptan elektrik piyasasında oldukça rekabetçi bir duruma gelmiştir.

Rüzgar enerjisi, enerji talebinin artmasıyla birlikte önemli bir alternatif haline gelmiştir. Bu enerji kaynağı, sürdürülebilir bir gelecek için kritik bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerjiye olan bu artan ilgi, dünya genelinde pek çok ülkenin enerji politikalarını etkilemektedir. Örneğin, Avrupa ülkeleri büyük ölçüde yenilenebilir enerjiye yönelirken, ABD gibi büyük pazarlar da benzer bir dönüşüm süreci içindedir.

Doğalgazın yaygın kullanımı ve ekonomik avantajlarına rağmen, rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar, uzun vadede daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir seçenek

sunmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri, hem ekonomik hem de çevresel faydalarıyla giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu nedenle, enerji sektöründe yaşanan bu dönüşüm süreci, küresel enerji piyasalarında önemli etkiler yaratmaktadır. Türkiye ve Yeni Zelanda gibi ülkeler, kara rüzgar enerjisi projeleriyle ulusal enerji güvenliğini artırmayı ve enerji bağımsızlığını sağlamayı hedeflemektedir. Bu projeler, aynı zamanda yerel ekonomilere de katkıda bulunarak iş imkanları yaratmaktadır. Bu ülkelerin rüzgar enerjisi projeleri, teknoloji ve mühendislik alanlarında da ileriye dönük gelişmeler sağlamaktadır. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji piyasalarında önemli bir oyuncu olmaya devam edecek gibi görünmektedir. Teknolojik ilerlemeler ve maliyetlerin düşmesiyle birlikte, rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar daha geniş bir kabul görmekte ve uygulanmaktadır. Bu süreç, sadece enerji arzını değil, aynı zamanda küresel çevresel sürdürülebilirliği de etkilemektedir. (IEA, 2013: 15-16).

3.4. Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji Politikaları

OECD üyesi 36 ülkenin 22'sinin AB üyesi olduğu dikkate alındığında OECD ülkelerindeki politikaları analiz edebilmek için AB'nin yenilenebilir enerji politikalarının gelişiminin dikkate alınması gerekir. Avrupa Birliği enerji politikası, iklim değişikliği hedeflerini piyasalara entegre etmek için yeni ve yenilenebilir enerji biçimlerinin geliştirilmesini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinin Rusya'ya olan büyük orandaki fosil kaynak bağımlılığının azaltılması ve ortadan kaldırılması, böylece enerji güvenliğinin artırılması da bu politikaların önemli sebeplerinden biridir. AB'de, yenilenebilir enerji ile ilgili eylemler genel olarak direktifler ile yönlendirmektedir.

20 Kasım 1996 tarihinde Avrupa Birliği Komisyonu tarafından hazırlanan 'Gelecek İçin Enerji' konulu 'Yeşil Kitap'ta, ulusal destek mekanizmalarının dağıtık ve değişken yapısı eleştirilerek, yenilenebilir enerji teknolojilerinin piyasaya daha hızlı nüfuz etmesinin sağlanması ve yenilenebilir enerji kaynakları için AB çapında istikrarlı bir çerçeve uygulanması gerektiği savunulmuştur. (Avrupa Komisyonu, 1996) Ayrıca, düzenleyici politikaların aşamalı olarak kaldırılması ve değiştirilmesi gerektiğinin altı çizilerek kota tabanlı destek araçlarının tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu doküman, yenilenebilir enerji kaynaklarının Avrupa'daki mevcut

durumunu tanımlayarak, 2010 yılına kadar Avrupa enerji dengesine katkısını %6'dan %12 seviyesine çıkarmak amacıyla bir Avrupa stratejisinin geliştirilmesi için birkaç ilke önermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda AB çapında bir stratejiye duyulan ihtiyaç; enerji güvenliği, enerji bağımlılığının azaltılması, çevrenin korunması (sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi), yenilenebilir enerji endüstrisinin iş ve istihdam fırsatları yaratması ve bölgesel kalkınma yoluyla Topluluk içinde daha fazla sosyal ve ekonomik uyumun sağlanması gibi pek çok AB politika hedefi ile de uyum göstermektedir. 1997 yılında Komisyon, 'Yeşil Kitap'taki görüş ve önerilere dayanarak yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bir 'Beyaz Kitap' sunmuştur. 'Beyaz Kitap', yenilenebilir enerjinin 2010 yılına kadar AB brüt enerji tüketimindeki payının %12 olacağı hedefini desteklemektedir. Ayrıca, üye ülkelerin 2005 ve 2010'a kadar kendi hedeflerini belirlemelerini ve Birliğin stratejisi ile ilgili olarak kendi eylem planlarını önermelerini belirtmektedir (Lovinfosse, 2008:71).

1997-2000 yılları arasında yenilenebilir enerji konusundaki ilerlemenin yetersiz olması, AB'yi ilk direktifi hazırlamaya yönlendirmiştir. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından, 27 Eylül 2001 tarihinde, iç elektrik piyasasında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin teşvik edilmesi hakkında 2001/77/EC sayılı Direktif yayınlanmıştır. Bu Direktifin amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içindeki payının artışı teşvik etmek ve yenilenebilir enerji konusunda Topluluk'un gelecek çerçevesi için bir temel oluşturmaktır. Direktife göre, ulusal olarak belirlenen gösterge hedefleri, yenilenebilir enerjinin 2010 yılına kadar enerji tüketimi içindeki payının %12, toplam Topluluk elektrik üretimi içindeki payının %22,1 olarak belirlendiği küresel gösterge hedefleri ile tutarlı olmalıdır.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından, 8 Mayıs 2003 tarihinde ulaşımda biyoyakıt veya diğer yenilenebilir yakıtların kullanımının teşvik edilmesi hakkında bir direktif daha (2003/30/EC) yayınlanmıştır. Bu Direktife göre üye devletler, ulaşım alanında piyasalarında arz ettikleri tüm benzinli ve dizel yakıtların enerji içeriğinde en az belirlenen oranda biyoyakıt ve diğer yenilenebilir yakıtların yer almasını sağlamalı ve bu amaçla ulusal gösterge niteliğinde hedefler belirlemelidir. Üye devletler tarafından 31 Aralık 2005 tarihine kadar %2, 31 Aralık 2010 tarihine kadar %5,75 değerleri referans değer olarak alınacaktır.

Direktifler sayesinde yenilenebilir enerjide kayda değer bir ilerleme sağlanmasına rağmen, 2010 yılı için hedeflenen değerlerin pek çok ülke tarafından başarılamayacağını ortaya çıkmaya başlaması üzerine AB Komisyonu 10 Ocak 2007 tarihinde ‘Yenilenebilir Enerji Yol Haritası, 21. Yüzyılda Yenilenebilir Enerji: Daha sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek’ başlıklı bir doküman yayınlamıştır. ‘Yol Haritası’nda, Komisyon 2020 yılına kadar yenilenebilir enerjinin AB enerji tüketimindeki payı için %20, biyoyakıtlar için minimum %10 oranında zorunlu bir hedef belirlemeyi ve yenilenebilir enerjinin tanıtımını ve kullanımını artırmak için yeni bir yasal çerçeve oluşturulmasını önermiştir.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından, daha önce yayınlanan 2001/77/EC ve 2003/30/ EC sayılı Direktiflerde değişiklik yapılması ve yürürlükten kaldırılması hakkındaki 2009/28/EC sayılı Direktif ile, yenilenebilir kaynaklardan enerji kullanımının teşvik edilmesi, sera gazı (GHG) emisyonlarının sınırlandırılması ve daha temiz bir taşımacılığı teşvik etmek için ortak bir çerçeve oluşturulmaktadır. Direktif bu yönüyle AB yenilenebilir enerji politikaları için önemli bir kaldırım taşı olmuştur. Direktif, 2020 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin toplam tüketilen enerji içindeki payının %20, ulaşım sektöründeki payının %10 olması gibi iddialı ve tüm AB ülkeleri için ulusal bağlayıcı hedefler belirlemektedir. Her AB ülkesi, belirlenen 2020 hedeflerine ulaşmak için ulusal eylem planları yapacaktır. Ayrıca bu ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik, ısıtma ve soğutmanın kaynağını garanti edebilmeli, ulaştırma sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak için gerekli altyapıyı oluşturmalıdır.

Daha iyi bir çevre için kamunun alımlarının da çevre sorunlarını dikkate alacak şekilde yapılması gerektiği Avrupa Komisyonu tarafından önem verilen bir konudur. Yeşil Kamu Alımları, gönüllü bir araç olmasına rağmen Avrupa’daki mal ve hizmetlere yönelik kamu sektörü harcamalarının önemi göz önüne alındığında iklim değişikliği, kaynak kullanımı ve sürdürülebilir tüketim ve üretimle ilgili çevresel politika hedeflerine ulaşmak için önemli bir araç olarak görülmektedir. Yeşil Kamu Alımları, 2008 yılında Avrupa Komisyonunun yayınladığı Daha İyi Bir Çevre İçin Kamu Alımları Tebliğinde “kamu makamlarının aynı temel işleve sahip olan mal, hizmet ve işler arasında faydalı ömürleri boyunca daha az çevresel etkiye sahip olanları satın almaya çalıştıkları bir süreç” olarak ilk defa hukuksal bir çerçevede

tanımlanmıştır. 2010 yılında yayımlanan Avrupa 2020 Stratejisinde, yeşil kamu alımlarının yaygınlaştırılması gerektiğine vurgu yapılmıştır.

Avrupa Komisyonu tarafından 2011’de yayınlanmış olan 2050 Enerji Yol Haritası adlı kılavuzda; düşük karbonlu bir Avrupa için 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerinin %80-95’ine indirmenin teknik ve ekonomik fizibilitesini araştırmanın yanı sıra enerji arzı ve rekabet gücünün güvenliğini sağlama ile ilgili analizler ve öngörüler yer almaktadır. Avrupa Komisyonu, 2015 yılının ikinci ayında, ileriye dönük bir iklim değişikliği politikası olan daha esnek bir Enerji Birliği için yeni bir strateji başlatmıştır. Enerji Birliği’nin hedefi AB tüketicilerine -hane halklarına ve işletmelere- güvenli, sürdürülebilir, rekabetçi ve uygun fiyatlı enerji vermektir. Bu hedefe ulaşmak, Avrupa’nın enerji sisteminin temel bir dönüşümünü gerektirecektir. Bu strateji, daha iyi ve sağlam bir enerji güvenliği, devamlı sürdürülebilirlik ve rekabet gücü sağlamak için tasarlanmış birbiriyle yakından ilişkili ve karşılıklı olarak birbirini destekleyen beş boyuttan oluşmaktadır. Bunlar; enerji güvenliği, tam entegre bir iç enerji pazarı, enerji verimliliği, ekonominin karbondan arındırılması ve araştırma, yenilik ve rekabet gücüdür. Güvenli ve düşük karbonlu ve de rekabetçi bir ekonomiye geçişi sağlamak için Enerji Birliği Çerçeve Stratejisi’nin kabul edilmesinden bu yana kaydedilen ilerlemeyi görmek için, her yıl kaydedilen ilerleme izlenerek daha fazla dikkat edilmesi gereken konular vurgulanmaktadır (EC, 2019a).

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından yayınlanan 2015/1513 sayılı Direktif ile benzin ve dizel yakıtların kalitesi hakkındaki 2009/28/EC ve 98/70/EC sayılı AB Direktifleri değiştirilmiştir. Bu Direktif ile geleneksel (birinci nesil) biyoyakıtlardan, önemli miktarda sera gazı azaltımı sağlayan gelişmiş (ikinci nesil) biyoyakıtlara geçişi başlatmak hedeflenmiştir. 2020 yılına kadar ulaşımda nihai enerji tüketimi için kabul edilen %10 yenilenebilir enerji kaynaklı olma hedefine ulaşmada, gıda bazlı geleneksel biyoyakıtlara %7’lik bir sınır getirilmiştir. Avrupa Komisyonunun 30 Kasım 2016’da yayınladığı yeni ‘Temiz Enerji’ paketinin bir parçası olan “Yenilenebilir Enerji Direktifi Önerisi” ise, AB’nin elektrik, ulaşım ve ısıtma-soğutma sektörlerinde nihai enerji tüketimindeki yenilenebilir enerjinin payının maliyet etkin bir şekilde 2030 yılına kadar en az %27’ye ulaşmasını toplu ve sürekli olarak sağlayabileceği ilkeleri ortaya koymaktadır.

Aralık 2018’de, AB’nin Paris Anlaşması’ndaki emisyon azaltma taahhütlerini yerine getirmesine yardımcı olma ve AB’yi yenilenebilir kaynaklarda küresel bir lider haline getirmeyi amaçlayan revize edilmiş yenilenebilir enerji direktifi (2018/2001/EU) yürürlüğe girmiştir. Genel olarak yeni direktif, 2030 için AB için en az %32’lik yeni bir bağlayıcı yenilenebilir enerji hedefi oluşturmaktadır. 2018/2002 sayılı Gözden geçirilmiş Enerji Verimliliği Direktifi ile 2023’te olası bir yukarı revizyonla 2030 için hedef %32,5 olarak revize edilmiştir (EC, 2019b).

AB, yenilenebilir enerji vizyonu kapsamında son olarak 11 Aralık 2019 tarihinde ‘Avrupa Yeşil Mutabakatı’ adlı yol haritasını kabul etmiştir. AB Komisyonu Başkanı tarafından ‘Avrupa’nın aya insan göndermesi ile eş değer’ olarak tanıtılan bu belge, önümüzdeki süreçte AB’nin çevre, iklim ve yenilenebilir enerjideki temel yönergesi olacaktır. ‘Avrupa Yeşil Mutabakatı’; tür kaybının durdurulması, atıkların azaltılması ve doğal kaynakların daha iyi kullanılması gibi hedefler, kilit sektörler için eylem planları ile özel sektör yatırımlarını teşvik etmeye yönelik teşviklerin yanı sıra 2030 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla emisyonlarda %50-%55’lik bir azalma, 2050 yılına kadar AB çapında net sıfır karbon emisyonu hedefi gibi açık ve kapsamlı hedefler belirleyen bir düzenleme ve mevzuat çerçevesinde çalışacaktır. Avrupa Yeşil Mutabakatının geçiş aşamaları tarih sırasıyla şu şekilde gerçekleşecektir:

- 14 Ocak 2020: “Adil Geçiş Mekanizması” adlı programla, en çok etkilenen bölgelerde 2021-2027 döneminde en az 100 milyar € seferber etmeye yardımcı olunacaktır. AB, yeşil ekonomiye geçişten en çok etkilenen bireylere, işletmelere ve bölgelere yardımcı olmak için finansal destek ve teknik yardım sağlayacaktır.
- 4 Mart 2020: 2050 yılına kadar iklim açısından nötr bir Avrupa Birliği sağlamak için ‘Avrupa İklim Yasası’ önerilmiştir. Ayrıca ‘Avrupa İklim Paketi’, bölgeleri, yerel toplulukları, sivil toplum kuruluşlarını, iş dünyasını ve okulları bir araya getirerek, 27 Mayıs 2020’ye kadar halkın katılımına açılmıştır.
- 10 Mart 2020: Geleceğe hazır bir ekonomi planı olan ‘Avrupa Sanayi Stratejisi’ kabul edilmiştir.
- 11 Mart 2020: Sürdürülebilir kaynak kullanımına odaklanan bir ‘Döngüsel Ekonomi Eylem Planı’ önerisi kabul edilmiştir.

- 20 Mayıs 2020: Gezegenimizdeki kırılgan doğal kaynakları korumak için 2030 için AB Biyoçeşitlilik Stratejisinin sunumu; Gıda sistemlerini daha sürdürülebilir hale getirmek için “Tarladan sofraya stratejisi” sunumu.
- 08 Temmuz 2020: Tamamen karbondan arındırılmış, daha verimli ve birbirine bağlı bir enerji sektörüne giden yolu açmak için enerji sistemi entegrasyonu ve hidrojene yönelik AB stratejilerinin benimsenmesi.
- 17 Eylül 2020: 2030 İklim Hedef Planı Sunumu
- 14 Ekim 2020: Yenileme dalgası, Metan Stratejisi, Sürdürülebilirlik için kimyasallar stratejisi,
- 19 Kasım 2020: Açık deniz yenilenebilir enerji
- 9 Aralık 2020: Avrupa İklim Paketi
- 10 Aralık 2020: Avrupa Batarya İttifakı
- 18 Ocak 2021: Yeni Avrupa Bauhaus.

3.4.1. Rusya – Ukrayna Savaşı ve AB’nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Etkileri

Rusya’nın Ukrayna’yı işgal etmesiyle başlayan çatışma sonrasında AB, Rusya’ya yönelik çeşitli yaptırım paketlerini onaylamıştır. Bu yaptırımlar genellikle Rusya’nın Ukrayna işgalini destekleyen önemli kişiler ve kuruluşlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Avrupa sermayesine ve finans piyasalarına erişimi kısıtlayan önlemlerin yanı sıra, Rusya’ya karşı ithalat, ihracat ve yatırımlar üzerinde çeşitli ekonomik ve mali kısıtlamalar getirilmiştir. AB’nin Rusya’ya yönelik yaptırımlarının en belirgin boyutu enerji sektörünü etkilemiştir. Özellikle, Rus enerji endüstrisi için ekipman ihracatı, yeni yatırımların yapılması ve kömür, petrol ve petrol ürünleri ithalatına yönelik kısıtlamalar uygulanmıştır. Bu yaptırımlarla birlikte Rusya’nın enerji gelirlerinde azalma yaşanması ve enerji fiyatlarındaki artışların önlenmesi amaçlanmıştır. Diğer taraftan Ukrayna-Rusya Savaşı, enerji fiyatlarında keskin bir artışa ve küresel enerji piyasalarında sert dalgalanmalara neden olmuştur. Enerji arzlarında kesintiye uğrama korkusuyla beraber Rus enerji sektörüne yönelik giderek artan katı yaptırımlar nedeniyle piyasalar küresel enerji arzı üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirmeye çalışırken fiyatların dalgalandığı görülmüştür. AB’nin savaş öncesindeki Rus enerji arzına olan yoğun bağımlılığı da hesaba katıldığında, Avro Bölgesi enerji

piyasalarının bu durumdan en kötü şekilde etkilendiği ifade edilebilmektedir (Adolfsen vd., 2022). Savaş başlangıcıyla birlikte Rus doğal gaz şirketi Gazprom tarafından çeşitli sebeplerle Avrupa doğal gaz ihracatında kesintiler yapılmış, Kuzey Akım boru hattı doğal gaz sevkiyatı ise belirsiz bir süreliğine durdurulmuştur.

Doğal olarak bu durum, Avrupa'daki doğal gaz fiyatlarının sert şekilde yükselmesine neden olmuştur. Özellikle işgalden sonraki ilk iki hafta içerisinde doğal gaz fiyatlarında %200'e varan artışlar yaşanmıştır. Aynı dönemde petrolde %40, kömürde ise %130 civarında fiyat artışı gerçekleşmiştir. Doğal gaz fiyatlarındaki sert artışa bağlı olarak Avro Bölgesindeki toptan elektrik fiyatları ciddi anlamda yükselmiştir.

Bunun üzerine Avrupa ülkeleri, hızla artan enerji maliyetlerine karşı tedbir planlarını açıklamışlardır. Almanya'da vatandaşlara fatura ve toplu taşıma desteği sağlanmış, kamu binalarında sıcaklığın 19 derecede sabit tutulması kararı alınmıştır. Fransa'da elektrik zammına sınır getirilmiş, İtalya'da akaryakıt vergileri düşürülmüş, İspanya'da doğal gazdan alınan KDV'de indirimle gidilmiş, İngiltere'de emeklilere ve kamu yardımı alanlara ek ödeme yapılmış, Polonya'da hanelere aylık destek sağlanmış, Macaristan'da ise kamuda doğal gaz kullanımı azaltılmıştır. Ukrayna ile Rusya arasındaki savaş hali, AB'nin Rus enerji kaynaklarına olan aşırı bağımlılığını net şekilde ortaya koymuştur. Bu savaşın getirisi olan zorluklara ve küresel enerji piyasalarındaki aksamalara yanıt olarak 18 Mayıs 2022 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından "REPowerEU" adında bir plan yayınlanmıştır.

Avrupa'nın ihtiyaç duyduğu yeni enerji altyapısı ve sistemini tesis edebilmek için mali ve yasal önlemlerle desteklenen REPowerEU Planı, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini, temiz enerji üretimini ve enerji tasarrufunu içermektedir.

Rusya'nın savaş öncesi ve sonrasında AB'ye karşı enerjiyi bir çeşit silah şeklinde kullanması, Avrupa açısından Rusya'nın "güvenilmez tedarikçi" olarak tanımlanmasına vesile olmuş ve AB'nin uzun vadeli temiz enerjiye geçiş hedefini içeren enerji dönüşüm sürecinin hızlandırılarak Rusya tarzı güvenilmez enerji tedarikçilerine karşı AB'nin enerji bağımsızlığını sağlama gerekliliği elzem hale gelmiştir. REPowerEU Planı, Avrupa'yı 2030 yılına kadar Rus fosil yakıtlarından bağımsız hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda AB çapındaki enerji sisteminin dayanıklılığının artırılarak yeşil enerjiye geçişin hızlanabilmesi adına bir

dizi önlem ortaya konmaktadır. Söz konusu önlemler kısa vadeli ve orta vadeli olarak adlandırılmaktadır. Buna göre kısa vadeli önlemler kapsamında en dikkat çekici olanlar şunlardır:

- AB üyesi devletlerin yanı sıra Ukrayna, Moldova, Gürcistan ve Batı Balkanlar için ortak doğal gaz, LNG ve hidrojen alımlarının gerçekleştirilmesi,
- Yenilenebilir enerji kaynakları ve düşük karbonlu gazlar konusunda güvenilir tedarikçilerle yeni iş birliklerinin ve enerji ortaklıklarının kurulması,
- Güneş ve rüzgâr enerjisi projelerinin hızlı bir şekilde devreye sokulması,
- Biyometan üretimin artırılması,
- Doğal gaz depo kapasitesi doluluk oranlarının artırılması.

2027 yılı öncesinde tamamlanması planlanan orta vadeli önlemler kapsamında öne çıkanlar ise şu şekildedir:

- 300 milyar Avro değerinde yatırım yapılması ve reform desteğinde bulunması,
- Endüstriyel karbonsuzlaşmanın hızlandırılması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına daha hızlı izin verilebilmesi adına yeni mevzuat ve tavsiyelerin geliştirilmesi,
- Entegre ve uyarlanmış doğal gaz ve elektrik ağı altyapısına yatırım yapılması,
- 2030 yılı için AB çapındaki enerji verimlilik hedefini %9'dan %13'e çıkarılması,
- 2030 yılı için Avrupa yenilenebilir enerji hedefinin %40'tan %45'e çıkarılması,
- Ulaştırma sektöründe enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik düzenleyici tedbirlerin alınması.

3.5. ABD'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları

ABD, dünyanın en büyük ekonomisine ve gelişmiş sanayisine sahip olup, her yıl önemli ölçüde artan enerji talebiyle karşı karşıyadır. Bu durum, ülkenin enerji tedarikini nasıl sağlayacağı konusunu, ulusal güvenlik açısından kritik bir mesele haline getirmiştir.

ABD, çeşitli kaynaklardan, güvenli ve sürekli enerji arzı sağlamak için çok yönlü politikalar geliştirmektedir. Ülkenin temel enerji stratejisi, ucuz enerji temini, enerji güvenliğinin sağlanması ve temiz enerji teknolojilerinin gelişimi üzerine odaklanmaktadır. ABD, dünya genelinde temiz enerji kaynaklarına en fazla yatırım yapan ülkeler arasında yer almaktadır. Ayrıca, ABD Enerji Bakanlığı, geniş bütçesi ve yetkileriyle bu politikaları hayata geçirmektedir. (Bayraç, 2009).

ABD, dünyanın en büyük ekonomisine ve gelişmiş sanayisine sahip olup, her yıl artan enerji talebiyle karşı karşıyadır. Bu durum, ülkenin enerji arzını güvence altına almayı, çeşitlendirmeyi ve güvenliğini sağlamayı önemli bir ulusal öncelik haline getirmiştir. ABD'nin enerji politikaları, petrol tüketiminin büyük kısmının ulaşım sektöründe kullanıldığı gerçeğinden yola çıkarak geliştirilmektedir. Ülke, petrol ithalatının önemli bir kısmını Kanada, Meksika, Venezüella ve Suudi Arabistan gibi ülkelere yapmaktadır. 1973 petrol krizinden sonra ABD, stratejik petrol rezervlerini oluşturmak amacıyla Teksas ve Louisiana'daki tuz yataklarını kullanmaya başlamıştır. Toplam stok kapasitesi 727 milyon varil olarak belirlenmiştir.

ABD'nin küresel petrol tüketiminin %25'ini karşılaması, ülkenin enerji bağımlılığının devam edeceği öngörüsünü desteklemektedir. (CEIC, 2024) 19. ve 20. yüzyılların başında ABD ekonomisi geniş enerji kaynaklarıyla desteklenmiş, ancak 1970'lerdeki petrol krizleri enerji tüketiminde köklü değişikliklere neden olmuştur. Bu dönüşümle birlikte petrol, özellikle taşımacılık sektöründe odaklanmıştır. ABD'nin dünya petrol rezervlerine oranla düşük bir payı olmasına rağmen, küresel petrol tüketiminin önemli bir bölümünü karşılamaktadır. Gelecekte enerji talebinin artmasıyla birlikte, ABD'nin petrol ve doğal gaz arzı çeşitlendirme stratejileri üzerindeki vurgusu da artmaktadır. Bu çerçevede, biyoetanol gibi biyoyakıt uygulamalarına yönelik teşvikler de önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak, ABD'nin enerji politikaları, ulusal güvenlik, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik gibi çoklu hedefleri dengeleyerek şekillenmektedir. Gelecekteki enerji politikaları, teknolojik gelişmeler ve küresel enerji piyasalarındaki değişimlere bağlı olarak sürekli olarak revize edilmektedir. (Maugeri, 2006: 274).

Günümüze yaklaşırken, ABD 2020 yılında fosil yakıt yatırımlarını geride bırakarak temiz enerjiye yaptığı yatırımları önemli ölçüde artırdı. 2023'te temiz enerji yatırımları 1,8 trilyon doları bulmuştur. Bu sırada geleneksel fosil enerji yatırımları ise 1,1 trilyon dolarda kalmıştır. 2016 yılında ilk kez yenilenebilir enerji yatırımları fosil enerji yatırımlarını geçmiştir ve bu trend 2023 yılında da devam etmektedir. (IEA, World Energy Outlook)

ABD, 2050 yılına kadar net sıfır emisyonu ulaşmayı hedeflemektedir. Rüzgar, güneş enerjisi, düşük emisyonlu hidrojen gibi teknolojilere yapılan yatırımlar artmakta ve ABD'yi küresel enerji dönüşümünde lider konumuna taşımaktadır. Dünyanın en büyük petrol ve doğal gaz üreticisi olarak ABD'nin fosil yakıtlara yapılan harcamaları 2023 yılında 200 milyar ABD dolarını aşmıştır. Ancak, yenilenebilir enerjiye ve yeni teknolojilere odaklanma, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, enerji güvenliğinin artırılması ve iklim değişikliği ile mücadele etme stratejilerinin önemini vurgulamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2024 Enerji Yatırımları raporuna göre, fosil yakıt talebindeki azalmanın, 2030 yılına kadar geleneksel enerji harcamalarını önemli ölçüde düşüreceği, düşük emisyonlu enerjiye yapılan yatırımların iki katına çıkacağı ve enerji verimliliği yatırımlarının neredeyse üç kat artacağı öngörülmektedir. (IEA, 2023)

3.6. Rusya'nın Yenilenebilir Enerji Politikaları

Rusya'nın enerji stratejisi, ekonomik büyümeyi desteklemek, yaşam kalitesini artırmak ve uluslararası alanda ekonomik pozisyonunu güçlendirmek amacıyla doğal enerji kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmayı ve enerji sektörünü maksimum kapasiteyle işletmeyi hedeflemektedir. Dünya üzerinde en geniş yüz ölçümüne sahip olan Rusya, 142 milyonluk nüfusuyla büyük bir ülke konumundadır. Ülkenin stratejik konumu da büyük öneme sahiptir. Enerdata verilerine göre, 2022 yılında Rusya'nın enerji tüketimi 822 milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP) düzeyindedir. Rusya, sahip olduğu geniş enerji kaynaklarıyla dünya geneline enerji ihracatı yaparak önemli bir rol oynamaktadır. Ülkede doğalgaz, petrol ve kömür gibi zengin enerji rezervleri bulunmaktadır. Dünya genelinde enerji talebinin büyük kısmı fosil yakıtlar olan petrol ve doğalgazdan karşılandığı için, Rusya bu alanda stratejik bir avantaja sahiptir. (Enerdata, 2022)

Rusya, dünya siyasetinde etkili olmak için sahip olduğu enerji kaynaklarını stratejik bir şekilde kullanmaktadır. Geniş yüz ölçümü sayesinde birçok ülke ve bölgeyle doğrudan ilişki içinde olan Rusya, bu avantajını enerji kaynaklarıyla desteklemekte ve ulusal ve bölgesel politikalarını şekillendirirken enerji zenginliğini ön planda tutmaktadır. Putin'in liderliği döneminde enerji politikalarına daha fazla odaklanan Rusya, enerji ihracatından önemli gelirler elde etmeye başlamıştır. Putin, stratejik öneme sahip enerji kaynaklarının devlet kontrolü altında olmasını vurgulayarak Gazprom ve Rosneft gibi devlet işletmelerine enerji sektöründe daha fazla rol vermiştir.  nceki dönemlerde özel sektörde bulunan enerji şirketlerinin hisseleri zamanla devlet kontrolündeki şirketlere devredilmiştir. 2000 yılında kabul edilen Ulusal Güvenlik ve Dış Politika Doktrinleri ile birlikte Rusya'nın dış politikası, güvenlik odaklı bir yaklaşımdan ekonomi odaklı bir anlayışa evrilmiştir. Rusya için ekonominin ana dayanağı enerji kaynakları olduğundan, dış politikada enerji konusu merkezi bir rol oynamaktadır. Rusya, siyaset ve ekonomiyi enerji konusunda entegre etmiş ve enerjiyi dış politikasının temel taşı olarak benimsemiştir. Putin, askeri güç yerine enerji kaynakları üzerinden Rus ekonomisinin dış politikada  ne çıkmasını sağlamıştır. Enerji kaynaklarını etkin bir şekilde yöneten Rusya, dünya ekonomileriyle uyumlu bir politika izleyerek küresel ekonomi sahnesinde daha etkili olmayı amaçlamaktadır. Enerji kaynakları, Rusya için sadece ekonomik bir güç kaynağı değil, aynı zamanda stratejik bir araç olarak da değerlendirilmektedir.

Rusya'nın enerji gelirleri, 1990'ların başında 50 milyar dolar seviyelerindeyken, 2012'de 450 milyar doları aşmıştır. Ancak petrol fiyatlarında yaşanan düşüşler ve 2015'te ekonomik zorluklar nedeniyle enerji gelirlerinde %3,7'lik bir azalma gözlenmiştir. (Saygın &  elik, 2011)

Rusya, dünyanın en büyük üçüncü petrol ve ikinci en büyük doğalgaz üreticisi olarak, sahip olduğu kömür kaynaklarıyla da enerji alanında önemli bir rol oynamaktadır. Hidrokarbon gelirlerinin Rus ekonomisine sağladığı katkı oldukça büyüktür. EIA'nın 2014 verilerine göre, Rusya'nın devlet gelirlerinin yarısından fazlası doğalgaz ve petrol ihracatından gelmektedir. Toplam ihracatın %68'i bu iki kaynaktan sağlanmaktadır. Avrupa Birliği, doğalgaz ve petrol ithalatının yaklaşık %30'unu Rusya'dan temin etmektedir. Rusya, 2014 yılında petrol ihracatının %70'ten fazlasını ve doğalgaz ihracatının %90'dan fazlasını AB'ye yapmıştır. Rusya, kişi başına düşen karbon emisyonu oranında IEA  ye ülkelerinin ortalamasının %60

üzerinde bir değere sahiptir. Enerji kaynaklarına dayalı bir ekonomi kuran Rusya, çevreyi koruma ve doğayı tahrip etmeme konularında önlemler almak zorundadır. Yenilenebilir enerji yatırımları, Rusya için de önemli bir seçenek haline gelmiştir. (IEA, 2014, s. 10).

usya, 2020 ve 2030 hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi planlamaktadır. Geniş enerji rezervlerine sahip olan Rusya, enerji arz güvenliği konusunda kritik bir rol oynamakta ve sürekli talep görmektedir. Ekonomik ilişki içinde bulunduğu ülkeler için yeni enerji iletim hatları kurarak daha verimli bir dağıtım stratejisi geliştirmektedir. Enerjiye olan talep ve enerji güvenliği Rusya için aynı önemi taşımaktadır. Karbon emisyonlarının yüksek olmasından dolayı, yenilenebilir enerji yatırımları sınırlı da olsa mevcuttur. Ayrıca, Rusya'nın enerji üretimi, işlenmesi ve dağıtım alanında faaliyet gösteren üç ulusal şirketi bulunmaktadır. (Pamir, 2016, s. 275).

Rusya'nın 2020'ye kadar olan ve sonrasında 2030'a devam eden Enerji Stratejisi'nin hayata geçirilmesi sırasında, enerji sektöründe çevresel güvenliğin artırılmasında önemli ilerlemeler kaydedildi. Kaydedilen ilerlemelerin başında, yeraltı kullanımı için daha kapsamlı çevresel gereklilikler, petrol gazının daha etkili kullanımı ve enerji projeleri için bir kamu ekolojik inceleme sisteminin kurulması yer aldı. Ancak, gaz üreticileri için boru hattı erişimi için düzenleyici yasal çerçevelerin eksikliği ve atık kullanımı ve toprak yeniden işlenmesi için yetersiz ekonomik teşvikler gibi zorluklar devam etmektedir. İncelenen verilere göre, Rusya'nın 2030'a kadar planlanmış olan ve devam etmekte olan devlet enerji politikasının temel amacı, emisyonları azaltarak, atıkları en aza indirerek ve enerji sektörünün çevre ve iklim üzerindeki etkisini sınırlayarak çevresel güvenliği sağlamaktır. (IEA, 2023) Bunu başarmak için Rusya, çevresel olarak temiz, enerji açısından verimli teknolojileri teşvik etmeyi, ilişkili petrol gazının kullanımına yönelik engelleri kaldırmayı ve elektrik ve ısı üretimi için yenilenebilir enerji kaynaklarını genişletmeyi planlıyor. Yatırım projeleri ve enerji operasyonları için daha sıkı çevresel kontroller ve Rus yasalarının uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilmesi de planlanıyor.

Küresel krizlere rağmen, Rusya'nın sosyo-ekonomik gelişimi, geleneksel ve bilgi yoğun sektörlerdeki rekabet avantajlarından yararlanarak yenilikçi bir büyüme stratejisi izlemektedir. Bu strateji, insan kaynakları, teknoloji ve inovasyon alanında önemli atılımlar yapmayı hedeflemektedir. Öncelikler arasında enerji, bilim ve

teknolojideki rekabet avantajlarının kullanılması, girişimcilik ve yatırım faaliyetlerinin artırılması, imalat sektörünün modernizasyonu ile birlikte ulaşım ve enerji altyapısının iyileştirilmesi bulunmaktadır. Genel olarak, Rusya'nın yenilenebilir enerjiye geçiş politikaları, destekleyici ekonomik koşulların oluşturulması, kapsamlı düzenleyici ve yasal çerçevelerin hazırlanması ve sürdürülebilir ve çevresel açıdan güvenli enerji sektörü büyümesi için stratejik girişimlerin teşvik edilmesi üzerine odaklanmıştır. (RFEB)

3.7. Çin'in Yenilenebilir Enerji Politikaları

Çin, tarih boyunca büyük nüfusu ve farklı kültürel yapılarıyla dikkat çeken bir ülke olmuştur. Özellikle 1600'lü yıllara kadar, dünyanın diğer bölgelerine göre ileri seviyede olduğu genellikle kabul edilir. Ancak bu dönemden sonra Batı'da sanayileşme süreçlerinin başlaması, teknolojik ilerlemeler ve denizaşırı ticaretin Batılı güçlerin denetimine geçmesi, Çin'in bazı bölgelerini kaybetmesine yol açmıştır. Bunun sonucunda İngiltere, Japonya, Sovyetler Birliği ve daha sonra ABD gibi süper güçler dünya siyasetinde ve ekonomisinde etkin hale gelmişlerdir, bu da Çin'in düşüşüne sebep olmuştur. Ancak 20. yüzyılın sonlarına doğru ve 21. yüzyılın başlarında dünya ekonomisi ve siyasetinde yeni dinamikler ortaya çıkmıştır. Bu süreçte Çin, sahip olduğu zengin tarihi, kültürel miras ve sosyoekonomik potansiyelleri harekete geçirerek yeniden yükselişe geçmiştir. Ayrıca 1990'ların sonrasında başlayan tek kutuplu dünya düzeninin getirdiği küreselleşme zorlukları, bölgesel milliyetçi hareketlerin yükselişi ve dünya enerji kaynaklarına yönelik stratejik çekişmeler de Çin'in küresel dikkatleri üzerine çekmesine neden olmuştur.

Çin, 2024 yılında dünya nüfusunun yaklaşık %20'sini oluşturan 1,5 milyara yakın bir nüfusa sahiptir. (World Population Review, 2024) Bu yüksek nüfus, ülkenin karşılaştığı büyük zorluklardan biridir, ancak aynı zamanda ekonomik güç kaynağı olarak da görülmektedir. Ailelerin tek çocuk politikası gibi uygulamalarla nüfus artışı kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. (İTKİB, 2012: 2).

Çin'in 2010 yılı Gayri Safi Milli Hasılası (GSMH), 5,74 trilyon ABD doları olarak kaydedilmiştir. 1978'de sadece 156 milyar dolar olan Çin GSMH'si, son otuz iki yılda yaklaşık olarak her yıl %10 oranında büyüyerek ortalama 35 kat artmıştır. Böylece 2010'da GSMH'si 5,74 trilyon ABD doları olan Çin, Japonya'yı geride

bırakarak dünyanın ikinci büyük ekonomisi olmuştur. IHS Global Insight raporuna göre, 2010 yılında Çin küresel imalat sanayi üretiminin %19,8'ini gerçekleştirerek bu alanda ABD'nin (%19,4) önüne geçmiştir. Mevcut büyüme trendleri doğrultusunda gelecek on yıl içinde bir senaryoya göre, 2020-2030 yılları arasında ise Çin'in ABD ekonomisini geride bırakarak dünyanın en büyük ekonomisi haline gelmesi beklenmektedir.

2024 yılında Çin'in GSMH'si 18.533 trilyon ABD dolarına ulaşmıştır. Çin ekonomisi, yüksek büyüme hızlarına rağmen son dönemde artan üretim ve işçilik maliyetleriyle karşı karşıya kalmıştır. 2011 yılında %9,2 oranında büyüme kaydeden Çin'in, kentsel bölgelerde kişi başına düşen milli geliri %7,6, kırsal bölgelerde ise %13,7 artmıştır. Ancak AB ve ABD pazarlarındaki talep azalışı ve üretim maliyetlerindeki artışlar nedeniyle 2012 yılında büyüme hızının kısmen yavaşlaması beklenmektedir. Bu ekonomik büyüme, Çin'in enerji talebinde de büyük bir artışa neden olmuştur. (IMF, 2024)

1993 yılından bu yana enerji ihtiyacı önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu artışın büyük bir kısmı Orta Doğu'dan karşılanmıştır. Ancak bu bölgenin giderek istikrarsız hale gelmesi, Çin'i enerji ithalatı yaptığı kaynakları çeşitlendirme yoluna yönlendirmiştir. Başlangıçta Türkistan, Hazar bölgesi ve İran gibi mevcut enerji kaynaklarının yanı sıra Rusya'nın kontrolünde olan bölgeler de enerji tedarik alanları olarak belirlenmiştir. Çin'in kalkınma sürecinde en kritik stratejik madde olarak petrol önem arz etmektedir. 2003 yılından itibaren Çin, ABD'den sonra dünyanın ikinci büyük petrol tüketicisi konumuna yükselmiştir. Bu dönemden sonra petrol tüketimindeki dışa bağımlılığı %30'dan %50'ye çıkmıştır.

Bu bağlamda, Orta Asya ve Hazar bölgesindeki enerji rezervleri Çin için hala kritik öneme sahiptir. Petrol güvenliğini sağlamak ve enerji ithalatında seçenekleri çeşitlendirmek açısından Orta Asya enerjisi, Çin'in geleceği için hayati bir rol oynamaktadır. (İTKİB, 2012).

Aynı şekilde, 2013 yılında başlatılan Çin'in Kuşak ve Yol Girişimi (BRI), Asya, Avrupa ve Afrika genelinde altyapı ve ekonomik bağlantıları güçlendiren küresel bir kalkınma stratejisi olarak hizmet vermektedir. Önemli olarak, BRI güneş ve rüzgar çiftlikleri, hidroelektrik santralleri ve enerji açısından verimli altyapılar gibi yenilenebilir enerji teknolojilerini ve yatırımlarını teşvik etmektedir. Bu girişim,

Çin'in karbon emisyonlarını azaltma ve hem yurt içinde hem de uluslararası alanda sürdürülebilir bir enerji modeli geliştirme hedefleriyle uyumludur. Çin, 2021 BM Genel Kurulu'nda yurtdışında yeni kömür santralleri inşa etmeyi bırakacağını ve bunun yerine yenilenebilir enerjiye yatırım yapacağını duyurmuştur; bu taahhüt, Başkan Xi Jinping tarafından Ekim 2023'teki son BRI zirvesinde yinelenmiştir. Çin, BRI aracılığıyla yeşil enerji projelerine yatırım yaparak yalnızca enerji kaynaklarını çeşitlendirmekle kalmıyor, aynı zamanda uzun vadeli enerji güvenliği için hayati önem taşıyan enerji rotalarını da güvence altına almaktadır. Çin, yenilenebilir enerji üretiminde dünyaya öncülük ediyor ve 2021 yılında küresel olarak güneş panelleri, rüzgar türbinleri ve hidroelektrik santrallerinin en büyük üreticisi haline gelmiştir. (Sun, X., et al. 2024)

Ülke ayrıca enerji verimliliğini artırmak için elektrikli araç benimseme ve akıllı şebeke geliştirme konusunda da başı çekenlerdendir. Bu çabalar, Çin'in muazzam enerji tüketim ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde yönetme ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltma stratejisinin bir parçasıdır. Çin ekonomik olarak büyümeye devam ederken ve enerji güvenliğini ve çevresel sürdürülebilirliği korumaya çalışırken bu geçiş kritik öneme sahiptir. Bu politikaları entegre ederek Çin, demografik zorlukları sürdürülebilir ekonomik büyümeyle dengelemeyi ve yenilenebilir enerjiyi stratejisinin temel taşı olarak kullanmayı amaçlamaktadır. (Zhou, L., & Ma, Z.)

3.8. Hindistan'ın Yenilenebilir Enerji Politikaları

Hindistan, dünyanın en kalabalık ikinci ülkesidir. (Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, 2011: 21). Gelecekte doğum oranlarının azalacağına dair beklentiler olmasına rağmen 2025'de Hindistan nüfusunun 1,4 milyarı geçeceği beklenmektedir. Dünya bankasının ekonomileri gruplandığı sınıflandırmasında düşük gelirli ekonomiler arasında yer alan Hindistan'ın 2010 yılı gayrisafi millî hasılası 4,06 trilyon dolar, kişi başı gayrisafi millî hasılası ise 3,400 ABD dolarıdır (World Bank, 2011). 2024 yılında ise Hindistan'ın GSMH'si 14,594 trilyon dolardır ve bu da dünyanın en yüksek 3. GMSH'sidir. (IMF, 2024)

Hindistan'ın dinamik ekonomisi, dünya nüfusunun %17'sini oluşturması ve artan enerji ihtiyacı nedeniyle dışarıdan petrol ve doğal gaz ithalatını zorunlu kılmaktadır.

(UN, 2022) Toplam enerji tüketiminin yaklaşık %40'ını petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar oluşturmaktadır. Hindistan, kullandığı petrolün yaklaşık %65'ini ve doğal gazın %55'ini ithal etmektedir. Ülke, kömür tüketiminde dünya genelinde üçüncü sırada yer almaktadır.

Hindistan, Çin kadar olmasa da dünyanın en hızlı büyüyen ekonomileri arasında yer almaktadır. Bu yüksek büyüme oranları, petrol fiyatları üzerinde talep tarafında baskı oluşturan faktörler arasında yer almaktadır. Bugünlerde ABD ve Çin'den sonra dünyadaki en çekici yatırım bölgelerinden biri olan Hindistan'ın, uluslararası yatırımları çekme konusunda karşı karşıya olduğu en büyük sorun altyapı eksikliğidir. (IMF, 2024)

Hindistan'ın küresel ısınma ve iklim değişikliği politikalarındaki tutumu, diğer ülkeler tarafından sıklıkla eleştirilmektedir. Ülke, bu eleştirilere sert bir şekilde karşı çıkmaktadır. Başbakan Singh'in esnek politikaları, örneğin 2007'deki G8 zirvesinde kişi başına düşen karbondioksit emisyonlarıyla ilgili taahhütleri, sanayileşmiş ülkelere meydan okuma olarak algılanmaktadır. Hindistan'ın enerji güvenliğini sağlamak ve enerji kaynaklarını çeşitlendirmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına ve çağdaş nükleer reaktör projelerine öncelik vermektedir. Ülke, rüzgar ve güneş enerjisinde önemli gelişmeler kaydetmiş olup, elektrik üretiminde kömür yakıtlı termik santrallere bağımlılığı sürdürmektedir. Bu veriler, yenilenebilir ve yeşil rüzgâr enerjisi kullanımının Hindistan'daki yenilenebilir enerji üretiminin %70'ini göstermektedir. Bu durum, Hindistan'ı kurulu kapasite bakımından rüzgâr enerjisi sektöründe ilk beşe taşımış durumdadır. Hindistan, dünyanın 4. büyük elektrik tüketicisi ve dünyanın 3. büyük yenilenebilir enerji üreticisidir; 2022 yılında kurulu enerji kapasitesinin %40'ı (400 GW'ın 160 GW'ı) yenilenebilir kaynaklardan gelmektedir. (RECAI, 2022)

Hindistan, yenilenebilir enerji kullanımı konusunda düzenlemeler yapan ilk ülkelerden biridir. Özellikle kırsal kesimde elektrik üretimi sağlanması için 1990'ların başından itibaren geliştirilen kalkınma planları, biyoyakıt enerji teknolojilerine büyük önem vermiştir. Hindistan'ın yenilenebilir enerji teknolojilerindeki ilerlemesi, devlet kurumlarının kurulması ve teşvik politikalarının uygulanmasıyla sağlanmıştır. Ülkenin bu çabaları, yenilenebilir enerji sektöründe önemli bir gelişme sağlamıştır. Hindistan'ın hızla artan nüfusu ve güçlü ekonomisi, gelecekteki enerji ihtiyacını karşılama kapasitesiyle birlikte, sürdürülebilir ulusal

enerji güvenliğini sağlama ve dışa bağımlılığı azaltma stratejisinde önemli bir rol oynamaktadır. (World Bank, 2011).

3.9. Yenilenebilir Enerji ve Çevre ile İlgili Uluslararası Düzenlemeler

Dünyada yenilenebilir enerjinin gelişimi ve yaygınlaşması, büyük oranda fosil yakıtların sebep olduğu hava kirliliği, iklim değişikliği ve küresel ısınma sorunlarına karşı uluslararası düzeyde oluşan farkındalık ve alınan önemli kararlar ve düzenlemeler sayesinde hız kazanmıştır. Bu alanda Birleşmiş Milletler (BM), uluslararası düzeyde öncülük ederek birçok çevresel anlaşmanın imzalanmasında aktif bir görev üstlenmiştir. 1970'lerin sonundan itibaren BM'nin öncülüğünde başlayan çevre sorunlarına ilişkin uluslararası çözüm çabaları, günümüzde dünya devletlerinin tamamına yakını tarafından desteklenmektedir.

3.9.1. Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü

1977 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü iş birliği ile ozon incelmesini periyodik olarak değerlendirmek üzere “Ozon Tabakası Koordinasyon Komitesi” oluşturulmuştur. UNEP tarafından organize edilen konferans neticesinde 1985 yılında dünyada çevre ile ilgili ilk uluslararası sözleşme niteliğinde olan, ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılmasına ilişkin “Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi” kabul edilmiştir. Viyana Sözleşmesi, ozon tabakasının sistematik gözlenmesi, araştırma, kloroflorokarbon (CFC) üretiminin izlenmesi, bilgi değişimi, teknoloji transferi ve toplumsal bilgilendirmeyi öngörmektedir. Hükümetler arası iş birliğini teşvik eden bu çerçevede sözleşmede UNEP aracı bir rol üstlenmektedir. Viyana Sözleşmesi'nin hemen ardından Mayıs 1985'te, İngiliz araştırma grubu tarafından Antarktika'da ozon tabakasının hasar görmesinin farkına varılması ve NASA'nın Antarktika bölgesine ilişkin yayınladığı fotoğraflar ozon tabakası meselesini kamuoyunda yeniden gündeme getirmiştir. Uluslararası boyutta bağlayıcılığı olan bir protokol hazırlanması Viyana görüşmelerinde öngörülmekteydi. Bu amaçla Montreal'de bir araya gelen, 24 ülke ve Avrupa Topluluğu Komisyonu tarafından, 16 Eylül 1987'de “Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü” imzalanmıştır. Protokole göre devletlerin beş tür CFC kullanımının 1989'a kadar 1986 düzeyinde

dondurulması, 1993'e kadar %20, 1998'e kadar da %30 oranında indirimle gidilmesi, yani taraf devletleri 1998'e kadar CFC kullanımlarını yarı yarıya azaltmalarını öngörülmüştür. Aynı koşullara uymak için gelişmekte olan ülkelere 10 yıl süre verilmiştir. Protokole göre, bilimsel ve teknik sorunlar doğrultusunda protokolün yeniden gözden geçirilebileceği öngörülmüştür. Yapılan yeniden gözden geçirmeler kapsamında; Londra'da (1990), Kopenhag'da (1992), Montreal'de (1997) ve Pekin'de (1999) değişiklikler yapılmıştır (Duru, 2014:308). 2007'de Montreal'de bir değişiklik daha yapılmış olup, son olarak 2016'da Kigali'de yapılan değişiklik ile 2040'ların sonundan itibaren, taraflarca hidroflorokarbonların %80-85 oranında azaltılması kararlaştırılarak, ülke gruplarının azaltım takvimlerine yönelik belirlemeler yapılmıştır. Türkiye 1991 yılının Aralık ayında Montreal Protokolü'ne imza atmış ve Protokole getirilen tüm değişiklikleri onaylamıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü, t.y.).

3.9.2. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1992'de düzenlenen "Rio Dünya Zirvesinde 'BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi' ve 'Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi' ile birlikte kabul edilen üç sözleşmeden biridir. Sözleşmenin 2'nci maddesinde sözleşmenin nihai hedefi sera gazı konsantrasyonlarını "iklim sistemine tehlikeli antropojenik (insan kaynaklı) etkileşimi önleyecek bir düzeyde" stabilize etmek olarak ifade edilmiştir. Sözleşme, "Böyle bir seviyenin, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal olarak uyum sağlamasına izin vermek, gıda üretiminin tehdit edilmemesini sağlamak ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir bir şekilde ilerlemesini sağlamak için yeterli bir zaman dilimi içinde ulaşılması gerektiğini" belirtmektedir (UNFCCC, 2019).

BMİDÇS ile henüz yeterli bilimsel kanıtların bulunmadığı 1994 yılında bu sorunun varlığının kabul ettirilmiş olması son derece önemli bir kazanım olmuştur. BMİDÇS, Montreal Protokolü gibi üye devletleri bilimsel belirsizlik karşısında bile insan güvenliği yararına hareket etmeye zorlamaktadır. Ayrıca sözleşme, sera gazı emisyonlarının kaynağı olan sanayileşmiş ülkelere, kendi ürettikleri emisyonları azaltmak için sorumluluklar yüklemiştir. Ek I ülkeleri denilen bu grup, OECD ülkeleri ve "geçiş ekonomileri" olan 12 Doğu ve Orta Avrupa ülkesini içermektedir.

Ek I ülkelerinden 2000 yılına kadar emisyonlarını 1990 seviyelerine düşürmesi beklenmiştir. Ayrıca sanayileşmiş ülkelerin, iklim değişikliği politikaları ve önlemleri hakkında düzenli olarak rapor verme zorunlulukları bulunmaktadır. Sözleşme çerçevesinde gelişmekte olan ülkelerdeki iklim değişikliği faaliyetlerine de yeni fonlar yönlendirilmiştir (UNFCCC, 2019).

Sözleşmede, iklim değişikliği sorununun üstesinden gelecek başarılı politikaların bir parçası olarak sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmaya değinilerek, iklim değişikliğiyle ilgili politika ve önlemlerin mümkün olduğu kadar çok küresel yararı en düşük maliyet ile sağlaması gerektiğine vurgu yapılmıştır. 21 Mart 1994'te yürürlüğe giren BMİDÇS'ye, Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde katılmış olup, toplam 196 ülke ve AB taraftır.

3.9.3. Kyoto Protokolü

1995 yılında Berlin'de, 1996 yılında Cenevre'de yapılan 1. ve 2. Taraflar Konferanslarında çeşitli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da hazırlanan bildirgelerin sorunun çözümüne ilişkin ilkeler çerçevesinde oluşturulmadığına yönelik eleştiriler yöneltilmiştir. Yapılan görüşmelerin devamı olarak 1-11 Aralık 1997 tarihlerinde 170 ülke ve binlerce katılımcının bir araya geldiği 3. Taraflar Konferansı Kyoto'da gerçekleştirilmiştir. Konferansın sonucunda, 11 Aralık 1997 tarihinde BMİDÇS'nin uygulama koşullarını düzenleyen bir belge olan Kyoto Protokolü taraflarca kabul edilmiştir. Kyoto Protokolü ile ilk defa sera etkisi yaratan gazların salımına ilişkin bağlayıcı hükümler kabul edilmiştir. Uluslararası alanda sera etkisinin azaltımına ilişkin kabul edilen önceki belgeler ise yalnızca gönüllü hedefler içermekteydi. Kyoto Protokolü 2005 yılında yürürlüğe girmiş olup, halen 191 ülke ve AB taraf olduğu Protokole Türkiye 2009 yılında taraf olmuştur. Kyoto Protokolü'nün uluslararası çevre hukuku açısından taşıdığı önem, daha önce uygulanmamış, kapsamlı bir uygunluk mekanizmasına yer vermiş olmasıdır. Kyoto Protokolü'ne uygunluk usulleri ve mekanizmaları açısından sağlayıcı ve zorlayıcı olarak iki ayrı dalda oluşturulan Uygunluk Komitesi 2006 yılından itibaren çalışmalarına başlamıştır. Sağlayıcı dalın işlevleri açısından, Montreal Protokolü için oluşturulmuş uygunluk mekanizmasına benzer bir model benimsenmiştir.

Kyoto Protokolü, Birinci Yükümlülük dönemi olan 2008-2012 yılları arasında BMİDÇS Ek-I ülkeleri olan sanayileşmiş ülkeler, sera gazı emisyonlarını ortalama

%5,2 oranında azaltmaları için kendilerini bağlamışlardır. Protokole göre, ülkelerin emisyon azaltım yükümlülüğü paylaştırılarak, emisyonlarını hangi oranlarda azaltacakları Protokolün Ek-B'sinde tespit edilmiştir. AB'nin azaltım hedefi %8, ABD'nin %7, Japonya'nın %6 olarak belirlenirken Norveç ve Avustralya gibi bazı sanayileşmiş ülkelerin 1990 seviyelerini hafifçe artırmalarına izin verilmiştir. Çin ve Hindistan da dâhil olmak üzere gelişmekte olan ülkelere ise herhangi bir yükümlülük getirilmemiştir. Protokol kabul edildiği tarihte Türkiye BMİDÇS'ye taraf ülke olmadığından emisyon azaltım taahhüdü bulunmamaktadır.

Kyoto Protokolü için 2012 sonrasına ilişkin müzakereler için 2007 yılında Bali'de 'Bali Yol Haritası' oluşturulmuştur. 2009 yılında yasal olarak bağlayıcı olmasa da müzakerelere yön verecek bir siyasi uzlaşi belgesi olarak kabul edilen 'Kopenhag Uzlaşma Metni' imzalanmıştır. Son olarak, 2012 yılında Doha'da yapılan Konferansta varılan uzlaşma sonucu oluşturan 'Doha Değişikliği' ile Ek-B listesinde bulunan tarafların emisyonlarını 2020 yılında 1990 yılına göre en az %18 azaltması kararlaştırılmıştır. Bununla birlikte yürürlüğe girebilmesi için, 144 taraf ülke tarafından kabul edilmesi gereken Doha Değişikliği, 2019 Şubat ayı itibariyle, 126 ülke tarafından kabul edilmiştir. İkinci taahhüt döneminde ABD ve Rusya gibi büyük ekonomiler yer almadı; iklim değişikliğiyle mücadele, Avrupa Birliği ve diğer daha küçük ekonomilere sahip gelişmiş ülkelerin taahhütlerine bırakılmıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, Kyoto Protokolü, t.y.).

3.9.4. Paris Anlaşması

1997 Kyoto Protokolünden sonra iklim değişikliği rejiminin çerçevesini oluşturacak küresel ölçekte yeni bir anlaşma sağlamaya yönelik çalışmalar sonuç vermiş ve 12 Aralık 2015 tarihli Paris İklim Zirvesi tüm tarafların kabul ettiği 'Paris Anlaşması' ile sonuçlanmıştır. BM çatısı altında, farklı ekonomik ve sosyal yapıdaki 195 ülke, kendilerine yükümlülük ve maliyet getiren, ayrıca bağlayıcı nitelikteki böyle bir Anlaşma üzerinde uzlaşmışlardır. Kyoto Protokolü'ne göre sadece gelişmiş ülkelerin sera gazı azaltım yükümlülüğü bulunmaktaydı. Bununla birlikte ABD protokolü imzalamamış olup, çevre açısından en büyük kirlenmeye sebep olan Çin'in azaltım yükümlülüğü bulunmuyordu. Japonya, Kanada ve Rusya da 2. Kyoto Protokolü uygulamasından çıkmışlardı. Dolayısıyla Kyoto Protokolü kapsamında toplam sera

gazı salımlarının %14'ünü karşılayan ülkeler için yükümlülük söz konusuydu. Paris Anlaşmasında ise 196 ülkenin uzlaşmaya varmış, 187 ülke azaltım planı sunmuş olup, toplam küresel emisyonların %96'sından fazlasını kapsamaktadır. Paris Anlaşmasının yürürlüğe girmesi için toplam sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan en az 55 ülkenin şu temel esasları onaylaması gerekmektedir (Karakaya, 2016: 3; T.C. Dışişleri Bakanlığı, Paris Anlaşması, t.y.):

- Gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler emisyon azaltımı konusunda yükümlülük alacaklardır. Burada gelişmiş ülkelerin daha fazla azaltım taahhüdünde bulunmaları istenmekte, 2050 sonrası için sıfır emisyon sağlayacak (carbon neutral) konuma gelmeleri hedeflenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin ise mevcut kapasitelerine göre bir azaltım yapacaklardır.
- Sanayi devriminden bugüne kadar 1°C dereceye ulaşan küresel ısınmadaki artışın 2°C derecenin altında (mümkün oldukça 1,5°C seviyelerinde) tutulmasına karar verilmiştir.
- Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere, iklim finansmanı, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği sağlamaları gerekmektedir.
- Emisyon azaltımları konusunda ülkelerin geliştirdikleri politikalar, almış oldukları hedefler ve ilerleme durumları şeffaf şekilde gözden geçirmeye tabi olacaktır.
- Anlaşma onay koşulunun karşılanması sonucunda, 4 Kasım 2016 itibariyle Paris Anlaşması yürürlüğe girmiştir. Türkiye, 22 Nisan 2016 tarihinde New York'ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni'nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte gelişmekte olan bir ülke vurgusuyla Paris Anlaşması'nı imzalamıştır.

3.10. Yenilenebilir Enerji Konusunda Önemli Uluslararası Kurumlar

Özellikle 1970'lerde yaşanan petrol krizi sonrasında, enerjide benzer şekilde yaşanabilecek arz şoklarının önüne geçebilmek ve Paris Anlaşması'nın "küresel ortalama sıcaklıktaki artışı 2°C'nin çok altında (mümkünse 1,5°C seviyesinde) sınırlandırma" hedefine ulaşmak için, enerji sektöründe fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin sağlanması, Birleşmiş Milletler, OECD, AB gibi en üst uluslararası organizasyonların gündemindeki en önemli başlıklardan olmuş, bünyelerinde temiz, güvenli ve sürdürülebilir bir enerji geleceği için program

ve planlamalar hayata geçirmek üzere çeşitli ajans ve birlikler oluşturmuşlardır. Dünya çapında yenilenebilir enerji alanında pek çok kurum ve organizasyon bulunmakla birlikte yenilenebilir enerji türleri itibariyle güncel verilere ve istatistiklere dayalı çalışmaları ve ülke ve ülke gruplarına izleyecekleri politikalarda yön göstermeleri açısından en etkili olanları Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), IEA, IRENA ve REN21 olarak sayılabilir.

3.10.1. Birleşmiş Milletler Çevre Programı

Küresel çevre sorunlarına uluslararası alanda ilk olarak 1972 yılında Stockholm’de düzenlenen konferansta yayınlanan ‘Stockholm Bildirisi’ ile dikkat çekilmiştir. Birleşmiş Milletler (BM) tarafından Bildiriyi takiben 1972 yılında Birleşmiş Milletler nezdinde çevre sorunlarına yardımcı olacak Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) oluşturulmuştur. UNEP takip eden yıllarda uluslararası çevre hukuku alanında faaliyetlerini artırarak önemli bir görev üstlenmiştir. Kurulduğu günden bu yana pek çok çok taraflı çevre sözleşmesinin gelişiminde etkin rol oynayan UNEP, çevre konusunda küresel düzeyde farkındalık oluşturulması ve çevre politikaları ve hukuku alanında ilerleme sağlanması için uğraşmaktadır. UNEP, uluslararası düzeyde çevre politikalarına yön verme misyonunun gereği olarak, emisyon salımı ve küresel ısınma sorunlarının çözümü için enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımını desteklemekte, bu konudaki çalışmalarında dört alana odaklanmaktadır:

- Bilimsel anlayışı geliştirmek,
- Hükümetlere sağlıklı politika tavsiyeleri sunmak,
- Temiz enerji için kamu ve özel finans faaliyetlerini hızlandırmak,
- Temiz enerji teknolojilerinin yaygınlaşmasını desteklemek.

UNEP’in gerçekleştirdiği çalışmalar, ‘Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’, ‘BM İklim Değişikliği Sözleşmesi’ ve ‘Herkes İçin Sürdürülebilir Enerji Girişimi’ gibi kilit BM süreçlerine katkıda bulunmaktadır. Küresel bir ortaklık içinde gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için acil bir eylem çağrısı olan ‘Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’, 2015 yılında tüm Birleşmiş Milletler Üye Devletleri tarafından kabul edilmiştir. Bu hedeflerden özellikle “Herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimin sağlanması” ve “İklim değişikliği ve

etkileriyle mücadele için acil önlemler alınması” hedefleri yenilebilir enerjinin gelişimi ve yaygınlaşmasıyla ilgilidir.

UNEP tarafından 2013 yılında, Danimarka Hükümeti ve Danimarka Teknik Üniversitesi arasındaki bir ortaklık yoluyla, ‘Herkes İçin Sürdürülebilir Enerji’nin enerji verimliliği merkezi olarak Kopenhag Enerji Verimliliği Merkezi kurulmuştur. Merkez aynı zamanda Küresel Enerji Verimliliği Hızlandırıcı Platformu sekreteryası olarak da görev yapmaktadır. UNEP aynı zamanda, ‘Lima-Paris Eylem Gündemi’ kapsamında Paris Anlaşmasında belirlenen küresel ısınmanın 2°C’nin altına kadar sınırlandırılma hedefine katkıda bulunan ‘Küresel Binalar ve İnşaat Birliği’ne de ev sahipliği yapmaktadır (UNEP, 2019).

3.10.2. IEA

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), 1974 yılında petrol arzında yaşanacak büyük aksaklıklara karşı müşterek bir müdahaleyi koordine etmek için oluşturulmuştur. IEA; enerji arz güvenliği, uzun vadeli enerji politikaları, enerji verimliliği, sürdürülebilirlik, AR-GE ve uluslararası enerji ilişkileri gibi konularda temel uluslararası kuruluştur. IEA, 2015 yılından itibaren yeni modernizasyon stratejisi kapsamında gelişmekte olan ekonomilerle daha yakın ilişki kurarak daha kapsayıcı ve gerçekten küresel bir ajans yaratmaya odaklanmaktadır. IEA’nın modernizasyonu üç ana sütun altında yapılandırılmıştır:

- IEA’nın enerji güvenliğine ait yetkilerini, petrolün yanı sıra doğal gaz ve elektriği de kapsayacak şekilde genişletmek ve güçlendirmek;
- IEA’nın gelişmekte olan büyük ekonomilerle ilişkilerini derinleştirmek; enerji verimliliği de dâhil olmak üzere temiz enerji teknolojisine daha fazla odaklanmak,
- IEA’yı küresel bir temiz enerji merkezine dönüştürmek.

IEA, 30 üye ülkeden oluşmaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelere yönelik başarılı açık kapı politikası, Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Fas, Tayland, Singapur ve Güney Afrika olmak üzere sekiz yeni ülke ile iş birliğini derinleştirmesine olanak sağlamıştır. Bu sayede IEA ailesi 2015 yılında %40 olan küresel enerji tüketiminin şu anda yaklaşık %75’ini temsil etmektedir. IEA’ya aday olan ülke OECD’ye üye bir ülke olmanın yanı sıra özellikle petrol rezervleri ve talebi konusunda da birtakım

taahhütler vermesi gerekmektedir. IEA'nın ana karar organı olan Yönetim Kurulu, her üye ülkenin enerji bakanları veya üst düzey temsilcilerinden oluşur. İki yılda bir gerçekleşen IEA Bakanlar Toplantısı aracılığıyla, IEA için geniş stratejik öncelikler belirlenmektedir.

Güvenli ve sürdürülebilir enerji politikalarını şekillendirmek üzere dünyadaki ülkelerle ve endüstrilerle birlikte çalışma misyonunu yüklenen IEA, kuruluşundan bu yana önemli ölçüde gelişmiş ve genişlemiştir. IEA'nın bugün yetkisi dâhilinde çalıştığı alanlar şunlardır:

- Enerji verimliliğini artırma: Hükümetlere verimlilik politikalarının geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin ölçülmesi konusunda tavsiyelerde bulunur.
- Uluslararası iş birlikleri: Güvenli, uygun fiyatlı ve sürdürülebilir enerji sistemleri sağlamak için çok çeşitli uluslararası kuruluşlar ve forumlarla çalışır.
- Veri ve istatistikler: Enerji verilerinin toplanması ve yayınlanması IEA'nın çalışmalarının merkezindedir.
- Eğitim: Sürekli kapasite geliştirme için katılımcı ülkelerle sürekli çalışma ilişkileri kurulur.
- Teknoloji iş birliği: Enerji teknolojilerinin araştırılması, geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi için iş birliği yapılır.
- Enerji güvenliği: Enerji kaynaklarının uygun bir fiyata kesintisiz kullanılabilirliğini sağlama amacındadır.
- Global katılım: Enerjide uluslararası iş birliği amaçlanır.
- Endüstri katılımı: Politikaların reel olarak yatırımları ve eylemleri nasıl şekillendirdiğiyle ilgili bilgiler paylaşılır.
- Programlar ve ortaklıklar: Ulaşım sektöründe 'Mobilite Modeli', 'Temiz Enerji Geçişleri Programı', 'Elektrikli Araçlar Girişimi' gibi program ve ortaklıklar hayata geçirilmiştir.

IEA tarafından yayınlanan Dünya Enerji Görünümü Raporu (WEO), Dünyanın en yetkili enerji piyasası analiz ve projeksiyon kaynağıdır. İlk sayısı 1977'de yayınlanan WEO, 1998'den beri yıllık bir yayın olmuştur. Yıllık olarak güncellenen enerji veri tabanları, yatırım ihtiyaçları tahminleri ve planlamaları, küresel enerji kullanımı ve

karbondioksit (CO₂) emisyonu içeren anahtar sayısal analizler ile uluslararası toplumun dikkatini fosil yakıtların olumsuz etkileri, sürdürülebilir kalkınma, enerji erişimi, enerji verimliliği gibi konulara çekmektedir. WEO, enerji geleceği hakkında farklı enerji politikası ve yatırım seçimlerinin sonuçlarını gösteren ayrıntılı senaryolar sunmaktadır.

WEO 2017’de, iklim değişikliği, hava kalitesi ve modern enerjiye evrensel erişim konusunda uluslararası olarak kabul edilmiş hedeflere ulaşmak için entegre bir yaklaşımın ana hatlarını çizen yeni ve önemli bir senaryo olan ‘Sürdürülebilir Kalkınma Senaryosu’ tanıtılmıştır. Raporda yapılan tahminlere göre SDS, küresel net-negatif CO₂ emisyonlarına güvenmeden %66 olasılıkla sıcaklık artışını 1,8°C’nin altında tutma potansiyeline sahiptir. Bu durum sıcaklık artışını %50 olasılıkla 1,65°C’ye sınırlamakla eşdeğerdir. 2019 WEO raporunda yer alan SDS ile 2018’de 33 milyar ton olan küresel CO₂ emisyonlarının 2050 itibarıyla 10 milyar tonun altına düşürülmesi, 2070 yılı itibarıyla de net sıfır emisyon elde edilmesi planlanmıştır.

3.10.3. IRENA

Yenilenebilir enerjiye adanmış uluslararası bir ajans için ilk teklif 1981 yılında Kenya Nairobi’de düzenlenen Birleşmiş Milletler Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konferansı’nda yapılmıştır. Konu, uluslararası düzeyde düzenlenen pek çok zirve, konferans ve oturumlarda tartışılmış ve son olarak 2004 Bonn Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansında, yenilenebilir enerjiyi teşvik edecek hükümetler arası bir örgüt kurulmasına destek verilmesi kararı alınmıştır. İlerleyen yıllarda, alınan bu karara göre gereken adımlar atılarak, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı, 2009 yılında Almanya’da resmi olarak kurulmuştur. IRENA, bugün 180’den fazla ülkede aktif olarak faaliyette bulunmaktadır (IRENA, 2021).

IRENA, yenilenebilir enerji politika, teknoloji, kaynak ve finansal bilgi deposu olarak hizmet veren, ülkeleri sürdürülebilir enerji geleceğine geçişlerinde destekleyen ve uluslararası iş birliği için temel platform olan hükümetler arası bir kuruluştur. IRENA yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasını ve sürdürülebilir kullanımını teşvik etmektedir (IRENA, 2021).⁴ IRENA, yenilenebilir enerji ile ilgili amaçları doğrultusunda; yenilenebilir enerji istatistikleri, yenilenebilir enerji maliyeti

alışmaları, yenilenebilir kaynakları haritalayan ‘Global Atlas’, yenilenebilir enerji kullanımı için bir yol haritası olan ‘Remap’ gibi çok çeşitli ürün ve hizmetler sunmaktadır (IRENA, 2021).

IRENA, ‘Temiz Enerji Koridoru’ ile, uygun maliyetli yenilenebilir enerji seçeneklerinin ulusal sistemlere entegrasyonunu desteklemeyi, sınır ötesi ticaretini teşvik etmeyi ve yenilenebilir enerji için bölgesel pazarların oluşturulmasını desteklemeyi amaçlamaktadır. Her bir koridor bölgesinin özel ihtiyaçlarına ve önceliklerine göre uyarlanan bu uygulama, kaynak değerlendirmesi, ulusal ve bölgesel planlama, yatırım imkânı sağlayan çerçevelerin yanı sıra kapasite geliştirme, kamuoyu bilinci ile ilgili faaliyetler ve siyasi destek gibi temellere dayanmaktadır. Temiz Enerji Koridoru girişimleri Orta, Doğu ve Güney Afrika ve Orta Amerika olmak üzere dört alt bölgeye yayılmıştır (IRENA, 2021).

3.10.4. REN21

REN21; bilim insanları, hükümetler, STK’lar ve endüstri aktörlerinin bir araya geldiği küresel bir yenilenebilir enerji topluluğu olarak 2004 yılında Bonn Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı’nın bir sonucu olarak kurulmuştur. Bu gönüllü koalisyon, yenilenebilir enerjinin gelişimini desteklemek ve karar vericilerin bir an önce yenilenebilir enerjiye geçiş yapmalarını sağlamak hedefiyle bir araya gelmiştir. REN21’in görevi, yenilenebilir enerji alanında gerçek zamanlı olarak neler olduğu hakkında net ve güvenilir bilgi sağlamak için çok sayıda yenilenebilir enerji verisini toplamak, birleştirmek ve sentezlemektir (REN21, 2021).

REN21 yeleri, önerilen üç yıllık çalışma planını gözden geçirmek ve bir REN21 Yönlendirme Komitesi seçmek için üç yılda bir toplanır. Bu Yönlendirme Komitesi, REN21’in çalışma programına stratejik yön veren REN21 topluluğunu temsil eder. REN21, yenilenebilir enerji sektöründe güncel olarak neler olduğu ve son trendlerin gelecekteki gelişmeleri nasıl etkileyeceği hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca, bir diğer önemli faaliyeti yenilenebilir enerji geleceğinin sektörler ve disiplinler arasında nasıl gerçekleşeceğini enerji sektörü içindeki ve dışındaki aktörlerle tartışmaktır (REN21, 2021).

REN21, her yıl dünya çapındaki gelişmelere ilişkin olarak, Yenilenebilir Küresel Durum Raporu ve Küresel Vadeli İşlemler Raporu yayınlarken, özel odaklandığı

konularla ilgili ‘Şehirlerdeki Yenilenebilir Kaynaklar Küresel Durum Raporu’, bölgesel durum raporları ve tematik raporlar da yayınlamaktadır. İlk kez 2005 yılında yayımlanan ‘Yenilenebilir Küresel Durum Raporu’, belirli bir yıl için yenilenebilir enerjinin küresel durumunu sunduğu sağlıklı verilerle en başarılı şekilde gösteren, yenilenebilir enerji piyasasına ilişkin yaptığı yetkin analizlerle, endüstri ve politika trendleri hakkında en sık başvurulanan rapordur (REN21, 2021).

REN21’in en önemli etkinliklerinden birisi Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı (IREC)’dir. Bu uluslararası üst düzey politika etkinliğinde, toplum liderleri, politikalar ve deneyimlerle tanışma ve tartışma fırsatı bulmaktadır. Konferansın odak noktası, yenilenebilir enerjileri uluslararası, ulusal ve ulus altı düzeylerde ilerletmek için kolektif bilgi birikimi oluşturmaktır. IREC’in katılımcıları, küresel enerjide yenilenebilir enerjiye geçişi ilerletmek amacıyla, müzakere ve tartışmalara katılan iş dünyası, hükümetler, sivil toplum, bilim ve akademi temsilcilerinden oluşmaktadır. İki yılda bir düzenlenen IREC’e, ulusal bir hükümet ev sahipliği yapmaktadır (REN21, 2021).

4. TÜRKİYE’DE ENERJİ EKONOMİ POLİTİĞİ BAĞLAMINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ

Günümüzde çevre sorunları yaratan fosil enerji kaynaklarından, ekonomi ve çevre ile uyumlu bir denge içinde üretim yapabilecek yeni enerji türlerine geçiş yapılması gerektiği iddia edilmektedir. Bugün Türkiye Cumhuriyeti de diğer tüm dünya devletleri gibi enerji politikaları üretiyor. Bu bağlamda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bu enerji politikalarına yönelik yasal düzenlemeler yaparak kritik hedef ve

stratejileri belirlemektedir. Gelişen bir ekonomik yapıya sahip olan Türkiye, enerji sektöründe büyük ölçüde dışa bağımlı olup, ülke enerji ihtiyacının yüzde 70'ini yabancı ülkelerden karşılamaktadır. Bu dışa bağımlılığı azaltmanın en iyi yolu yerli, temiz ve güvenilir yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik enerji politikalarının oluşturulmasıdır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Faaliyet Raporu, 2020). Türkiye'nin, özellikle Rusya gibi ülkelerden ithalata olan önemli bağımlılığı göz önüne alındığında, geleneksel fosil yakıtlara olan yüksek bağımlılığını azaltmak için enerji portföyünü yenilenebilir enerjilere doğru çeşitlendirmesi hayati önem taşımaktadır. Bu şekilde enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmak için hızlandırılması gereken yenilenebilir enerjilere doğru çeşitlendirme, yalnızca jeopolitik riskleri azaltarak enerji güvenliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder, iklim değişikliğiyle mücadele için küresel çabalarla uyumlu hale getirir ve Türkiye için uzun vadeli enerji uygun fiyatlılığı ve istikrarını sağlar.

Gerek dünyada gerekse Türkiye'de uzun süredir petrol, doğalgaz ve kömür gibi yenilenemeyen enerji kaynakları yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu enerji kaynaklarının rezervleri hızla tükendiğinden, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere dünya ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarının keşfedilmesi ve kullanılması konusuna büyük önem vermeye başlamışlardır. Günümüzde bilinen yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin rezervlere sahip olan Türkiye'de, yenilenebilir enerji kaynakları ve bunların kullanımı konusunda çalışmalar son dönemde hız kazanmış ve bu nedenle Türkiye'de bazı yatırımlar yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların ve yatırımların henüz yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yeterli yasal düzenleme henüz oluşturulmamış; ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak için gerekli teknolojik altyapı eksikliği bulunmaktadır. Literatürde Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bazı araştırmalar mevcut ancak bu çalışmaların çoğunlukla yüzeysel olduğu görülmektedir. Bu nedenle Türkiye'de yenilenebilir enerjinin SWOT ve PESTLE analizinin yapılması, Türkiye'nin yenilenebilir enerji konusunda güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi, yenilenebilir enerjiye yönelik fırsat ve tehditlerin belirlenmesi gerekmektedir.

4.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, Türkiye'nin enerji ihtiyacında hayati bir rol oynamaktadır ve ülkenin enerji tüketiminin yaklaşık dörtte birini kapsamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çeşitli sektörleri kapsamakta olup, öne çıkan örnekler arasında konut binalarında çatı üstü güneş su ısıtma sistemleri ile belirli bölgelerdeki rüzgar gülleri yer almaktadır.

Rüzgar enerjisi altyapısı, başta batı bölgelerindeki kentsel merkezler ve endüstriyel merkezler olmak üzere, Türkiye'nin elektrik üretim kapasitesinin yaklaşık onda birini oluşturmaktadır. Bunun yanında, ülkenin doğusundaki barajlardan temin edilen hidroelektrik enerji, modern yenilenebilir enerji türlerinin en yaygın kullanılanı olup, Türkiye'nin elektrik arzının neredeyse beşte birini oluşturmaktadır. Ancak, özellikle kurak yıllarda hidroelektrik enerji üretimindeki dalgalanmalar, yenilenebilir enerji portföyünün çeşitlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Rüzgar ve hidroenerjiye ek olarak, diğer yenilenebilir kaynaklar arasında güneş ve biyogaz gibi kaynaklar yer almakta olup, bunlar 2022'de Türkiye'nin elektrik üretiminin yaklaşık onda birini oluşturmuştur. Türkiye, kurulu kapasite açısından Avrupa'da beşinci sırada ve dünya genelinde on ikinci sırada yer alarak, yenilenebilir enerji konusunda önemli bir ilerleme kaydetmiştir. 2022'nin sonunda, yenilenebilir enerji kaynakları ülkenin kurulu güç kapasitesinin etkileyici olarak %54'ünü oluşturmaktadır. (Shura, 2023)

Türkiye'nin güneş ışıınımı seviyelerinin elverişli olmasına rağmen, güneş enerjisi kullanımı nispeten gelişmemiştir. Bu durumun sebepleri arasında, şebeke altyapısı ve enerji politikalarının çerçevelerine ilişkin zorluklar yer almaktadır. Fosil yakıt sübvansiyonlarının kaldırılması gibi politika reformları ve şebeke modernizasyon girişimleriyle bu engellerin aşılması, güneş enerjisi kapasitesinin genişlemesini hızlandırabilir ve enerji sürdürülebilirliğini artırabilir.

Türkiye'nin enerji çeşitliliğindeki gelişimi, hibrit enerji santralleri planları ve enerji depolama teknolojilerinin entegrasyonu gibi devam eden ilerlemelerle belirginleşmektedir. (PWC, 2023)

4.1.1. Güneş Enerjisi

Türkiye'nin coğrafi konumu, özellikle güneş ışıınımı seviyelerinin oldukça yüksek olduğu Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz gibi bölgelerde, güneş enerjisinden

yararlanmaya oldukça elverişlidir. Ülkenin güneş enerjisi sektörü, ülkenin elektrik üretiminin %5'ine katkıda bulunan yaklaşık 12 giga watt (GW) güneş paneliyle önemli bir büyüme göstermektedir. (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. 2024) Bu genişleme, hem fotovoltaik (PV) sistemleri hem de güneş enerjisi termal kurulumlarını kapsayan çok çeşitli güneş enerjisi teknolojilerini içermektedir. Gelecek vaat eden ilerlemelere rağmen, Türkiye'nin güneş enerjisi dağıtım ve üretim kapasitesi İspanya gibi ülkelerin gerisinde kalıyor. Bu orantısız durum kısmen, tarihsel olarak Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin tam olarak hayata geçirilmesini engelleyen, geleneksel fosil yakıt bazlı enerji kaynaklarına yönelik teşviklerin yaygınlığına bağlanmaktadır.

Bununla birlikte, kurulu güneş enerjisi kapasitesinin her ek giga watt'ı, gaz ithalat maliyetlerinde tasarruf ve artan elektrik ihracat fırsatları da dahil olmak üzere önemli ekonomik faydalar sağlama potansiyeline sahiptir.

Son gelişmeler, genel sistem verimliliğini ve güvenilirliğini artırmak için tamamlayıcı enerji kaynaklarından yararlanarak güneş enerjisini hibrit enerji santrallerine entegre etme yönünde artan bir eğilime işaret ediyor. Bununla birlikte, şebeke ölçeğindeki güneş enerjisi projelerinin ölçeklenebilirliği, şebeke kapasitesi kısıtlamaları ve kurulu kapasite ve enerji satın alma anlaşmalarına ilişkin düzenleyici sınırlamalar dahil olmak üzere çeşitli zorluklar nedeniyle engellenmektedir.

Bu engellerin aşılması, güneş enerjisinin tüm potansiyelini ortaya çıkarmak için stratejik politika müdahalelerini ve şebeke altyapısına yatırım yapılmasını gerektirir. Buna paralel olarak, Türkiye'nin güneş enerjili su ısıtma sektörü, 1970'li yıllardan bu yana önemli bir yükselişe tanık olmuş ve vakum tüplü sistemler, ev uygulamalarında üstün verimlilikleri nedeniyle tercih edilen bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır.

Türkiye güneş enerjisiyle su ısıtma kolektörü kapasitesinde küresel liderler arasında yer almaktadır ve bu da güneş enerjisi termal endüstrisinin ülkedeki olgunluğunu yansıtır. Bununla birlikte, alan ısıtma uygulamaları için güneş enerjisiyle ısıtmanın yaygın olarak benimsenmesi, kısmen kömür bazlı ısıtma sistemlerini destekleyen mevcut sübvansiyonlar nedeniyle kısıtlı olmaya devam ediyor. Güneş enerjisinin benimsenmesini teşvik etmeyi amaçlayan politika girişimleri arasında şebekeye bağlı kurulumlar için tarife garantileri ve lisans gereklilikleri yer alıyor. Ancak, garantili tarife programlarının süresine ilişkin eleştiriler, güneş enerjisi altyapısına

sürdürülebilir yatırımı teşvik etmek için daha uzun vadeli teşviklere olan ihtiyacın altını çizmektedir. Ek olarak, yenilenebilir enerji kooperatiflerinin ortaya çıkışı ve tarımsal enerji kooperatiflerinin teşviki, merkezi olmayan yenilenebilir enerji gelişimi için umut verici yollar sunarak enerji geçişinde halk katılımını ve sahiplenmeyi de teşvik etmektedir.

Türkiye'de güneş enerjisi sektörünün çeşitli alanlarında yaklaşık 1.000 şirket yer almaktadır. Bunlara güneş modülü üretimi, inşaat, kablo üretimi, invertör üretimi, işletme ve bakım firmaları, akıllı şebeke teknolojileri, e-mobilite çözümleri, blok zinciri uygulamaları, enerji yönetimi ve izleme hizmetleri, enerji depolama çözümleri, enerji verimliliği teknolojileri ve danışmanlık hizmetleri dahildir. Ayrıca, daha küçük yerel hizmet sağlayıcıları hariç olmak üzere Türkiye genelinde aktif olarak faaliyet gösteren 250'den fazla Mühendislik, Tedarik ve İnşaat (EPC) şirketi bulunmaktadır. Bu gelişmeler, 2023 yılında 50.000'den fazla iş oluşturarak Türk güneş enerjisi sektöründe önemli istihdama yol açmıştır. (SolarPower Europe, 2023)

Genel olarak, yasal çerçevelerin yatırıma yardımcı olması ve mevcut engellerin aşılmasına yönelik destekleyici politikaların uygulanması koşuluyla, Türkiye'nin güneş enerjisi sektörü, sürdürülebilir enerji geçişini yönlendirmek için muazzam bir potansiyele sahiptir. Stratejik kamu-özel sektör iş birlikleriyle birlikte araştırma ve geliştirmeye devam eden yatırımlar, Türkiye'nin bol güneş enerjisi kaynaklarının kullanılması ve ülkenin daha sürdürülebilir bir enerji geleceğine doğru ilerlemesi açısından hayati öneme sahiptir.



Türkiye Güneş Işınımı Seviyeleri

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

4.1.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgar enerjisi, Türkiye'nin yenilenebilir enerji portföyünün önemli bir bölümünü oluşturmakta ve ağırlıklı olarak batı bölgelerinde, özellikle Ege ve Marmara bölgelerinde yer almasıyla, ülkenin elektrik arzının yaklaşık %10'una katkıda bulunmaktadır. Türkiye'nin 2023 yılı itibarıyla 11 giga watt (GW) rüzgar türbini kurulu kapasitesine sahip olmasıyla sektör istikrarlı bir büyümeye tanık oldu; bu rakamın 2035 yılına kadar 5 GW'ı offshore kapasitesi de dahil olmak üzere yaklaşık 30 GW'a ulaşması öngörülmüyor. (Shura. 2023)

Türkiye'de rüzgar enerjisi üretimi, önemli bir pazar payına sahip olan Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) gibi devlet mülkiyetindeki kuruluşların yanı sıra çok sayıda özel işletmenin bir karışımı ile karakterize edilmektedir. Rüzgar enerjisinin günlük elektrik karışımındaki payının 2022'de rekor olan %25'e ulaşması dikkat çekicidir; bu da rüzgar enerjisinin Türkiye'nin enerji dönüşümünde artan önemini ve potansiyelini ortaya koymaktadır.

Türkiye'nin karadaki rüzgar potansiyelinin 48 GW olduğu tahmin edilmekte olup, bu potansiyel ağırlıklı olarak rüzgar açısından zengin kuzeybatı bölgesinde

yoğunlaşmaktadır ve burada rüzgar hızları 50 metre yükseklikte saniyede 7,5 metreyi (m/s) aşmaktadır. (MFA, 2022) Kıyıya dik dağ sıralarıyla karakterize edilen hâkim topoğrafya, iç rüzgar akışlarını kolaylaştırırken, kuzeybatı bölgesi rüzgar santrali tesislerinin yoğunluğunu oluşturuyor. Bununla birlikte, şebeke bağlantısı ve enerji talebi dağıtımıyla ilgili zorluklar, ülkenin diğer bölgelerindeki rüzgar enerjisi gelişimi üzerinde kısıtlamalar oluşturmaktadır.

Açık deniz rüzgar potansiyelinin araştırılması, Türkiye'nin rüzgar enerjisi kapasitesinin genişletilmesi için umut verici fırsatlar sunmaktadır; teknik tahminler, sabit türbinler için 12 GW ve yüzer türbinler için 63 GW gibi önemli bir kapasiteyi önermektedir. Danimarka ile işbirlikçi girişimler, uygun yerler olarak belirlenen Marmara Denizi ve Karadeniz ile açık deniz rüzgar kaynaklarından yararlanmayı amaçlıyor. Bununla birlikte, çevresel etki değerlendirmeleri ve şebeke altyapısı iyileştirmeleri de dahil olmak üzere düzenleyici hususlar, açık deniz rüzgar dağıtımı için zorunludur.

Rüzgar santrallerinin kuşların göç yolları üzerindeki etkisine ilişkin endişeler, ekolojik bozulmaları en aza indirmek için dikkatli yer seçimini ve hafifletme önlemlerini gerektirmektedir. Algılanan istişare yetersizliklerinden kaynaklanan yerel muhalefete rağmen, kamuoyu genel olarak sürdürülebilir bir enerji çözümü olarak rüzgar enerjisi gelişimini desteklemektedir. Türkiye'deki rüzgar enerjisi sektörü, 2021 yılı itibarıyla 20 binin üzerinde kişinin doğrudan istihdam edilmesiyle istihdama önemli bir katkı sağlayan bir sektör haline gelmiştir. Ayrıca, rüzgar ve güneş enerjisi girişimleri, gaz ithalatında önemli tasarruflar da dahil olmak üzere önemli ekonomik faydalar sağlamış olup, çok yönlü avantajlara dikkat çekmektedir. (Ember, 2022).

4.1.3. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, dağlık araziler ve bol nehir kaynaklarıyla karakterize edilen topografik özelliklerinden yararlanarak Türkiye'nin elektrik üretiminin temel taşı konumundadır. Fırat ve Dicle gibi önemli nehir havzalarına sahip olan Türkiye, 700'ün üzerinde hidroelektrik santralinden oluşan sağlam bir altyapıya sahip olup, ülkenin elektrik üretim kapasitesinin yaklaşık %30'una katkıda bulunmaktadır. (TEİAŞ, 2021)

Türkiye'deki yıllık hidroelektrik üretimi, yağış düzenlerinin üretim seviyelerini etkilemesiyle önemli bir değişkenlik göstermektedir. Yağmurlu yıllarda hidroelektrik üretiminin artması sektörün iklimsel dalgalanmalara karşı dayanıklılığını ortaya koyuyor. Ancak, özellikle komşu ülkelerde baraj inşaatı etrafındaki çekişmeli tartışmalar ve çevre koruma kaygıları, enerji gelişimi ile ekolojik koruma arasındaki karmaşık etkileşimin altını çiziyor.

2021 yılında hidroelektrik, 31 GW kapasiteyle Türkiye'nin toplam elektrik üretiminin %17'sini oluşturdu. Özellikle, Devlet Su İşleri'nin sulama amaçlı su tasarrufuna yaptığı vurgu, özellikle kuraklıktan kaynaklanan elektrik talebindeki zirveler sırasında, Türkiye Elektrik İletim A.Ş.'in elektrik üretimi hedefleriyle zaman zaman çelişmektedir.

Türkiye'nin enerji stratejisi, iklim değişikliğinin yol açtığı kuraklıklara yanıt olarak değişime sahne olabilirken, güneş ve rüzgar enerjisinin yanı sıra hidroelektrik enerjinin de yük dengeleme açısından önemini koruyacağı öngörülüyor. (IICEC, 2021).

2021 yılında Türkiye'nin en uygun maliyetli elektrik kaynağı olmasına rağmen, tahminler 2026 yılına kadar hidroelektrik kapasitesinde ılımlı bir büyüme öngörüyor ve bu da kısmen rüzgar ve güneş alternatiflerinin rekabetçi fiyatlandırılmasına bağlanıyor.

Türkiye Enerji Bakanlığı, 2022 yılı itibarıyla ülkenin hidroelektrik potansiyelini 433 milyar kWh olarak belirledi; ekonomik olarak işletilebilir potansiyel ise 160 milyar kWh/yıl olarak tahmin ediliyor. Değişen dinamiklere yanıt olarak, mevcut altyapının yanı sıra güneş enerjisi entegrasyonu ile hidroelektrik kapasiteyi artırma çabaları, operasyonel riskleri azaltmaya ve enerji direncini artırmaya yönelik stratejik bir yaklaşımı ifade ediyor. Ayrıca, hidroelektrik tesislerinin mevcut sulama baraj sistemlerine dahil edilmesi fırsatlarının araştırılması, sürdürülebilir enerji gelişimi için uygun bir yol sunmaktadır. (ETKB, 2023)

Ancak yerel ekosistemlerin bozulması, toplulukların yerinden edilmesi ve kültürel mirasa yönelik tehditler de dahil olmak üzere çevresel etkilerle ilgili endişeler devam etmektedir. Uluslararası nehirler üzerindeki barajlar jeopolitik gerilimleri artırıyor ve aşağı havzada su kıtlığına neden olabilmektedir. Hidroelektriğin faydalarını çevresel

ve sosyal hususlarla dengelemek, sürdürülebilir kalkınma için çok önemlidir. (Hockenos P. 2019)

Garantili tarifeler ve bölgesel fiyatlandırma mekanizmaları gibi yasal düzenlemeler, Türkiye'de hidroelektrik enerjinin ekonomik manzarasını şekillendirmeye devam ediyor. Şubat 2022 itibarıyla hidroelektriğin garantili tarifi, dinamik piyasa güçlerine ve gelişen mevzuat değerlendirmelerine bağlı olsa da 400 Türk lirası (TL)/MWh seviyesinde bulunuyor. Seçilmiş hidroelektrik santralleri için kapasite mekanizması ödemelerinin entegrasyonu, sektördeki yatırımları teşvik etme ve şebeke istikrarını artırmaya yönelik devam eden çabaların altını çiziyor. (Kyrylo. 2022).

4.1.4. Biyokütle Enerjisi

Enerji üretiminin hayati bir bileşeni olan biyokütle, yakın zamanda ölen organizmalardan biyoenerji üretimi için kullanılan organik maddeleri kapsar. Buna odun, saman gibi tarımsal artıklar, mısır ve dallı çimen gibi enerji bitkileri ve evlerden ve endüstrilerden kaynaklanan organik atıklar dahildir. Odun ve yan ürünleri, doğrudan yakıt olarak kullanılan veya pelet yakıtı dönüştürülen birincil biyokütle enerji kaynağını oluşturur. (ETKB. 2022)

Biyoenerjinin çevresel etkisi, biyokütle hammaddelerinin kaynağına ve yetiştirme uygulamalarına bağlı olarak değişir. Enerji için odun yakmak karbondioksit salımına neden olurken, ağaç değişimini içeren sürdürülebilir ormancılık uygulamaları, yeni ağaçlar büyüdükçe karbondioksiti tutarak bu emisyonları dengeleyebilir. Ancak biyoenerji bitkilerinin yetiştirilmesi ekosistemin yer değiştirmesine, toprağın bozulmasına ve toprak ve su gibi kaynaklar için rekabete yol açabilir. 2022'de IEA, "biyoenerjinin sıfıra yakın emisyonlu bir yakıt olarak enerji geçişinde karbondan arındırmanın önemli bir dayanağı olduğunu" ve "Net Sıfır Senaryosuna uyum sağlamak amacıyla modern biyoenerji dağıtımını hızlandırmak için daha fazla çabaya ihtiyaç duyulduğunu" raporlamıştır.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verilerine göre, toplanabilir atıkların toplam ekonomik enerji eşdeğeri yılda yaklaşık 3,9 milyon ton petrol eşdeğeridir. Haziran 2022 itibarıyla biyokütle ve atık ısı enerjisine dayalı kurulu güç, 73 ilde bulunan

santrallerle 2.172 MW olup toplam kurulu gücün %2,14'ünü oluşturmaktadır. (ETKB, 2022)

4.1.5. Hidrojen Enerjisi

Türkiye, düşük karbon ekonomisine geçişteki potansiyelinin farkına vararak, hidrojen enerjisini enerji politikalarına entegre etme konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Hidrojenin alternatif yakıt olarak enerji yasa ve yönetmeliklerine dahil edilmesi, hidrojen yakıtlı araçların düzenlenmesi ve ulaşımda temiz enerji alternatiflerinde hidrojenin teşvik edilmesi gibi girişimler, Türkiye'nin hidrojen kullanımına yönelik destekleyici bir düzenleyici ortam geliştirme konusundaki kararlılığını göstermektedir.

İklim Zirvesi Komisyonu'nun tavsiyeleri ve "Orta Vadeli Program (2023-2025)"ın yayınlanması da dahil olmak üzere son politika gelişmeleri, Türkiye'nin net sıfır emisyon hedeflerine ulaşma ve çeşitli sektörlerde yeşil dönüşümü teşvik etme konusundaki kararlılığını vurgulamaktadır. Bu çabalar, "Türkiye Ulusal Enerji Planı" ve "12. Kalkınma Planı (2024-2028)" gibi belgelerde belirtilen daha geniş ulusal stratejilerle uyumlu olup, sürdürülebilir büyüme ve enerji güvenliğini desteklemek için hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesine odaklanıldığını göstermektedir. (ETKB, 2022)

İleriye bakıldığında, hidrojen teknolojilerinin etkili bir şekilde benimsenmesinin sağlanması, yeni hidrojen teknolojilerini uygulamaya hazır vasıflı bir iş gücünün yetiştirilmesine yönelik sinerjik çabalar ve eğitim programlarının geliştirilmesini gerektirecektir.

4.1.6. Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi, özellikle önemli dalga kaynaklarına sahip kıyı bölgelerinde sürdürülebilir elektrik üretimi için ümit verici bir yol sunmaktadır. (WRI, 2001)

Türkiye, Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz boyunca yaklaşık 7.200 kilometrelik geniş bir kıyı şeridine sahiptir. Bu geniş deniz bölgesi, kıyıları boyunca dalga enerjisi projelerinin geliştirilmesi için geniş fırsatlar sunmaktadır. Türkiye'nin stratejik coğrafi konumu, onu deniz dalgalarının enerji potansiyelinden yararlanmak ve enerji üretimini çeşitlendirmek için elverişli bir konuma yerleştirmektedir. Dahası, dalga enerjisinin Türkiye'nin yenilenebilir enerji portföyüne entegre edilmesi, ülkenin ithal

fosil yakıtlara bağımlılığının azaltılmasına ve enerji güvenliğinin artırılmasına katkıda bulunabilir.

Potansiyeline rağmen dalga enerjisinin Türkiye'de konuşlandırılması bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Bunlar arasında, dalga enerjisi altyapısının kurulması ve bakımıyla ilgili yüksek başlangıç sermaye maliyetlerinin yanı sıra, ülkenin çeşitli deniz ortamlarına uygun verimli dalga enerjisi dönüştürücülerinin tasarlanmasındaki teknolojik karmaşıklıklar da yer almaktadır.

Ek olarak, deniz enerjisi projelerini düzenleyen yasal çerçeveler, mevzuatlar ve şebeke entegrasyonu, Türkiye'de dalga enerjisinin yaygın olarak benimsenmesinin önünde önemli engeller oluşturmaktadır. Ancak uyumlu araştırma ve geliştirme çabaları, devlet kurumları, akademi ve sektör paydaşları arasındaki işbirlikçi ortaklıklar ve hedefe yönelik politika müdahaleleri ile Türkiye bu zorlukların üstesinden gelebilir ve ülkenin geleceği için sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak dalga enerjisinin tüm potansiyelini ortaya çıkarabilir.

Türkiye'de dalga enerjisi projelerinin uygulanması, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için dikkatle ele alınması gereken çeşitli potansiyel çevresel kaygıları da ortaya koymaktadır. En önemli endişelerden biri, memeliler, balıklar ve deniz kuşları da dahil olmak üzere deniz organizmaları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek, dalga enerjisi cihazlarının ürettiği elektromanyetik alanların ve su altı gürültüsünün etkileridir. Ek olarak, dalga enerjisi altyapısının fiziksel varlığı, deniz türlerinin davranışlarını değiştirerek yerel deniz ekosistemlerini bozabilir.

Bu ve benzeri çevresel endişelerin ele alınması, Türkiye'nin deniz ortamlarındaki dalga enerjisi projelerinin ekolojik ayak izini en aza indirmek için kapsamlı çevresel etki değerlendirmeleri, etki azaltma önlemleri ve paydaş katılımını gerektirmektedir.

4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Mevcut Durumu

Yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynakları, kendi ürettiği enerjiye eşdeğer veya tüketiş oranından daha hızlı bir şekilde yenilenebilen enerji kaynakları olarak tanımlanabilir. Türkiye'nin alternatif enerji kaynak türleri ve potansiyeli açısından zengin bir ülke olduğu ileri sürülebilir. Ayrıca Türkiye coğrafi konumundan dolayı güneşlenme süresi uzundur. Üstelik Türkiye hidrolik enerji açısından sayılı ülkeler arasında yer alıyor. Ayrıca rüzgâr enerjisi neredeyse 160 TWh civarındadır. Bu tür yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri çok düşük olup tükenme riski yoktur ve

bu kaynaklar konvansiyonel kaynaklar gibi doğa ve canlıların sağlığı için tehdit oluşturmamaktadır.

Yenilenebilir enerji yatırımları açısından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alan Türkiye, yenilenebilir enerji kapasitesini 2012 yılında 22,18 GW'tan 2019 yılında 44,58 GW'a çıkarmıştır. Böylece Türkiye toplam yenilenebilir enerji kaynakları kapasitesini 7 yılda iki katına çıkarmıştır. Ülke, yeterli kaynak donanımı, güçlü enerji yatırımları ve bu yatırımları destekleyen hükümet politikaları sayesinde 2009-2019 yılları arasında özellikle güneş enerjisi, rüzgâr enerji kaynaklarında önemli bir büyüme kaydetti. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi 2016'dan 2019'a 3 kat arttı. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payı 2019'da yüzde 44'e ulaştı. Böylelikle Türkiye elektrik payında yüzde 38 hedefini aştı. 11. Kalkınma Planında (2019-2023) toplam elektrik üretimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim yer almaktadır. Ayrıca 2017-2027 yılları arasında güneş enerjisi ve rüzgar enerjisine yapılan yatırımlar sayesinde Türkiye'nin 2027 yılında 10 GW ilave kapasiteye sahip olacağı ileri sürülmektedir.

2018 yılında elektrik üretimi kömürden %37,3, doğalgazdan %29, hidrolik enerjiden %19,8, rüzgar enerjisinden %6,6, güneş enerjisinden, %2,5 ve diğer çeşitli kaynaklardan %1,4 yapıldı. 2018 yılı sonunda kurulu güç kapasitesi 88,55 MW'a ulaşan Türkiye'nin kurulu gücün kaynaklar içindeki payına bakıldığında %31,9'unu hidrolik enerji, %25,6'sını doğalgaz, %21'ini kömür oluşturuyor. %0,5'i rüzgar enerjisi, yüzde 7,9'u güneş enerjisi, %5,7'si güneş enerjisi ve %5,9'u diğer kaynaklardır. Ayrıca Türkiye'de 2018 yılı sonu itibarıyla toplam 7.423 adet elektrik üretim tesisi bulunmaktadır. Bunların 653'ü hidroelektrik, 42'si kömür, 249'u rüzgar, 320'si doğalgaz, 5.868'i güneş ve 243'ü diğer çeşitli enerji santralleridir.

Türkiye enerji ihtiyacının yüzde 70'inden fazlasını ithal ediyor ve Türkiye'nin enerji bağımlılığı, enerji fiyatları nedeniyle hem makroekonomi hem de mikroekonomi üzerinde önemli bir baskı oluşturuyor. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ve tüketimi konusunda son dönemde çok mesafe kat etmiş olsa da henüz kullanılmayan çok büyük bir potansiyel var. Yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinden verimli ve etkin bir şekilde yararlanmak, ülkenin enerji ihtiyacının karşılanması açısından oldukça önemlidir. Türkiye'de yenilenebilir enerji konusuna özel bir önem verilmesi nedeniyle Türkiye'de 2011 yılında Yenilenebilir Enerji

Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin araştırılması, uygulamaların takip edilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin yapılması, yenilenebilir enerji politikalarının alt yapısının oluşturulması, güneş enerjisi, hidrolik enerji, rüzgar enerjisi ve biyoenerji konularında yerli ve milli proje ve teknolojilerin geliştirilmesi, çeşitli teşviklerin verilmesi ve destekler bu müdürlük tarafından yürütülmektedir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları açısından uygun bir konuma sahip olduğu ileri sürülebilir. Ancak bu kaynaklardan sağlanan üretim henüz oldukça düşüktür. Yenilenebilir enerji potansiyeli ile yenilenebilir enerji üretimi arasındaki açığı etkileyen kurulum maliyetleri ve mevzuat düzenlemeleri gibi pek çok faktör bulunmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 18). Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelinin enerji üretimine dönüştürülmesi, Türkiye'nin enerji açısından dışa bağımlılığının sona ermesi açısından büyük önem taşıyor. Çünkü günümüzde Türkiye, ülkenin enerji ihtiyacını karşılamak için fosil enerji kaynaklarını kullanıyor ve Türkiye'nin fosil enerji kaynakları yeterli değil; dolayısıyla Türkiye her gün enerji ithalatı yapmaktadır.

Yenilenebilir enerji potansiyelinin yeterli düzeyde kullanılması, enerji kaynaklarının çevreye verdiği zararları minimum düzeyde azaltacak ve Türkiye'de enerji güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca Türkiye, hidrolik enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyoenerji vb. alternatif enerji kaynaklarının enerji üretiminde kullanılmasına yönelik çeşitli yasal düzenlemeler yapmış, politika ve stratejiler hazırlamıştır.

4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Potansiyel Katkısı ve Önemi

Yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye'nin enerji portföyünün ayrılmaz bir parçasıdır ve ekonomik büyüme ile enerji güvenliğine önemli katkılar sunmaktadır. Çeşitli coğrafi özelliklerin ortasında avantajlı bir konuma sahip olan Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz gibi bölgeler yüksek güneş ışınlama seviyelerine sahiptir ve bu da Türkiye'yi güneş enerjisinden yararlanma açısından avantajlı bir konuma getirmektedir.

Yaklaşık 12 gigawatt kurulu güçle ülkenin elektrik üretiminin yaklaşık %5'ini oluşturan güneş enerjisi sektöründe önemli atılımlar yapılmaktadır. İlerlemeye

rağmen, mevzuattaki kısıtlamalar ve fosil yakıtları destekleyen mevcut teşvikler, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin hayata geçirilmesini engellemektedir. Bu engellerin aşılması, stratejik politika müdahalelerini ve şebeke altyapısına yatırım yapılmasını gerektirir; bu da, gaz ithalat maliyetlerinin azaltılması ve elektrik ihracatının artması gibi önemli ekonomik faydalar vaat etmektedir. (IICEC. 2021)

Türkiye'nin son yıllarda artan yenilenebilir enerji çalışmaları, güneş enerjisinin ötesinde rüzgar, hidroelektrik ve dalga enerjisi gibi çok sayıda kaynağı kapsıyor. Özellikle Ege ve Marmara gibi bölgelerde yaygın olan rüzgar enerjisi, 11 gigawatt kurulu güçle Türkiye'nin elektrik arzının yaklaşık %10'unu oluşturarak önemli bir büyüme kaydetti. Bununla birlikte, şebeke bağlantı sınırlamaları gibi zorluklar ve çevresel etkilerle ilgili endişeler, rüzgar enerjisinin genişlemesi üzerinde kısıtlamalar oluşturmaktadır. Bu zorluklara rağmen kamu desteğinin güçlü kalması, rüzgar enerjisinin sürdürülebilir bir çözüm olarak potansiyelinin altını çiziyor.

Ayrıca, Türkiye'nin dağlık arazisinden ve bol nehir havzalarından yararlanan hidroelektrik enerji üretimi de ülkenin elektrik üretimine önemli katkı sağlıyor. Yine de dalgalanan yağış düzenleri ve baraj inşaatlarını çevreleyen çevresel kaygılar gibi zorluklar, hidroelektrik gelişimine dengeli yaklaşımlar gerektirmektedir. Dikkatli değerlendirme ve hafifletme gerektiren çevresel zorluklara rağmen, Türkiye'nin geniş kıyı şeridi boyunca dalga enerjisinin araştırılması da ümit vericidir.

Umut verici beklentilere rağmen, olumsuz yönler ve çevresel etkiler dikkate alınmalıdır. Kaygılar arasında hidroelektrik baraj inşaatları gibi büyük ölçekli projelerin yerel ekosistemleri bozan ve toplulukların yerlerinden edilmesine neden olan çevresel sorunlar er almaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji altyapısının inşası ve bakımı, habitatın parçalanmasına ve doğal manzaraların değişmesine yol açabilir. Biyokütle kaynaklarının yoğun kullanımı, ormanların yok olması, toprağın bozulması, toprak ve su kaynakları için rekabet gibi riskler yaratarak çevresel zorlukları artırıyor.

Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmak, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma ve çevre korumayı da içeren daha geniş ekonomik hedefleriyle de uyumludur. Türkiye, daha temiz ve daha sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş yaparak, konvansiyonel enerji üretiminin çevresel etkilerini hafifletebilir, sera gazı emisyonlarını azaltabilir ve iklim değişikliği endişelerini giderebilir. Dahası,

yenilenebilir enerji altyapısının geliştirilmesi yerli yatırımı teşvik eder, yenilikçiliği teşvik eder ve istihdam fırsatları yaratır, böylece uzun vadeli ekonomik büyümeye ve dayanıklılığa katkıda bulunur.

Sonuç olarak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını artırma çabaları, komşu bölgelerdeki askeri çatışma ve jeopolitik gerilim tehlikelerine karşı proaktif bir tepkiyi temsil etmektedir. Türkiye, ithal fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltarak ve yenilenebilir enerji potansiyelini kullanarak enerji güvenliğini artırabilir, ekonomik riskleri azaltabilir ve jeopolitik belirsizliklerin ortasında sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı teşvik edebilir.

Bunlara paralel olarak, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, ülkenin ithal enerji kaynaklarına bağımlılığını azaltma ve enerji güvenliğini artırmaya yönelik iddialı hedefler belirlemiştir. 2019-2023 dönemi için belirlenen temel hedeflerden biri yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretim kapasitesinin toplam kurulu güç içindeki payının %59'dan %65'e çıkarılmasıdır. Bu stratejik girişim, Türkiye'nin enerji karışımını çeşitlendirme ve güneş, rüzgar, hidroelektrik ve biyokütle enerjisi gibi bol yenilenebilir kaynaklardan yararlanma konusundaki kararlılığını yansıtmaktadır. (ETKB 2019-2023 Stratejik Planı)

4.4. Türkiye’de Enerji Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Düzenlemeler

2005 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma konusundaki kararlılığının ve yol haritasının temelini oluşturmaktadır. Kanunun temel amacı, Kanunun 1'inci maddesinde de belirtildiği üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir ve ekonomik bir şekilde yaygınlaştırılmasını sağlamak, enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve de doğayı korumaktır.

Türkiye'nin kayda değer yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline rağmen, net enerji ithalatçısı olmayı sürdürmesi, yerli yenilenebilir enerji üretiminin teşvikler ve yasal çerçeveler ile desteklenmesi zorunluluğunu bizlere göstermektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek için, Türkiye yenilenebilir enerji girişimleri için lisans ücretlerinin düşürülmesi ve belirli süreler için yıllık lisans ücretlerinden muafiyetler de dahil olmak üzere birçok farklı teşvikler sunan, yeni düzenleyici yasaları uygulamaya koymuştur. Ek olarak, bu düzenlemeler yenilenebilir enerji kaynakları bazlı üretim tesislerine de öncelik vermektedir.

Başta güneş enerjisi üreticileri olmak üzere Türkiye'deki lisanssız jeneratörlerin, bulundukları bölgedeki dağıtım şirketlerinden veya endüstriyel lisans sahiplerinden teknik kontrol ve onay alması gerekmektedir.

Ancak bu düzenlemelerin iyileştirilmesinin bir parçası olarak, örneğin kömüre yönelik sübvansiyonların kaldırılması ve ihale sisteminin iyileştirilmesi gibi gelişmeler ile üretim önemli ölçüde artabilir. Ayrıca, Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne katılım yolculuğu da ulusal enerji stratejisi çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını güçlendirmeyi amaçlayan yasal ilerlemeleri kolaylaştırmıştır.

4.4.1. Kanunlar ve Yönetmelikler

2005 yılında TBMM tarafından kabul edilen 5346 sayılı Kanun, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi amacıyla kullanılmasına odaklanmaktadır. Bu mevzuat, rüzgar, güneş, biyokütle, biyogaz, dalga, akarsu, gelgit, nehir ve kanal tipi hidroelektrik üretim tesislerinin yanı sıra rezervuar alanı on beş kilometrekareden küçük olan hidroelektrik üretim tesisleri de dahil olmak üzere çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarını kapsamaktadır.

Bu kanuna göre, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesisler Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sertifikası (YEK Belgesi) almaya hak kazanarak mevzuatta belirtilen teşviklerden faydalanabilir. 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu da birden çok yapı ve haneye tesis edilen aynı tür yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesislerinin tek üretim lisansı kapsamında değerlendirilmesi gibi teşvikleri de içermektedir. Ayrıca, enerji sektörüne ilişkin düzenlemelerin yönetimi için 2001 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur.

5346 sayılı Kanun daha sonra eklemeler ile geliştirilmiştir. Örneğin, 6094 sayılı yenilenen kanuna göre şebekeye satılan ve şebekeden alınan enerji miktarı çift yönlü

sayaç ile kayıt altına alınacak ve satılan enerji alınan enerjiden fazla ise fazla enerji ücreti dağıtım şirketlerinden tahsil edilecektir.

4.4.2 Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Devlet Destekleri ve Teşvikler

Bu yasa ve yönetmelikler, Türkiye'de sürdürülebilir yenilenebilir enerji üretimi hedefinin ilerletilmesinde önemli adımları temsil etmektedir. Bu girişimler, yenilenebilir enerji sektöründe büyümeyi teşvik etmek için tasarlanmıştır. Yenilenebilir enerji projelerinin ülke genelinde yaygınlaştırılmasının teşvik edilmesinde garantili tarifeler ve yerli bileşen teşvikleri gibi önemli mekanizmalar bulunmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Kanunu kapsamında, bu teşviklerden yararlanmak isteyen proje kuruluşlarının, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından belirlenen, iyi tanımlanmış bir dizi başvuru prosedürünü takip etmesi gerekmektedir. Bu düzenleyici kurum, projelerin destek mekanizmalarına hak kazanmak için gerekli standartları ve kriterleri karşılamasını sağlayarak uyumluluğun sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

Eş zamanlı olarak, Türkiye Elektrik Piyasası İşletmecisi (EPIAŞ), enerji satışı düzenlemesinin gözetiminde önemli bir rol sahibidir ve böylece Yenilenebilir Enerji Kanunu ile oluşturulan destek mekanizmalarının etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır.

Türkiye'nin özellikle tarife garantisi teşvikleri, ülkenin yenilenebilir enerji gelişimini destekleme ve enerji güvenliğini sağlamaya yönelik stratejisinin temel taşıını oluşturmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Kanunu kapsamında yer alan bu tarifeler, yenilenebilir enerji üreticilerine cazip ücret oranları sunarak, genellikle on yıl gibi sabit bir süre boyunca istikrarlı ve öngörülebilir bir gelir akışı sağlamaktadır. Bu mali destek mekanizması, yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik için garantili fiyatlar sunarak yenilenebilir enerji projelerine yatırımı teşvik etmeyi ve böylece bu tür girişimlerle ilgili doğal riskleri azaltmayı amaçlamaktadır. Garantili tarifeler, uygun bir ekonomik ortam sağlayarak yatırımcıların güvenliğini artırır ve yenilenebilir enerji sektörüne sermaye girişini teşvik ederek yenilikçiliği teşvik eder.

Türkiye'nin tarife garantisi teşvik planının ayırt edici özelliklerinden biri de esnekliği ve farklı yenilenebilir enerji kaynaklarına uyulanabilirliğidir. Hidroelektrik, rüzgar, güneş, biyokütle enerji dahil olmak üzere çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları için, her kaynağın özelliklerini ve potansiyelini yansıtan özel tarife oranları sunulmaktadır.

Bu yaklaşım, tarife seviyelerinin farklı yenilenebilir enerji teknolojileriyle ilişkili maliyet ve faydalarla orantılı olmasını sağlar, böylece finansal kaynakların tahsisini optimize eder ve teşvik planının genel etkisini maksimuma çıkarır.

Bir başka dikkat çeken teşvik ise, yerli bileşen/parça teşviğidir, bu yaklaşım, yenilenebilir enerji tedarik zincirlerinin yerleştirilmesini teşvik etmeyi amaçlayan ülkenin yenilenebilir enerji stratejisinin önemli bir yönünü oluşturmaktadır. Türkiye, yenilenebilir enerji projelerinde yerli üretilen bileşenlerin kullanımını teşvik ederek, sınırları içinde ekonomik büyümeyi, istihdam yaratmayı ve teknolojik yeniliği teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Bu teşvikler, yerel bileşenler ve parçalar için belirlenen kriterleri karşılayan projelere mali ödüller sunarak yerli ürünlere olan talebi teşvik etmekte ve ulusal yenilenebilir enerji sektörünün gelişimini hızlandırmaktadır. Bu teşvik çerçevesinde, önemli oranda (%55) yerli üretim bileşen içeren yenilenebilir enerji projeleri, çeşitli mali teşviklerden faydalanabilmektedir.

Çoğunlukla Türk lirası cinsinden ifade edilen ve periyodik ayarlamalara tabi olan bu teşvikler yenilenebilir enerji sektöründe kendi kendine yeterliliği teşvik etmek için güçlü bir mekanizma görevi görmektedir.

Ayrıca, proje geliştiricileri ile yerel tedarikçiler arasındaki iş birliğini teşvik eden bu teşvikler, yenilenebilir enerji teknolojisi sağlayıcılarından oluşan canlı bir ekosistemin ortaya çıkmasının önünü açarak Türkiye'nin enerji güvenliğini ve dayanıklılığını daha da arttırmaktadır.

Bunların dışında, Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretimine yönelik aşağıdakiler gibi ekstra teşvikleri de bulunmaktadır.

Devlet mülkiyetindeki arazilere erişim teşviği. Bu teşvik, Türkiye'deki yenilenebilir enerji projeleri için önemli bir avantajdır, çünkü geliştiricilere tesisleri için daha düşük maliyetlerle arazi sağlama fırsatı sunmaktadır. Bu mevzuat, yenilenebilir

enerji yatırımı için mali bir teşvik sağlayan, devlete ait arazilere erişim ve kullanımla ilgili izin ücretleri ve kiralarda önemli maliyet düşüşlerini içermektedir.

Proje geliştiricileri, devlete ait arazilerden yararlanarak yer seçimi ve geliştirmedeki önemli engellerden birinin üstesinden gelebilir ve bu durum ülke genelinde yenilenebilir enerji projelerinin uygulanmasını kolaylaştırabilir.

Bir başka teşvik olarak devlete ait elektrik iletim şirketi TEİAŞ'ın kolaylaştırdığı öncelikli şebeke bağlantısı, yenilenebilir enerji projelerinin ulusal şebeke altyapısına hızlı erişim almasını sağlamaktadır. Bu öncelikli şebeke bağlantı durumu, yenilenebilir enerji üreticilerinin elektrik çıkışlarını mevcut iletim ağına sorunsuz bir şekilde entegre etmelerine olanak tanıyarak gecikmeleri en aza indirmekte ve elektrik arzının güvenilirliğini arttırmaktadır.

Türkiye, bu teşvik ile yenilenebilir enerji projeleri için şebeke bağlantılarına öncelik vererek, daha temiz ve daha sürdürülebilir bir enerji sistemine geçişi hızlandırma konusundaki kararlılığının altını çizmektedir.

Lisans ücretlerindeki indirimler ve muafiyetler, Türkiye'deki yenilenebilir enerji projelerine yönelik bir diğer önemli teşvik olup, gerekli izin ve lisansların alınmasıyla ilgili mali yükü azaltmaktadır. Bu indirimler, girişin önündeki mali engelleri azaltarak yenilenebilir enerji sektörüne daha fazla katılımı teşvik etmekte, daha rekabetçi bir piyasa ortamı sağlamakta ve temiz enerji altyapısına daha fazla yatırım yapılmasına olanak vermektedir.

Geçici kabulü takip eden ilk sekiz yıl boyunca yıllık lisans ücretlerinden muafiyet teşviği, yenilenebilir enerji projelerine, operasyonun kritik ilk aşamalarında önemli bir mali rahatlama sağlar.

Bu muafiyet süresi, proje geliştiricilerin kaynakları proje geliştirme, işletme ve bakıma daha etkili bir şekilde tahsis etmelerine olanak tanıyarak yenilenebilir enerji yatırımlarının finansal uygulanabilirliğini artırır.

Lisans değişiklik ücretlerindeki indirimler, proje lisanslarının değiştirilmesiyle ilgili idari maliyetleri azaltarak yenilenebilir enerji gelişimini daha da teşvik eder. Bu indirimler, proje geliştiricilerin önemli mali cezalara maruz kalmadan proje özelliklerinde veya operasyonel parametrelerde gerekli ayarlamaları yapmalarına olanak tanır. Bu indirimler, değişen koşullara veya gereksinimlere uyum sağlama

esnekliğini kolaylaştırarak, Türkiye'deki yenilenebilir enerji proje uygulamasının genel verimliliğine ve etkinliğine katkıda bulunmaktadır.

4.5. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının SWOT Analizi

Bu analiz, bir organizasyonun performansını etkileyen güçlü yönleri, zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri değerlendirmek için önemli bir araçtır. Bu analiz, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları bağlamında sektörün dinamiklerini şekillendiren iç ve dış faktörlere ışık tutar. (Daft, 2003)

Türkiye'nin yenilenebilir enerji geliştirme alanında diğer ülkelere karşı rekabet avantajı sağladığı güçlü yönler, güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi zengin doğal kaynakların yanı sıra yenilenebilir enerji altyapısı ve teknolojik uzmanlık yatırımlarını içermektedir.

Zayıf yönler, ülkenin yenilenebilir enerji sektöründe zorluklarla veya sınırlamalarla karşı karşıya olduğu alanları göstermektedir. Bunlar, yetersiz altyapı ve yasal zorluklardan, mali kısıtlamalara ve ithal teknolojilere bağımlılığa kadar değişmektedir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektöründe büyüme ve ilerleme potansiyeli sunan dış faktörler, temiz enerjiye yönelik küresel talebin artışı, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki sürekli gelişmeler, olumlu hükümet politikaları ve teşvikleri ile uluslararası iş birliği ve yatırım fırsatlarını içermektedir.

Tehditler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörünün büyümesine risk veya engel teşkil eden dış faktörleri kapsamaktadır. Bunlar ekonomik belirsizlikleri, siyasi istikrarsızlığı, mevzuat değişikliklerini, geleneksel enerji kaynaklarından gelen rekabeti, çevresel zorlukları ve sosyal sorunlarını içermektedir.

Analize başlamadan önce yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelini daha iyi bir şekilde ayrı ayrı anlamak gerekir. Türkiye, enerji üretimi için hidroelektrik enerjiden yararlanmaya elverişli bol nehir ve akarsu kaynaklarına sahiptir. Bu durum sürdürülebilir enerji üretimi için önemli bir fırsat sunmakta ve ekonomiye olumlu katkı sağlamaktadır.

Türkiye'de güneşli günlerin çokluğu göz önüne alındığında, güneş enerjisinin kullanımı sürdürülebilirliğin artırılması ve ekonominin desteklenmesi açısından umut verici fırsatlar barındırmaktadır. Bu yenilenebilir kaynaktan yararlanmak, enerji

sürdürülebilirliği ve ekonomik büyümede önemli ilerlemelere yol açabilir. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi konusundaki güçlü coğrafi kapasitesi, yerli türbin teknolojisiyle birleştiğinde, rüzgâr enerjisini ekonomik büyüme ve istihdamın temel itici gücü olarak konumlandırıyor. Bu potansiyelden yararlanmak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörünü önemli ölçüde güçlendirebilir ve ulusal kalkınma hedeflerine katkıda bulunabilir.

Biyokütle enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve entegrasyonu, Türkiye'de enerji kalitesinin artırılması ve ekonomik ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi açısından büyük bir potansiyel barındırmaktadır. Biyokütle enerjisindeki gelişmelerin benimsenmesi, daha yeşil ve daha dayanıklı bir enerji sektörünün önünü açabilir. Çeşitli sektörlerde hidrojen enerjisinin benimsenmesini hızlandırmak için vergi teşvikleri gibi devlet girişimleri şarttır. Türkiye, hidrojen enerjisinin kullanımını teşvik ederek enerji portföyünü daha da çeşitlendirebilir ve daha temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecini hızlandırabilir.

SWOT Analizi- Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları

4.5.1 Güçlü Yanlar:

- **Yüksek rezerv oranı:** Türkiye, güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanarak yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi için sağlam bir altyapıya sahiptir. (IICEC. 2021)
- **Coğrafi konum nedeniyle kaynak verimliliği:** Türkiye'nin stratejik konumu, yüksek güneş potansiyeli, elverişli rüzgâr koşulları vb. gibi unsurlar, yenilenebilir enerji projelerinin kolayca geliştirilmesine imkân tanımaktadır. (Dawood, Kamran. 2016)
- **Düşük işletme maliyetleri:** Ülke içindeki yenilenebilir enerji girişimleri, geleneksel enerji kaynaklarına göre daha düşük işletme maliyetlerine sahip olup, bu durum yatırımcılar için maliyet rekabetçiliği ve çekiciliği açısından avantajlar sunmaktadır. (PWC. 2023)
- **Devlet desteği:** Devlet yenilenebilir enerjiye giderek daha fazla öncelik vermekte, yenilenebilir enerji yatırımlarını ve dağıtımını teşvik etmek için destekleyici politikalar, teşvikler ve düzenlemeler uygulamaktadır. Bu

taahhüt, yatırımcıların güvenini artırır ve yenilenebilir enerji sektöründe uzun vadeli istikrarı destekler. (ETKB Stratejik Planı. 2019)

4.5.2 Fırsatlar:

- **Teknolojik ilerlemeler:** Türkiye, yenilenebilir enerji teknolojilerinde süregelen gelişmelerden yararlanarak yenilenebilir enerji sektöründe maliyetlerin azalmasına, verimliliğin artmasına ve yeniliklere yol açacak şekilde faydalanmalıdır. (ETKB Stratejik Planı. 2019)
- **Uygun maliyetli üretim:** Yenilenebilir enerji üretim maliyetleri sürekli düşmektedir, bu da yenilenebilir enerjiyi fosil yakıtlarla giderek daha fazla rekabetçi hale getirmekte ve ekonomik maliyetlerle uygun elektrik üretim fırsatları sunmaktadır. (PWC. 2023)
- **Ekonomik bağımlılığın azaltılması:** Yenilenebilir enerjiye yatırım yapmak, Türkiye'nin ithal fosil yakıtlara olan ekonomik bağımlılığını azaltarak, enerji güvenliğini ve dış şoklara karşı dayanıklılığı artırmaktadır. (T.C. On Birinci Kalkınma Planı. 2019)
- **Pazarın genişletilmesi ve istihdam:** Yenilenebilir enerjinin gelişimi, yeni pazar fırsatları yaratarak ekonomik büyümeyi, yeni iş yaratmayı ve ilgili endüstri ve sektörlerde yenilikçiliği teşvik etmektedir. (UNDP. 2022) Yenilenebilir enerji sektöründeki istihdamı hesaplamak zor olabilir, ancak NREL'in JEDI modeli 50 MW'lık enerji santralleri için doğrudan, dolaylı ve teşvik edilen işler olarak net bir hesaplama sağlamaktadır. Doğrudan istihdam, üretim, inşaat ve bakım işlerini içerir. Örneğin, 50 MW'lık boyutlarda incelendiğinde hidroelektrik barajları toplamda 1.578 iş, güneş santralleri 1.229 iş ve rüzgar santralleri 866 iş yaratır. (NREL) Özetle, yenilenebilir enerji bu kategorilerde istihdamı önemli ölçüde artırır. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından artan elektrik üretiminin istihdam üzerindeki etkisini incelemek oldukça önemlidir. Ülke çapında faaliyet gösteren 250'den fazla Mühendislik, Tedarik ve İnşaat (EPC) şirketiyle, yalnızca güneş enerjisi sektöründeki büyüme 2023 yılına gelindiğinde 50.000'den fazla iş ve istihdam yaratmıştır.

Yenilenebilir ve yeşil enerji alanında, çeşitli sektörler kurulum ve işletme aşamalarında iş yaratmaya önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır ve bulunmaya da devam edeceklerdir. Örneğin, hidroelektrik sektörü, 675.072 tam zamanlı iş sağlayarak en önemli istihdam yaratıcılarından biri olarak ortaya çıkmaktadır ve Türkiye'deki yenilenebilir enerji türleri arasında en büyük işveren paydasına sahip enerji türüdür. Rüzgar enerjisi sektörü 143.986 tam zamanlı iş ile onu takip ederken, güneş enerjisi sektörü 133.867 tam zamanlı istihdam oluşturmuştur. (M. Güllü, Z. Kartal. 2021)

Bu veriler ve istihdam rakamları, yenilenebilir enerji sektörünün Türkiye'de, özellikle hidrolik, rüzgar ve güneş enerjisi sektörlerinde yarattığı önemli istihdam fırsatlarını vurgulamaktadır. Bu eğilim yalnızca ülkenin ekonomik büyümesini desteklemekle kalmıyor, aynı zamanda yenilenebilir enerji altyapısı genişlemeye devam ettikçe daha fazla iş yaratma potansiyelinin de altını çiziyor. Örneğin, Türkiye için daha iddialı yenilenebilir enerji geçiş süreci planları izlenerek, beklenen istihdam etkisi rüzgar enerjisi alanında iki katına, güneş enerjisi alanında ise sekiz katına çıkarılabilir ve önümüzdeki on yıl içinde istihdam, 2029 yılına kadar 200.000'den fazla kişiye çıkarılabilir. (COBENEFITS, 2019)

- **Cari açık üzerinde olumlu etki:** Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretiminin artması ile enerji ithalatına bağımlılığının azalması, ülkenin cari açığı üzerinde olumlu etki yaparak makroekonomik istikrara katkıda bulunacaktır. (COBENEFITS. 2022) Bu durum özellikle jeopolitik olarak zorlukların ortaya çıktığı, fiyat şoklarının ve enerji güvenliği sorunlarının yaşandığı zamanlarda önemini bir kez daha göstermektedir.
- **Güneş mikro şebekelerinin depremlere karşı dayanıklılığı:** Güneş enerjisi üretimi ve pil depolamayı birleştiren mikro şebekeler, merkezi şebeke altyapısındaki kesintilere karşı daha az hassas olan yerleştirilmiş, merkezi olmayan güç kaynağı çözümleri sağlayarak depremlere karşı dayanıklılığı artırabilir. Bu yaklaşım sismik doğa olayları sırasında enerji güvenilirliğini artırmanın yanı sıra doğal afetler karşısında enerji bağımsızlığını ve sürdürülebilirliğini de teşvik etmektedir. (SHURA. 2023)

4.5.3 Zayıf Yanlar:

- **Yüksek Kurulum ve İlk Yatırım Maliyetleri:** Türkiye'deki yenilenebilir enerji projelerinin ilk yatırım maliyetleri nispeten yüksek olup, yatırımcılar ve proje geliştiriciler için mali engeller oluşturmaktadır. (WB. 2022) Yenilenebilir enerji yatırımlarının, geleneksel enerji yatırımlarına göre daha yüksek maliyetleri, bu sektördeki yatırım düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu durum, finansman bulma sürecindeki temel zorluklardan biridir çünkü yüksek maliyetli alanlara yatırım yapmak, birçok banka ve kurum için ekonomik olarak mantıklı görünmemektedir. Diğer taraftan, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkeler, yeşil tahviller ve yenilenebilir enerjiye odaklı diğer finansal araçlar da dahil olmak üzere güçlü bir finansal sektör desteği sağlamaktadır. Bu ülkeler, kamu ve özel bankalar tarafından desteklenen geniş kapsamlı güneş ve rüzgar enerjisi finansmanı örnekleriyle öne çıkmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji finansmanını geliştirmek için bankacılık sektöründen daha aktif katılımı teşvik etmesi ve mevcut büyük ölçekli yatırımları engelleyen altyapısal ve jeopolitik zorlukları ele alması gerekmektedir. (Baştürk, 2019)
- **Sınırlı Bütçeli Özel Girişimler:** Türkiye'de yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli şirketler sıklıkla bütçe kısıtlamalarıyla karşı karşıya kalıyor, bu da proje geliştirme ve genişletme kapasitelerini sınırlandırıyor. (WB. 2022)
- **Çevresel Olumsuz Etkiler:** Yenilenebilir enerji projelerinin habitat bozulması, arazi kullanımı değişiklikleri ve yaban hayatının bozulması gibi olumsuz çevresel etkileri olabilir. Örneğin, büyük ölçekli hidroelektrik barajlar habitatın parçalanmasına ve yerel flora ve faunanın yer değiştirmesine neden olabilmektedir; rüzgar santralleri ve güneş enerjisi tesisleri ise ekosistemleri etkileyebilmektedir. Ayrıca biyokütle enerjisi üretimi, sürdürülebilir bir şekilde yönetilmediği takdirde ormansızlaşmaya ve hava kirliliğine katkıda bulunabilir. Bu çevresel kaygıların ele alınması, Türkiye'de yenilenebilir enerji projelerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği ve kabulü açısından hayati önem taşımaktadır. (Hockenos P. 2019)
- **Ar-Ge ve Teknolojik Altyapı Eksikliği:** Türkiye, araştırma ve geliştirmeye (Ar-Ge) ve teknolojik yeniliğe artan yatırımlar yoluyla yenilenebilir enerji

sektörünü daha da geliştirme potansiyeline sahiptir. İlerleme kaydedilmiş olmakla birlikte, ülkenin yenilenebilir enerji kaynaklarından tam anlamıyla faydalanılması için gerekli iyileştirmeler de mevcuttur. Şu anda Türkiye, yenilenebilir enerji sektöründe lider ülkelerle karşılaştırıldığında Ar-Ge harcamaları ve teknolojik inovasyon konusunda daha geridedir. Türkiye, Ar-Ge yatırımlarına ve teşviklerine öncelik vererek, inovasyon kültürünü teşvik ederek, sürdürülebilir enerji üretiminde küresel pazardaki konumunu güçlendirebilir. (SHURA. 2022)

4.5.4 Tehditler:

- **Hızlı Nüfus Artışı:** Türkiye'nin hızlı nüfus artışı aynı şekilde enerji talebini de artırmaktadır. Bu durum da mevcut enerji altyapısı ve kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır. (TUIK. 2018)
- **Yatırım ve Ekipmanda Dışa Bağımlılık:** Türkiye'nin yenilenebilir enerji tesisi yatırımı için gerekli ekipman ve teknoloji ithalatında yurt dışına bağımlı olması, sektörü jeopolitik risklere ve tedarik zinciri aksaklıklarına maruz bırakmaktadır. (COBENEFITS. 2022)
- **Uzun Vadeli Teşviklerin İyileştirilmesi Gerekliliği:** Türkiye'deki enerji değişimi planları için devlet teşvikleri oldukça önemlidir. Bu teşvikler uzun vadede zayıf kalırsa ve aynı şekilde zayıf tanıtım kampanyaları ve destek mekanizmaları ile ilerlenirse bu durum yenilenebilir enerji yatırımlarını olumsuz etkileyebilir ve ülke genelinde bu enerji kaynaklarının benimsenmesini geciktirebilir. (Yılmaz. 2015) Teşviklerin her daim nasıl iyileştirilebileceği enerji geçiş politikalarında önemli bir rol oynamaktadır.
- **Bürokratik Engeller:** Ayrıca, karmaşık yasal süreçler, bürokratik engeller ve idari zorluklar, projelerin onaylanması ve uygulanması süreçlerini uzatabilir. Bu durum, yatırımcılar için ek maliyetler ve belirsizlikler yaratır, dolayısıyla yenilenebilir enerji projelerinin hayata geçirilmesini zorlaştırabilir. (Keskin, Y. 2022)

4.6. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının PESTLE Analizi

PESTLE (*Political, Economic, Social, Technological, Legal and Environmental*) analizi, sektörü etkileyen dış faktörlerin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamaktadır.

Siyasi Faktörler: Türkiye'nin siyasi manzarası yenilenebilir enerji politikalarının, düzenlemelerinin ve yatırım teşviklerinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Siyasi istikrar, kamu öncelikleri ve düzenleyici çerçeveler, yenilenebilir enerji girişimlerine verilen desteğin düzeyini ve yatırımcıların pazara giriş kolaylığını belirlemektedir.

Ekonomik Faktörler: GSYİH büyümesi, enflasyon oranları ve para birimi istikrarı dahil olmak üzere ekonomik koşullar, yenilenebilir enerji sektöründeki yatırım kararlarını ve proje fizibilitesini etkilemektedir. Ekonomik göstergeler aynı zamanda yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik tüketici talebini ve yenilenebilir enerji projelerini desteklemek için ayrılan devlet bütçelerini de etkilemektedir.

Sosyal Faktörler: Sosyokültürel eğilimler, halkın yenilenebilir enerjiye yönelik tutumu ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik toplumsal tercihler, yenilenebilir enerji çözümlerinin kabulünü ve benimsenmesini etkiler.

Demografik değişimler, kentleşme kalıpları ve toplumsal katılım girişimleri yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılmasını etkilemektedir.

Teknolojik Faktörler: Yenilenebilir enerji alanındaki yeni teknolojik gelişmeler, araştırma ve yenilikler, verimlilik, maliyet etkinliği ve performansta iyileşmelere yol açmaktadır. Enerji depolama ve akıllı şebeke çözümlerindeki gelişmeler gibi teknoloji detaylar, yenilenebilir enerji sektörünün gelecekteki gidişatını şekillendirmektedir.

Hukuki Faktörler: Türkiye'deki yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi, işletilmesi ve lisanslanması yasal çerçeveler, kanunlar ve mevzuata uygunluk gereklilikleriyle yönetilmektedir. Hukuki faktörler; çevresel düzenlemeleri, arazi kullanım politikalarını, enerji piyasası düzenlemelerini ve uluslararası anlaşma ve anlaşmalara uyumu kapsamaktadır.

Çevresel Faktörler: İklim değişikliğinin etkileri, kaynakların tükenmesi ve ekosistemin korunmasını da içeren çevresel faktörler, yenilenebilir enerjinin fosil

yakıtlara sürdürülebilir bir alternatif olarak benimsenmesini etkilemektedir. Çevresel faktörler aynı zamanda sera gazı emisyonlarının azaltılmasını, hava ve su kalite standartlarını ve biyolojik çeşitliliğin korunması çalışmalarını da kapsamaktadır.

4.6.1 Siyasi Faktörler:

Devlet Politikaları: Türkiye'nin mevcut siyasi yapısı, sağlam yasal çerçeveler ve destek mekanizmaları yoluyla yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmeye yönelik proaktif bir yaklaşımla belirgindir. 5346 sayılı Kanun gibi kanunların çıkarılması ve daha sonra yapılan değişiklikler, Türkiye'nin enerji üretimi için çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesini teşvik etme konusundaki kararlılığının altını çizmektedir. Bu tedbirler, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) ve Türkiye Elektrik Piyasası İşletmecisi (EPIAŞ) gibi düzenleyici kurumlar tarafından kolaylaştırılan üretim lisansı alımı vs. gibi mekanizmaları devreye sokmaktadır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji gelişimini teşvik etme ve enerji güvenliğini sağlama stratejisinin omurgasını oluşturan tarife garantisi teşvikleri ve yerel parça kullanımını teşvik eden girişimler özellikle önemlidir. Bu teşvikler, yenilenebilir enerji üreticilerine istikrarlı gelir akışları ve mali kolaylıklar sunarken, ülke içinde ekonomik büyümeyi, istihdam yaratmayı ve teknolojik yeniliği teşvik ediyor. Mali ve finansal teşvikler genellikle diğer araç türlerinden daha etkilidir çünkü kurulum ve işletme maliyetlerini azaltır. Başarılı teşvikler için şeffaf, istikrarlı ve iyi tasarlanmış politikalar hayati öneme sahiptir. (Bölük G, Kaplan R. 2021) Ayrıca, devlet arazilerine erişim, öncelikli şebeke bağlantıları ve ücret indirimleri gibi destek tedbirleri, yenilenebilir enerji projelerinin uygulanmasını daha da kolaylaştırmakta ve Türkiye'nin sürdürülebilir enerji geleceğine yönelik kararlılığını yansıtmaktadır.

Komşu Bölgelerdeki Askeri Çatışmalar: Siyasi faktörler açısından bakıldığında, Türkiye'nin komşu bölgelerindeki askeri çatışmalar, yenilenebilir enerji üretim ortamı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Komşu bölgelerdeki askeri çatışmalar, Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörünün büyümesi ve istikrarı önünde önemli engeller olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çatışmalar, yenilenebilir enerji altyapısının geliştirilmesi ve bakımı için gerekli olan temel bileşen ve ekipmanlara yönelik tedarik zincirlerini bozan bir dalgalanma etkisi yaratmaktadır. Bu çatışmalardan kaynaklanan artan güvenlik riskleri ve lojistik zorluklar, kritik parçaların tedarik

edilmesi, taşınması ve bakımındaki zorlukları daha da arttırmakta, projenin uygulanmasında gecikmelere yol açmakta ve yenilenebilir enerji projelerinin sorunsuz işleyişini engellemektedir.

Ayrıca komşu bölgelerdeki askeri çatışmaların yol açtığı jeopolitik gerilimler de Türkiye'nin enerji güvenliğine yönelik ek tehditler oluşturmaktadır. Diplomatik anlaşmazlıklar ve enerji tedarik zincirlerindeki aksaklıklar, Türkiye'nin kritik kaynaklara erişimini doğrudan etkileyebilir ve potansiyel olarak enerji kıtlığına ve ekonomik istikrarsızlığa yol açabilir. Bu zorlukların ışığında Türkiye, istikrarsız komşu bölgelere bağımlılığı azaltmak için yerli yenilenebilir enerji üretimini destekleme ihtiyacını vurgulamaktadır.

Üstelik askeri çatışmalar hem yenilenebilir hem de geleneksel enerji tesisleri de dahil olmak üzere kritik enerji altyapısının fiziksel hasara ve sabotaja karşı savunmasızlığını arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji tesislerini hedef alan terör saldırıları veya sınır ötesi saldırı olasılığı, bu varlıkları korumak için sağlam güvenlik önlemlerinin uygulanmasının aciliyetini vurgulamaktadır. Yenilenebilir enerji altyapısının dayanıklılığının artırılması, artan bölgesel çatışmalar karşısında çok önemli hale gelmektedir ve gelişmiş güvenlik teknolojilerine ve kapsamlı risk yönetimi stratejilerine yatırım yapılmasını gerektirmektedir.

Özetle, komşu bölgelerdeki askeri çatışmalar, Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörü için tedarik zincirlerindeki aksaklıklardan jeopolitik gerilimlere ve güvenlik tehditlerine kadar çok yönlü zorluklara yol açmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek, yerli yenilenebilir enerji üretimini güçlendirmek, lojistik ağlarını geliştirmek ve kritik enerji altyapısının güvenliğini ve dayanıklılığını güçlendirmek için güçlü bir çaba gerektirmektedir.

4.6.2 Ekonomik Faktörler:

Ekonomik Büyüme: Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, ekonomik büyümenin ve sürdürülebilirliğin desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar, ithal fosil yakıtlara bağımlılığı azaltarak ekonomik bağımlılığın azalmasına ve enerji güvenliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır. İthalata bağımlılığın azalması, küresel

enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar ve dış arz kesintilerinden kaynaklanan riskleri azaltarak Türkiye'nin makroekonomik istikrarını güçlendirmektedir.

Dahası, yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi ekonomik genişleme ve istihdam yaratılması için yeni alanlar açmaktadır. Yenilenebilir enerji sektörü büyüdükçe inovasyon, girişimcilik ve yan sanayilerin ortaya çıkması için yeni fırsatlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve diğer yenilenebilir enerji altyapı bileşenlerinin üretimi ve kurulumu, çeşitli sektörlerde istihdam yaratmakta ve ekonomik aktiviteyi canlandırmaktadır. Yenilenebilir enerji pazarının genişletilmesi aynı zamanda yerli ve yabancı yatırımları da çekerek ekonomik büyümeyi daha da teşvik etmektedir.

Ayrıca yenilenebilir enerji üretiminin artmasının olumlu etkileri Türkiye'nin bütçe dengesine ve ticaret açığına da yansımaktadır. Türkiye, yenilenebilir enerjiyi yaygınlaştırarak enerji ithalatına bağımlılığını azaltırken, enerji ithalatından kaynaklanan döviz çıkışını da azaltmaktadır. Ticaret açığındaki bu azalma, genel ekonomik istikrara katkıda bulunmakta ve Türkiye'nin küresel pazardaki mali konumunu güçlendirmektedir.

Buna örnek bir ülke olarak, Almanya nükleer enerjiden ve fosil yakıtlardan uzaklaşarak, imalat, kurulum ve araştırma alanlarında 300.000'den fazla iş imkanıyla, önemli bir istihdam kaynağı olarak hizmet veren güçlü bir yenilenebilir enerji sektörü yarattı. Yenilenebilir enerjiye yapılan bu vurgu, sektördeki büyümeyi hızlandırdı. Dahası, yenilenebilir enerjiye yatırım yapmak, Almanya'nın ithal fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltarak enerji güvenliğini ve fiyatlandırma istikrarını artırdı. Almanya'nın deneyimi, yenilenebilir enerjiye öncelik vermenin ekonomik büyümeyi nasıl teşvik edebileceğini, yenilikçiliği teşvik edebileceğini ve enerji bağımsızlığını güçlendirebileceğini göstermektedir. Dünya Bankası verileri de Türkiye'nin sera gazı emisyonunu azaltırken aynı zamanda GSMH'sinin yükseldiğini kanıtlamaktadır.

Genel olarak, Türkiye'de yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi ve büyümesi yalnızca enerji güvenliğini ve çevresel sürdürülebilirliği artırmakla kalmıyor, aynı zamanda ekonomik büyüme, istihdam yaratılması ve ticaret dengelerinin iyileştirilmesi için de katalizör görevi görüyor. Türkiye, yenilenebilir enerji potansiyelinden yararlanarak

yeni ekonomik fırsatların önünü açabilir, yatırımları çekebilir ve uzun vadeli sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edebilir.

Enflasyon: Türkiye'de enflasyon diğer gelişmekte olan piyasalara göre oldukça yüksek olup Türk lirasının USD ve EUR gibi önemli para birimleri karşısında hızla değer kaybetmesi enflasyonu daha da arttırmıştır. Mart 2018'in sonunda ABD doları başına 4,0 TL olan ve aynı yılın ağustos ayının ortasında ABD doları başına 7,0 TL'ye yükselen döviz kurundaki bozulma, yenilenebilir enerji de dahil olmak üzere çeşitli sektörleri etkilemiştir.

Türk lirasındaki değer kaybı, yenilenebilir enerji projeleri için gerekli olan ithal ekipman ve teknolojinin maliyetini arttırmıştır. Yenilenebilir enerji sektörü genellikle güneş panelleri, rüzgar türbinleri ve diğer altyapılar için ithal bileşenlere dayandığından, enflasyon ve para birimindeki devalüasyonla ilişkili yüksek maliyetler proje bütçelerini zorlayabilir ve yatırımı engelleyebilir

Ayrıca enflasyonun yol açtığı ekonomik istikrarsızlık, yenilenebilir enerji yatırımcıları ve geliştiricileri için belirsizlik yaratabilmektedir. Para birimi değerlerindeki dalgalanmalar ve artan maliyetler, yenilenebilir enerji projelerine uzun vadeli yatırımları caydırarak gecikmelere veya iptallere neden olabilir. Ayrıca, enflasyonist baskılar genel ekonomik ortamı etkileyerek tüketici harcamalarını ve hükümet bütçelerini etkileyebilir ve bu da yenilenebilir enerji gelişimine yönelik politika desteğini ve teşvikleri etkileyebilir.

Enflasyonun yenilenebilir enerji sektörü üzerindeki etkisini azaltmak için Türkiye'nin, para politikası ayarlamaları ve mali reformlar gibi ekonomisini istikrara kavuşturacak önlemler uygulaması gerekebilir. Yenilenebilir enerji bileşenleri için yerli üretim kapasitesinin artırılması ve yenilenebilir enerji teknolojilerinde yenilikçiliğin teşvik edilmesi de ithalata olan bağımlılığın azaltılmasına ve enflasyonun etkilerinin hafifletilmesine yardımcı olabilir. Üstelik istikrarlı ve öngörülebilir bir düzenleme ortamının sürdürülmesi, yatırımcılar arasında güven oluşturabilir ve ekonomik zorluklara rağmen yenilenebilir enerji sektöründe büyümenin devam etmesini destekleyebilir.

Maaş Seviyeleri: Türkiye'deki düşük maaş ve ücretler, özellikle de asgari ücret karşılığı çalışan işçilerin yaygınlığı, yenilenebilir enerji sektörü için önemli zorluklar oluşturmaktadır. Düşük ücret alan işçilerin orantısız derecede büyük bir payı, işgücü

arasında potansiyel bir satın alma gücü eksikliğine işaret etmekte ve bu da yenilenebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesini zorlaştırmaktadır. (Bakis, O., Polat, S. 2023)

Düşük ücretlerin başlıca etkilerinden biri ev ve işyerleri arasında yenilenebilir enerji çözümlerinin karşılanabilirliğinin azalmasıdır. Asgari ücret kazanan işçilerin oranının yüksek olması, nüfusun önemli bir kısmının güneş panelleri veya rüzgar türbinleri gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulumuyla ilgili ön maliyetleri karşılamada zorlanabileceğini göstermektedir. Bu ekonomik engel, yenilenebilir enerji altyapısının genişlemesini yavaşlatabilir.

Üstelik düşük ücretler yenilenebilir enerji sektöründeki işgücü piyasasını da etkileyebilir. Yenilenebilir enerji işgücüne vasıflı işçilerin çekilmesi ve işte tutulmasında zorluklara yol açabilir. Rekabetçi ücretler ve sosyal haklar olmadan sektör, nitelikli personel alımında zorluklarla karşılaşabilir ve bu da yenilenebilir enerji projelerinin büyümesine ve gelişmesine engel olabilir.

Ayrıca Türkiye'deki düşük sendikalaşma oranı, işçiler arasındaki toplu pazarlık gücünün zayıf olmasına katkıda bulunuyor. Bu kolektif temsil eksikliği, yenilenebilir enerji sektöründeki çalışanların daha yüksek ücretler ve daha iyi çalışma koşulları için pazarlık yapmasını zorlaştırabilir. Sonuç olarak işçiler düşük ücret almaya devam edebilir, bu da ekonomik sıkıntı döngüsünü daha da derinleştirebilir ve sektörün büyüme potansiyelini engelleyebilir.

Genel olarak, Türkiye'de düşük ücretler sorununun ele alınması ve işgücü piyasası koşullarının iyileştirilmesi, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi için elverişli bir ortamın teşvik edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Yatırımlar ve Borçlanmalar: Enerji yatırımlarındaki küresel artış eğilimine rağmen, Türkiye'nin enerji sektörü yatırımlarının toplam sabit sermaye yatırımları içindeki payı 2007-2018 yılları arasında %2,3 civarında nispeten düşük kalmıştır. Ancak enerji sektörünün toplam banka kredileri içindeki payı daha yüksek olup %7'ye ulaşmıştır. Bu durum enerji sektörünün diğer sektörlere göre daha yüksek borçlanma oranına sahip olduğunu göstermektedir.

Yerel ve uluslararası finans kuruluşları Türkiye'deki enerji yatırımlarının önemli finansman kaynaklarıdır. 2018 sonu itibarıyla yerel bankalar enerji sektörüne yaklaşık 45,4 milyar ABD doları finansman sağlarken, uluslararası finans kuruluşları özel enerji yatırımlarına 12 milyar ABD doları tutarında kredi sağlamıştır. Enerji sektöründeki toplam ödenmemiş krediler yaklaşık 57,4 milyar ABD doları seviyesinde olup, önemli bir kısmı orta ve uzun vadeli kredilerden oluşmuştur.

Enerji sektöründe kredilerin toplam yatırımlara oranının %60 civarında gerçekleşerek tüm sektörlerin sabit yatırım ortalamasının üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Bu, enerji projelerini finanse etmek için borçlanmaya yoğun bir bağımlılığın olduğunu gösteriyor. Yenilenebilir enerji yatırımlarında kredilerin payının (%67 ile %72) özellikle yüksek olması, yenilenebilir enerji gelişiminin desteklenmesinde finansmanın önemini vurgulamaktadır.

Yenilikçi finansman modellerinin ve teknolojilerinin benimsenmesinin yanı sıra finansman kaynaklarının çeşitlendirilmesi, bu zorlukların üstesinden gelmek ve ülkenin enerji dönüşümü gündemini ilerletmek için gerekli olacaktır. Finansman seçeneklerinin iyice değerlendirilmesi ve yenilenebilir enerji yatırımlarının önceliklendirilmesi sektörde sürdürülebilir büyümenin sağlanması açısından atılabilecek önemli adımlardır.

4.6.3 Sosyal Faktörler:

Nüfus Dağılımı: Türkiye'nin nüfusu istikrarlı bir şekilde artarak Aralık 2023 itibarıyla 85,3 milyona ulaştı ve yıllık olarak %0,11 büyüme oranı öngörülmüyor. Tahminler 2040'ta 100.331.233'e yükseleceğini, 2069'da ise 107.664.079'a ulaşacağını gösteriyor. Kentsel nüfus, nüfusun %75,1'i ile önemli bir orana karşılık geliyor. 2015 ile 2020 arasında yıllık kentleşme oranının %2,04 olduğu tahmin ediliyor. Fosil yakıtlar şehirlerdeki baskın enerji kaynağı olmaya devam etse de, sürdürülebilir alternatiflerin potansiyeli giderek daha fazla kabul görmektedir. Türkiye'de nüfus artışı yapılan araştırmalara göre kişi başına düşen GSYH'i olumlu yönde etkilemektedir (Coskun, S) ve ülkenin enerji potansiyeli ile karşılaştırıldığında nüfus artışı bir tehdit olarak görülmemektedir.

Yüksek kentsel nüfus ve enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmalara göre, nüfus kümelenmesinin enerji yoğunluğundaki iyileştirmeleri etkilediği ortaya çıkmıştır. Buna karşılık, daha az kentleşmiş alanlarda, nüfus dağılımı enerji etkinliğini daha da kötüleştirmiştir. Bu sonuçlar, nüfus kümelenmelerinin, yani büyük şehir nüfuslarının artmasının, enerji verimliliğinde iyileşmeye yol açacağını göstermektedir. (Otsuka, A.) Bu durum Türkiye'nin büyüyen kentli nüfusunu ve genişleyen büyükşehirleri düşünüldüğünde enerji verimliliği için bir avantaj olarak görülebilir.

Verimli altyapı ve akıllı eko-şehir tasarımları bu geçişi kolaylaştırmada hayati rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerini benimseyerek ve çevre dostu kentsel planlama stratejilerini uygulayarak şehirler fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltabilir ve çevresel bozulmayı azaltabilir.

Ayrıca artan kentsel nüfus, özellikle enerji talebinin yüksek olduğu kentsel alanlarda yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması için fırsatlar sunmaktadır. Çatı üstü güneş panelleri, kentsel rüzgâr türbinleri ve yenilenebilir kaynaklarla desteklenen bölgesel ısıtma sistemleri gibi yenilikçi çözümler, artan kentsel nüfusun enerji ihtiyaçlarının sürdürülebilir bir şekilde karşılanmasına yardımcı olabilir. Sürdürülebilir kentsel enerji çözümleri ve yenilenebilir enerji yatırımları yoluyla nüfus artışı ve nüfus yoğunluğunun ele alınması, Türkiye'nin enerji dönüşümü ve uzun vadeli çevresel sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Sağlık: Yenilenebilir enerjinin önemli faydalarından biri, özellikle hava kirliliğinden yoğun olarak etkilenen bölgelerde halk sağlığı üzerindeki olumlu etkisidir.

Örneğin Türkiye'de, özellikle Kocaeli'nde ve Dilovası ilçesinde, partikül madde 10 (PM10) başta olmak üzere hava kirliliğinin çeşitli ilçelerde yaygın olduğu gözlemlenmiştir. PM10 kirliliği fabrikalar, enerji ve yakma tesisleri, inşaat alanları, rüzgâr dağılımı, taş ocakları ve fosil yakıt tüketimi gibi endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Dilovası bölgesindeki fosil yakıtlardan enerji üretimi bölgede çevre kirliliğine bağlı ölüm vakalarının daha yüksek olmasına katkıda bulunuyor.

Solunum yolu hastalıkları ve kanser de dahil olmak üzere hava kirliliğinin sağlığa zararlı etkileri iyi belgelenmiştir. PM10 ve ağır metaller gibi kirleticilere uzun süre maruz kalmak, özellikle sanayi bölgelerine yakın yaşayan topluluklarda akciğer kanseri ve lösemi riskini önemli ölçüde arttırmaktadır. Dilovası'nda kansere bağlı

ölüm vakalarının daha yüksek olması, kirliliğe bağlı sağlık risklerini azaltmak için daha temiz enerji çözümlerine olan acil ihtiyacın altını çizmektedir.

Türkiye, yenilenebilir enerjiye geçerek, özellikle endüstriyel kirliliğe yatkın bölgelerde hava kalitesini iyileştirebilir ve halk sağlığını koruyabilir. Ayrıca yenilenebilir enerji altyapısına yatırım yapmak sürdürülebilir kalkınmayı da teşvik eder ve bu açıdan halk sağlığı sonuçlarında uzun vadeli iyileştirmelere katkıda bulunur.

4.6.4 Teknolojik Faktörler:

Teknolojik Gelişmeler ve Gerekli Eğitimler: Yenilenebilir enerji sektöründeki teknolojik yenilikler, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişinde büyük önem taşımaktadır. Ancak bu yeniliklerin etkililiği Türk işgücünün eğitim ve öğretim düzeyine ve işgücü piyasasının dinamiklerine bağlıdır.

Birincisi, Türkiye, AB'deki diğer az gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, işgücünde düşük ücretli çalışanların oranının yüksek olması nedeniyle sorunlarla karşı karşıyadır. Türkiye'de asgari ücret ve altında kazanan çalışanların oranı birçok AB ülkesiyle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Yapısal dönüşüm, işçiler arasındaki düşük eğitim düzeyi ve düşük sendikalaşma oranı gibi faktörler bu eşitsizliğe katkıda bulunmaktadır. Türkiye'de ücretlilerin neredeyse yarısının ağırlıklı olarak asgari ücret düzenlemelerine bağımlı olduğu göz önüne alındığında, ücret dinamiklerini etkili bir şekilde şekillendirebilecek kurumsal düzenlemelere ihtiyaç vardır. Ayrıca, eğitim politikasındaki iyileştirmelere rağmen, Türkiye'deki işgücünün önemli bir kısmının yeterli eğitimden yoksun olması, yenilenebilir enerji sektöründeki teknolojik ilerlemeleri ve yenilikleri engelleyebilmektedir. (Bakis, O., Polat, S. 2023)

Yenilenebilir enerji sektörünün talep ettiği beceriler ile işgücünün sahip olduğu beceriler arasındaki uyumsuzluk durumu zorlaştırmaktadır. Hem küçük hem de büyük ölçekli işletmelerin önemli bir yüzdesi, pozisyonlar için gerekli becerilere sahip çalışanları bulmakta zorluk yaşadıklarını bildirmektedir. Bu, yenilenebilir enerji sektörünün ihtiyaçlarına göre uyarlanmış eğitim ve öğretim programlarına yatırım yapmanın önemini vurgulamaktadır.

Bu zorlukların üstesinden gelmek için Türkiye, işgücünün teknolojik yeteneklerini ve becerilerini artırmayı amaçlayan girişimlere öncelik vermelidir. Bu, yenilenebilir enerji teknolojilerine odaklanan uzmanlaşmış eğitim programları, mesleki kurslar ve akademik müfredat geliştirmeyi içermektedir. Türkiye, işgücünü ilgili beceri ve bilgiyle donatarak yenilikçiliği teşvik edebilir ve yenilenebilir enerji sektöründeki ilerlemeleri teşvik edebilir.

Ek olarak, sektör paydaşları, eğitim kurumları ve devlet kurumları arasındaki iş birliğinin teşvik edilmesi, beceri açığının kapatılması ve yenilenebilir enerjideki teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi açısından çok önemlidir. Çıraklık programları, araştırma ortaklıkları ve endüstri-akademik değişim gibi girişimler bilgi aktarımını ve beceri gelişimini kolaylaştırabilir ve sonuçta Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörünün rekabet gücünü artırabilir.

Masraflar: Türkiye'de yenilenebilir enerji projeleri, geleneksel enerji kaynaklarına kıyasla daha düşük işletme maliyetlerine sahiptir. Yenilenebilir enerji üretiminin rekabet gücünü daha da artırmak amacıyla devlet, yenilenebilir enerji projelerinde yerli bileşenlerin kullanımını teşvik eden uygulamaları hayata geçirmiştir. Bu strateji yerli üretimi teşvik ederek, ithal bileşenlere olan bağımlılığı azaltarak ekonomik büyümeyi de desteklemektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın hazırladığı yerli parça teşviklerine göre yenilenebilir enerji projelerinin destekten yararlanabilmesi için belirli yerlileştirme şartlarını karşılaması gerekiyor. Örneğin desteklenen tesislerde kullanılan parçalar için minimum yerlilik oranı %51 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, ana kaynak dışındaki parçaların en az %51 yerli menşe sertifikasına, bütünleyici parça veya aksamların ise en az %70 yerli menşe sertifikasına sahip olması gerekmektedir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji projelerinde yerli parçaların kullanımına yönelik teşviklerinin sektöre birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Yerel üretimin geliştirilmesini teşvik ederek yerel işletmeler için fırsatlar yaratır ve ekonomik büyümeyi destekler. Bu uygulamalar, yerel kaynaklı parçaların kullanımını teşvik ederek ithalata olan bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olur.

Ayrıca, yerli yenilenebilir enerji tedarik zincirinin teşvik edilmesi istihdam yaratılmasına katkıda bulunmakta ve daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji sektörüne geçişi desteklemektedir.

4.6.5 Hukuki Faktörler:

Yenilenebilir Enerji Yasaları: Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektörü, devletin temiz enerjiye geçiş stratejisi gereği sağlam yasal altyapı ve çerçeveler ile teşvikler de dahil olmak üzere proaktif bir yasal güvenceden yararlanmaktadır. 5346 Sayılı Kanun gibi kanunlar, EPDK ve TEİAŞ gibi düzenleyici kurumlar yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ciddi yaklaşımın ve bağlılığının altını çizmektedir.

2020-2053 verilerine göre Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payında öngörülen artış, sürdürülebilirlik ve karbonsuzlaştırma yönünde önemli bir değişimin altını çiziyor. Yenilenebilir enerjinin birincil enerji kaynağı olduğu bir geleceğe doğru bu geçiş yeni yasal düzenlemeleri ve teşvikleri de yanında getirecektir. Bu nedenle, Türkiye'nin yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşma yolculuğu, piyasa entegrasyonunu kolaylaştıran, yenilenebilir enerji dağıtımını teşvik eden ve temiz enerji teknolojilerinde araştırma ve geliştirmeyi teşvik eden yasal önlemleri kapsayan sağlam yasal çerçevelerin oluşturulmasını gerektirecektir.

Türkiye, yenilenebilir enerji dağıtımına yönelik kapsamlı destek mekanizmaları sunan Almanya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu'ndan (EEG) ilham alarak yenilenebilir enerji yasalarını daha da güçlendirebilir. Türkiye, daha gelişmiş garantili tarifeler ve daha kolay öncelikli şebeke erişimi gibi benzer yasalarını geliştirerek daha fazla yatırım çekebilir ve yenilenebilir enerji gelişiminde ilerlemeyi hızlandırabilir.

Çok çeşitli yenilenebilir enerji teknolojilerinin vurgulanması ve yasal çerçevenin piyasa değişikliklerine ve teknolojik gelişmelere uyum sağlayacak şekilde düzenli olarak güncellenmesi esastır. Düzenleyici süreçlerin kolaylaştırılması ve şebeke erişiminin önceliklendirilmesi, yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesini daha da kolaylaştırabilir.

Genel olarak Türkiye, Almanya'nın EEG'sine benzer, mevcut yasaların daha da kapsamlı ve uyarlanabilir gelişmiş bir yasal çerçeve benimseyerek sürdürülebilir enerjiye geçişini daha da hızlandırabilir.

4.6.6 Çevresel Faktörler:

Karbon Ayak izi ve Çevre Kirliliği: Enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları, küresel iklim değişikliğine önemli bir katkıda bulunmaktadır. Bu etkiyi azaltmak için tüketimin azaltılmasına ve verimliliğin artırılmasına odaklanan bir enerji yönetim planı hayati önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesinin teşvik edilmesi ve enerji verimliliği sağlayan uygulamaların ve ekipmanların hayata geçirilmesi bu çabanın temel stratejileridir. Ülkeler, karbon yoğun fosil yakıtlardan temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yaparak sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltabilir ve iklim değişikliğini hafifletebilir.

Avrupa Birliği (AB), iklim değişikliğiyle mücadele için alınan proaktif önlemlerin konusunda iyi bir örnek oluşturmaktadır. AB, yenilenebilir enerji kullanımını artırmak ve karbon yoğun yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak için ortak bir çaba göstererek, 1990'dan bu yana emisyonlarda önemli bir azalma elde etti. Özellikle, daha fazla emisyon azaltımı için iddialı hedefler dikkate alınarak, net %55'lik bir emisyon azaltma hedefi belirlenmiştir. 2050 yılına kadar karbon ayak izini nötrlemeyi hedeflemektedir.

Ancak iklim değişikliğiyle mücadele küresel iş birliği gerektirmektedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve Paris Anlaşması gibi girişimler, iklim değişikliğini azaltmak ve herkes için sürdürülebilir bir gelecek sağlamak amacıyla uluslararası iş birliği için bir temel oluşturmaktadır. Türkiye, AB örneğini takip ederek ve yenilenebilir enerji üretimine öncelik vererek, iklim değişikliğiyle mücadele ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik küresel çabalarda önemli bir rol oynayabilir.

Bunların etkileri diğer bölümlerde de bahsedildiği gibi sağlıktan, ekonomik kalkınmaya, çevre kirliliğinin etkilerini en aza indirmeye kadar çeşitli faydalar sağlamaktadır.

Çevresel Yan Etkiler: Türkiye'deki yenilenebilir enerji projelerinin, özellikle de baraj inşaatlarını içerenlerin etkisi değerlendirilirken çevresel hususlar son derece önemlidir. Hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları temiz elektrik üretimi

için önemli bir potansiyel sunarken, bunların uygulanmasının çevresel açıdan derin etkileri de olabilir.

Baraj inşaatlarıyla ilgili temel kaygılardan biri doğal ekosistemlerin değişmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybıdır. Büyük lekli baraj projeleri genellikle geniş arazilerin sular altında kalmasını içerir, bu da yaşam alanlarının yok olmasına ve yaban hayatının yer değiştirmesine neden olur.

Örneğin, Türkiye'nin güneydoğusundaki Ilısu Barajı'nın inşası, Dicle Nehri boyunca uzanan değerli ekosistemler de dahil olmak üzere yaklaşık 313 kilometrekarelik alanın sular altında kalmasına neden olmuştur.

Dahası, baraj inşaatları nehrin doğal akış düzenini bozabilir, aşağı havzadaki ekosistemleri etkileyebilir ve tortu taşıma süreçlerini değiştirebilir. Nehir dinamiklerindeki bu değişiklik erozyona, elmeye ve su kalitesinde değişikliklere yol açarak sudaki biyolojik çeşitliliği ve balıkçılığı da etkileyebilir. Barajlar nedeniyle nehir sistemlerinin parçalanması, balık türlerinin göçünü de engelleyerek yerel biyolojik çeşitliliği daha da tehdit edebilir.

Ayrıca baraj inşaatlarının oluşturduğu rezervuarlar, su altında kalan organik maddelerin ayrışması yoluyla başta metan olmak üzere sera gazı emisyonlarına katkıda bulunabilir. Rezervuar kaynaklı metan emisyonları olarak bilinen bu olay, yenilenebilir hidroelektrik üretimiyle ilişkili çevresel faydaların bir kısmını dengeleyebilir.

Bu evresel zorlukların üstesinden gelmek için, baraj inşaatları gibi büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerine girişilmeden önce kapsamlı çevresel etki değerlendirmelerinin (ÇED'ler) yapılması önemlidir. ÇED'ler potansiyel çevresel risklerin belirlenmesine ve olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için hafifletici önlemlerin geliştirilmesine yardımcı olur. Ayrıca paydaşlar, yerel topluluklar ve evre kuruluşları tarafından dile getirilen endişeleri ele almak için şeffaf ve katılımcı karar alma süreçlerine dahil olmalıdır.

Türkiye'nin Karadeniz blęesi de yenilenebilir enerji projeleriyle, özellikle de hidroelektrik santrallerle (HES'ler) bağlantılı çevresel zorluklarla karşı karşıya kalmıştır. Bazı durumlarda HES'lerin sel ve heyelanlarla ilişkilendirilmesi, bunların yerel ekosistemler ve topluluklar üzerindeki etkilerine ilişkin endişeleri

arttırmaktadır. Dere yataklarının değiştirilmesi ve dere ıslah çalışmalarının yapılması da bölgedeki taşkınlara neden olan faktörler arasında görülmektedir.

Bu sorunları hafifletmek için, yenilenebilir enerji projelerini planlarken ve uygularken titiz fizibilite çalışmaları ve en iyi endüstri standartlarına bağlılık çok önemlidir.

Kapsamlı ÇED'ler potansiyel riskleri değerlendirmeli ve karar alma süreçlerinde şeffaflığı ve kapsayıcılığı sağlamak için yerel topluluklardan, çevre örgütlerinden ve devlet kurumlarından paydaşları dahil etmelidir. Ayrıca, yenilenebilir enerji altyapısının tasarımını, inşasını ve işletimini düzenleyen endüstri standartlarının oluşturulması ve uygulanması, habitat bozulmasını en aza indirebilir, sel risklerini azaltabilir ve etkilenen bölgelerdeki biyolojik çeşitliliği koruyabilir.

Türkiye, proje planlaması ve uygulamasında çevrenin korunmasına öncelik vererek ve en iyi uygulamaları benimseyerek yenilenebilir enerji projelerinin olumsuz etkilerini azaltabilir.

4.7. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Stratejileri

Türkiye’de enerji sektörü, Cumhuriyetin ilk döneminden itibaren yabancı yatırımlar üzerine kurulmuş ve gelişmiştir. 1923’te İzmir İktisat Kongresi’nde yerli sermaye ve ekonominin korunması, ülkenin enerji ihtiyacının maden kömürüyle karşılanması gibi kararlar alınmasına rağmen, bu politikalar beklenen sonuçları vermemiş ve 1930’larda devletçilik ilkesi benimsenmiştir. Bu dönemde özel sektörün enerji yatırımlarını karşılamada yetersiz kaldığı durumlarda devlet müdahaleleri artmıştır. Ancak 1980’lerde Türkiye serbest piyasa ekonomisine geçiş yapmış ve hükümet, özel sektör yatırımlarını teşvik ederek elektrik sektörünü liberalleştirmeye başlamıştır. (Yılmaz, 2020)

Türkiye’de 1950’li ve 1960’lı yıllarda 1. ve 2. Beş Yıllık Kalkınma Planları uygulanmış ve hidroelektrik, odun, hayvan ve bitki atıklarından oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkenin toplam enerji tüketimindeki payı yüzde 50 civarında olmuştur. 1970’li yıllarda ithal ikameci sanayileşme politikasının etkisiyle hızlı sanayileşme ve kentleşme enerji tüketiminde patlamayı beraberinde getirmiştir. Böylece nihai enerji tüketiminde petrolün payı yüzde 46,7’ye yükselirken, yenilenebilir enerji kaynaklarının nihai enerji tüketimindeki payı yüzde 31,3’e geriledi. 1973-1979 yılları arasında dünyada önemli petrol krizleri yaşanmış,

Türkiye'de petrolün enerji tüketimindeki payı 1970'lerin sonunda neredeyse yüzde 50'lere kadar çıkmış; ancak bu pay zamanla yeterince azalmamış ve 2000 yılında hala yüzde 43,8 düzeyinde kalmıştır. Bu durum, Türkiye'nin 1970'li yıllardaki petrol krizinden etkin biçimde yararlanamadığını göstermektedir. 1980'li yıllardan 2000'li yılların başına kadar yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi yıllar itibariyle azalma eğilimi göstermiş, yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı yüzde 10'un altına düşmüştür. Özellikle kırdan kente göç bu durumu tetiklemiştir. Türkiye'nin 5. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1985-1989) ülkenin hem yerli kaynakların hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinden faydalanması ve bu konudaki girişimlerin desteklenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Türkiye'nin 6. Beş Yıllık Kalkınma Planında (1990-1994) hidrolik enerji ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Ancak 5. ve 6. Beş Yıllık Kalkınma Planı dönemlerinde ciddi yenilenebilir enerji yatırımları yapılamadığı gibi, yeterli devlet teşvikleri de verilmiyor (Bobat ve Özdemir, 2016: 150).

Türkiye 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1996-2000) yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının ülke genelinde yaygınlaştırılması gerektiği belirtilmiş, endüstriyel ve sosyal hayatta enerji yoğunluğunun azaltılması, verimliliğin artırılması, enerji maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle enerji tasarrufu yapılması, enerji kaynaklarının kalitesiz ürünlerden oluşması, ithal enerji kaynakları nedeniyle dış ödemelerin artması vb. Türkiye'nin 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (2001-2005) belirtilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimine ilişkin 5346 sayılı kanun da bu dönemde yasalaşmıştır.

Avrupa Birliği'ne uyum çalışmaları kapsamında düzenlenen 7 yıllık 9. Kalkınma Planı (2007-2013) hazırlandı. Bu planda da enerji üretim mekanizması içerisinde yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarının payının maksimum düzeye çıkartılacağı belirtildi. 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (2014-2018), yenilenebilir enerjinin ekonomideki payının maksimum seviyeye ulaşması için yenilenebilir enerji teknolojilerinde yerli ekipman oranının artırılması gerektiği belirtildi. Türkiye'nin 11. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2019-2023) yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan elektrik üretiminin artırılmasını, yenilenebilir enerji üretiminin enerji şebekesine entegrasyonuna yönelik altyapı yatırımlarının yapılmasını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasını vurgulamıştır.

Kalkınma planlarının yanı sıra Türk hükümetleri özellikle 2000'li yıllardan önce hükümet programlarında yenilenebilir enerji konusuna yer vermiştir. Ancak dikkat çeken ilk gelişme, 2001 yılında enerji piyasalarında liberalleşme ve yeniden yapılanmayı hedefleyen 4628 sayılı Enerji Piyasası Kanunu (EPK) ile yaşandı. Bu kanun, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine yönelik ilk devlet teşvikini getirmiştir (Küçükali ve Barış, 2012: 3).

Ayrıca, Türkiye'nin 2000'li yılların başında artan enerji ihtiyacını karşılamak, enerji üretim ve tüketimini kontrol altına almak amacıyla 2003 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur. EPDK'nın kurulmasıyla kamu ve özel enerji yatırımları kontrol altına alındı. EPDK, 2004 yılında dünyadaki tüm enerji yatırımlarını gözlemlemeye başladı ve Türkiye'nin gelecekteki enerji politikaları için yeni yol haritaları belirledi. Bu yol haritaları kapsamında hükümet, ulusal yenilenebilir enerji kaynağı potansiyelinin önemini fark etmiş ve bu potansiyelden yararlanmak için çalışmalara başlamıştır.

Türkiye'de yakın zamanlarda başlatılmış olan enerji politikaları, milli, sürdürülebilir, yenilenebilir ve çevre dostu elektrik üretim kaynaklarının tercih edilmesi amacını taşımaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikalarına yönelik hedefleri, Avrupa Birliği Bakanlığı tarafından 2014 yılında aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.:

- **Elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması,**
- **Güvenli, ekonomik ve düşük maliyetli yenilenebilir enerji üretiminin teşvik edilmesi,**
- **Enerjide kaynak çeşitliliğinin arttırılması,**
- **Sera gazı emisyonunun azaltılmasını sağlamak,**
- **Atık ürün kullanımının arttırılması ve doğanın korunması,**
- **Yenilenebilir enerji piyasasına ilişkin mekanik veya elektro-mekanik üretim sektörünün geliştirilmesi,**
- **Potansiyel hidroelektrik enerjisinin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması,**
- **Rüzgâr enerjisi kurulu güç potansiyelinin 20.000 MW seviyesine çıkarılması,**

- Güneş enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin gerekli düzenlemelerin yapılması,
- Milli, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması amacıyla alınan tedbirlerle elektrik üretiminde kullanılan doğalgaz kullanımının yüzde 30'a düşürülmesi.

Türkiye'nin orta vadeli programına göre cari açığın azaltılması amacıyla özellikle enerji ve enerji hammaddelerinde ithalatın azaltılacağı belirtildi. İthalatın azaltılması için şu önlemlerin alınması gerekmektedir (Kaya, 2016):

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam kurulu güç içindeki payı artırılacaktır.
- Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulumunda ve işletilmesinde kullanılan gerekli ekipmanların ithalatı azaltılacak, yerli ve milli üretim teşvik edilecektir.
- Yurt içi kaynak arama faaliyetleri artacaktır.
- Konutta, sanayide ve ulaşımda enerjinin daha verimli kullanılması teşvik edilecektir.
- Elektrik üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinde verimlilik artırılacaktır.

4.8. Yenilenebilir Enerji ve Türkiye'nin Enerji Güvenliği

Enerji güvenliği, enerji kaynaklarının kesintisiz olarak ve uygun bir fiyata mevcut olması olarak tanımlanır. Enerji güvenliği, sürdürülebilir kalkınma için hayati öneme sahip olup, ekonomik, çevresel, sosyal ve askeri politikaların kalbinde yer alır.

Türkiye'nin enerji güvenliği konusunda çeşitli endişeleri bulunmaktadır. Türkiye'nin enerji güvenliği riskleri, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, uluslararası ilişkiler, talebe göre yeterlilik ve erişilebilir/uygun fiyatlı/rekabetçi/güvenilir/kesintisiz enerji temini gibi enerji güvenliği faktörlerini içermektedir.

Türkiye'nin tarihsel olarak doğal gaz ve petrol ithalatı yaptığı ülkelerde meydana gelen askeri çatışmalar ve Türkiye'nin komşu olduğu bölgelerdeki askeri ve diğer siyasi problemler enerji arzı konusunda enerji güvenliğinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

ABD Ticaret Odası (Chamber of Commerce) tarafından hazırlanan Uluslararası Enerji Güvenliği Riski Endeksi ülkeler arasındaki enerji güvenliği sıralamasını görmemizi sağlamaktadır. Bu endeks uluslararası enerji güvenliğine olumlu veya olumsuz katkıda bulunan ülke politikaları ve diğer faktörleri belirlemek için ölçülebilir verileri, geçmiş siyasi eğilimleri ve gelecek tahminlerini kullanır. Enerji güvenliği endeksine göre Türkiye, OECD ortalamasının üzerinde riske sahip olarak belirlenmiştir. (ESRI. 2018)

Enerji güvenliğinin artırılması için enerji portfolyosunun çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımların artması oldukça önemlidir. Yenilenebilir enerji kullanımının artmasıyla Türkiye'ye sağladığı bir diğer önemli fayda da, ülkenin savaş ve benzeri askeri çatışmalar nedeniyle ortaya çıkan enerji krizlerinden kaçınmasına yardımcı olmasıdır.

Jeopolitik gerilimler arttıkça, Türkiye'nin enerji güvenliği ulusal güvenliğiyle giderek daha fazla iç içe geçmektedir. Ülkenin yabancı enerji kaynaklarına bağımlılığı ve petrol ve doğalgaz boru hatları için geçiş merkezi olan coğrafi konumu bu riskleri arttırmaktadır. Petrol geçişinde bölgedeki önemli bir ülke olan Gürcistan'ın 2008 yılında Rusya tarafından işgal edilmesi ve NATO'nun buna tepkisi, potansiyel olarak ülkeler arasında enerji güvenliği konsepti üzerinden yeni bir çatışma döneminin başlangıcına işaret etmiştir. (Yalçınkaya, A., Rashid, Y. 2021)

ABD'nin ekonomik gücü büyük ölçüde doların küresel olarak, özellikle de petrol piyasasında birincil işlem ve rezerv para birimi olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu stratejik avantaj, ABD'nin küresel ekonomik koşulları şekillendirmesine ve ekonomik hakimiyetini sürdürmesine olanak tanımaktadır. Ancak bir ekonomi için petrole ve fosil yakıtlara aşırı bağımlılık önemli enerji güvenliği riskleri de doğurmaktadır. Sahip olunan ve kullanılan enerji kaynaklarını çeşitlendirerek ve yenilenebilir enerjiye yatırım yaparak bu kırılganlıklar azaltılabilir, böylece ulusal güvenlik artırılabilir ve öngörülemeyen fosil yakıt piyasalarına olan bağımlılık azaltılabilir. (Alakel & Bakir, 2011) Benzer şekilde, Türkiye gibi ülkeler için yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, yalnızca enerji güvenliği kaygılarını gidermekle kalmayacak, aynı zamanda ithal fosil yakıtlara bağımlılıkla ilişkili jeopolitik riskleri de azaltarak enerji bağımsızlığını ve istikrarını artıracaktır.

İşte bu nedenle, Türkiye, özellikle Suriye, Irak, Rusya ve Ukrayna gibi komşu bölgelerdeki çatışmaların yarattığı acil tehlikeler ışığında, ekonomisinin enerjiye bağımlılığını azaltmanın bir yolu olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını desteklemeye yönelik aktif stratejiler izlemektedir.

Bu bölgelerdeki jeopolitik istikrarsızlık, başta doğalgaz ve petrol olmak üzere enerji ithalatına bağımlılığı göz önüne alındığında, Türkiye'nin enerji güvenliği açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Devam eden çatışma ve gerilimlerin ortasında, enerji tedarik yollarındaki aksaklıklar ve jeopolitik değişimler, enerji fiyatlarında ani yükselişlere ve arz kıtlıklarına yol açarak Türkiye'yi ekonomik kırılganlıklara da maruz bırakabilir.

Bu riskleri ve ithal fosil yakıtlara bağımlılığını azaltmak için Türkiye, yenilenebilir enerji sektörünü geliştirme çabalarını devlet kurumlarının ve bakanlıkların gelecek planlamalarında da görüldüğü üzere oldukça yoğunlaştırmıştır. Bu stratejik yaklaşım, Türkiye'nin enerji güvenliğini güçlendirmekle kalmıyor, aynı zamanda jeopolitik belirsizliklere ve küresel enerji piyasalarındaki dalgalanmalara karşı duyarlılığını da azaltıyor.

4.9. Türkiye'nin İklim Politikaları ve Uluslararası İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

COP olarak bilinen yıllık Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı, COP28 olarak 28. kez 30 Kasım- 13 Aralık 2023 tarihleri arasında Expo City, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri'nde gerçekleşti. 13 Aralık'ta konferans başkanı Sultan Al Jaber, BAE Mutabakatı olarak bilinen nihai bir uzlaşma anlaşmasını duyurdu. Bu dönüm noktası niteliğindeki anlaşma, imza sahibi ülkelere, 2050 yılına kadar net sıfır emisyon elde etmeyi hedefleyerek karbon enerji kaynaklarından adil ve eşitlikçi bir şekilde uzaklaşma taahhüdünde bulunmaktadır. Bu anlaşma COP tarihinde ilk kez küresel bir anlaşmanın her türlü fosil yakıtın aşamalı olarak ortadan kaldırılması ihtiyacını açıkça belirttiğine işaret etmektedir.

Eski zirvelerde de Türkiye'yi yakından ilgilendiren bir çok karar alınmıştır. Örneğin, COP24'ün Katowice İklim Paketi, Türkiye'nin taahhüt ettiği Paris Anlaşması'nın uygulanmasına yönelik temel yönergeler sağlamaktadır. COP26'nın bu yönergeleri tamamlaması ve iklim taahhütleri konusunda hesap verebilirliği vurgulaması ile Türkiye, bu şeffaflık kurallarını benimseyerek raporlama doğruluğunu arttırmaya

yönelik adımlar atmalıdır. Bu yaklaşım aynı zamanda Türkiye'nin gelişmekte olan ülkelere vaat edilen yıllık 100 milyar dolarlık desteğe erişmesine de yardımcı olarak şeffaflığını ve raporlama kapasitesini sağlayacaktır. COP27'de tüm paydaşlar için hesap verebilirlik ve şeffaflığa yapılan vurgunun tekrar altı çizilmiştir. COP28 sırasında katılımcı ülkeler çeşitli iklim girişimlerine toplam 85 milyar dolar bağışta bulundular ve on önemli taahhütte bulundular. Bunlar arasında, uluslararası ve ulusal düzeylerde iddialı iklim eylemini teşvik etmeyi, iklim değişikliğine uyum çabalarını artırmayı ve biyolojik çeşitliliği korumayı amaçlayan, 71 ülke tarafından imzalanan İklim Eylemi Taahhüdü için Yüksek İddialı Çok Düzeyli Ortaklıklar Koalisyonu (CHAMP) gibi taahhütler yer alıyor. Ek olarak, 13 ülke tarafından imzalanan BAE Liderlerinin Küresel İklim Finansmanı Çerçevesi Bildirgesi, iklim finansmanını harekete geçirme, ısınmayı 1,5 santigrat derece ile sınırlandırma ve emisyon fiyatlandırma mekanizmalarının uygulanmasına yönelik hedefler belirliyor.

Genel olarak COP28, iklim değişikliğinin ele alınmasına ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesine yönelik önemli küresel taahhütlere tanık olmuştur. Konferansta varılan anlaşmalar, düşük karbonlu ekonomiye geçişi hızlandırmak ve iklim değişikliğinin hem insan sağlığı hem de çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için ortak bir çabayı yansıtmaktadır.

COP28'de Türkiye'nin katılmadığı ve imzalamadığı alınan kararlar ve verilen taahhütler:

- **Küresel Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Taahhüdü**
- **Toplumsal Cinsiyete Duyarlı Adil Geçiş ve İklim Eylemi Ortaklığı**
- **İklim, Yardım, Toparlanma ve Barış Bildirisi**
- **Küresel Soğutma Taahhüdü**
- **Hidrojen Bildirisi**
- **Küresel İklim Finansmanı Çerçevesine İlişkin Liderler Bildirisi**
- **İklim, Doğa ve Toplum Bildirisi**
- **Uyum Finansmanı Konusunda Azim Koalisyonu**

COP28'de Türkiye'nin imzaladığı taahhütler ise şöyle:

- **İklim ve Sağlık Bildirisi**
- **Sürdürülebilir Tarım, Dirençli Gıda Sistemleri ve İklim Eylemi Bildirisi**

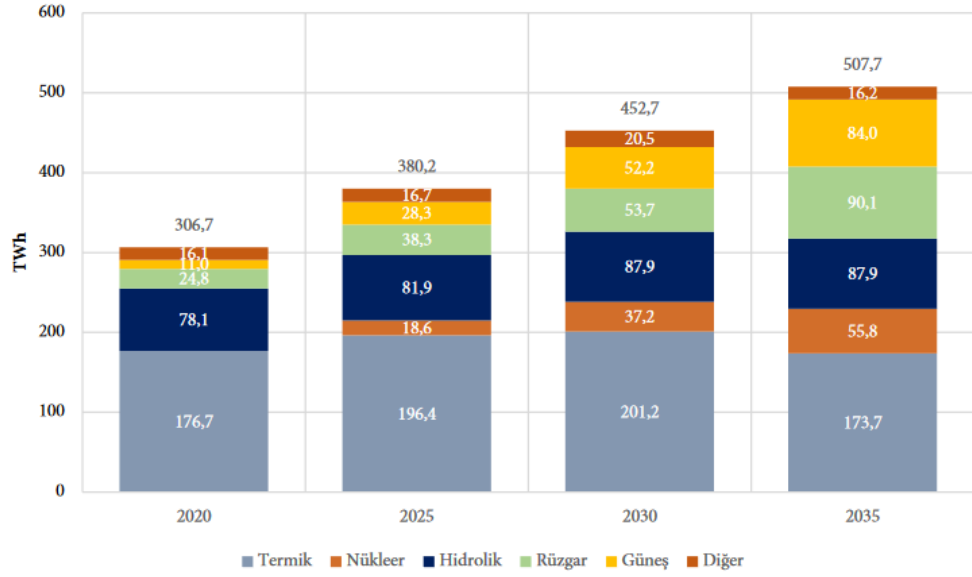
- **İklim Eylemi için Yüksek Hedefli Çok Düzeyli Ortaklıklar Koalisyonu (CHAMP)**

COP28’de alınan kararlara katılımındaki düşüklük, Türkiye’nin küresel iklim girişimlerine entegre olma konusunda geri kaldığını göstermektedir. Diğer ulusların katılımına rağmen Türkiye’nin bu beyanları onaylamaktan kaçınması, daha geniş iklim eylemi hedeflerini taahhüt etme konusundaki isteksizliğin sinyalini vermektedir. (COP28)

4.10. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Geleceği

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından şanslı bir coğrafi konumdadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük potansiyelini kullanma oranı henüz çok düşük düzeydedir. Maliyetlerin yüksek olması, yasal süreçlerin uzun olması, mevzuat düzenlemelerinin olmayışı bu durumun temel nedenleri olarak görülebilir.

Bloomberg New Energy Finance ve WWF Türkiye’nin 2014 yılında hazırladığı Türkiye’nin Yenilenebilir Enerjisi raporunda, yenilenebilir enerji alanında yatırımlara önem veren Türkiye’nin, fosil yakıtlardaki gibi aynı maliyetlerle elektrik ihtiyacını zamanında kolaylıkla karşılayabileceği vurgulanmıştı. Çünkü son araştırmaların sonuçlarına göre Türkiye’nin 2030 yılına kadar artan enerji ihtiyacını karşılayabileceği düşünüldüğünde kömürden yapılan enerji üretiminin maliyeti, yenilenebilir enerji kaynaklarından yapılan enerji üretiminin maliyetiyle hemen hemen aynı. Bahsi geçen bu maliyet yaklaşık 400 milyar ABD dolarıdır (Yılmaz ve Öziç, 2018: 9).



Kaynaklar Bazında Elektrik Üretimi

Kaynak: Türkiye Ulusal Enerji Planı

Türkiye, yenilenebilir enerji kaynağı yatırımlarına yönelik geleceğe yönelik bir yol haritası hazırlamalı ve belirlediği yenilenebilir enerji hedeflerine en kısa sürede ulaşabilmek için hızlı davranmalıdır. Ancak hükümetin aşağıdaki kriterlere dikkat etmesi gerekmektedir:

- Türkiye gelecekteki enerji politikasını sağlam temeller üzerine kurmalı ve güvenilir projeler yapmalıdır.
- Türkiye yenilenebilir enerji konusunda gelişmiş ülkelerle iş birlikleri yapmalıdır.
- Fosil enerji kaynaklarıyla rekabet ve devlet teşviklerinin desteklenmesi için Avrupa ülkeleri ile aynı sabit fiyat garantisi sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulumunda kullanılan ekipman ve makinelerin büyük bir kısmı yurt dışından ithal edilmektedir. Bu ithalat konusu kuruluş aşamasında olumsuz bir durumu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle devletin yerli ve milli ekipman üretimine önem vermesi ve teşvik sistemi geliştirmesi gerekiyor.

- Yenilenebilir enerji yatırımları uzun vadeli yatırımlar olarak değerlendirilmelidir. Dolayısıyla bu yatırımların bir devlet politikası olarak görülmesi gerekiyor.
- Yenilenebilir enerji yatırımlarında planlama ve proje faaliyetleri sırasında ortaya çıkabilecek bürokratik engeller ortadan kaldırılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji sistemlerinde nitelikli personel eksikliği en aza indirilmelidir. Bu eksikliği giderecek eğitim ve öğretim faaliyetleri sağlanmalı, yenilenebilir enerji personelinin yetiştirilmesine yönelik planlamalar yapılmalıdır.
- Yenilenebilir enerjinin üretiminin yanı sıra depolanması ve iletilmesi konusunda da çalışmalar yapılmalı; dolayısıyla bu konulardaki teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi gerekmektedir.
- Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulum maliyetlerinin yüksekliği, yenilenebilir enerji yatırımlarının önünde önemli bir engeldir. Bu nedenle devletin kurulum maliyetlerini düşürecek teşvikler vermesi gerekiyor.
- Yenilenebilir enerji yatırımlarının çevre duyarlılığı yüksek olarak yapılması gerekmektedir çünkü bu santrallerin ormanlara ve turistik bölgelere zarar vermemesi gerekmektedir.
- Hükümet yenilenebilir enerji konusunda ulusal bir bilgilendirme politikası belirlemeli ve faydalı bilgileri gazete, televizyon kanalları, sosyal medya, internet vb. mecralarda yayınlamalıdır.
- Hükümetin yenilenebilir enerji sektöründeki gelişme ve Ar-Ge uygulamalarını yakından takip etmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli ve etkin kullanılması durumunda Türkiye, kendi enerji ihtiyacını karşılayabilen, hatta enerji fazlasını ihraç edebilen bir ülke haline gelecektir.

Böylece enerjide dışa bağımlılığın sona ermesi milli gelirin artmasına olumlu etki yapacaktır. Yenilenebilir enerji santrallerinin artması, destekleyici ve tamamlayıcı sanayi sektörlerinin gelişmesini ve istihdamın artmasını sağlayacaktır. Yenilenebilir

enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılmasıyla birlikte, doğalgaz gibi fosil kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasıyla ithalat oranı azalacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması çevre açısından da faydalı olacaktır; Böylece yeni yenilenebilir enerji santrallerinin kurulmasıyla yıllık karbon emisyonu büyük ölçüde azalacaktır. Yenilenebilir enerji santrallerinin sayısının artmasıyla birlikte yenilenebilir enerji sektöründe istihdam artacak ve zamanla nitelikli personel yetiştirilebilecektir.

Elektrik üretiminde yerli ve milli kaynakların kullanılması ve dışa bağımlılığın azalması özellikle elektrik fiyatları açısından ekonomik fayda sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı arttığında Türkiye'de kırsal nüfus da gelişecek ve ekonomiye canlılık getirebilecektir. Çünkü yeni yenilenebilir enerji kaynağı yatırımları ile kırsal alandaki işsizlik ve göç sorunları azaltılabilir.

Nihai Enerji Tüketiminde Kaynakların Payı

	2025	2030	2035
Katı Yakıtlar	12,6%	11,8%	10,3%
Sıvı Yakıtlar	33,8%	32,6%	30,5%
Gaz	23,8%	24,2%	24,7%
Yenilenebilir	4,6%	5,0%	7,0%
Isı	2,8%	2,8%	2,8%
Elektrik	22,4%	23,6%	24,7%
Toplam	100,0%	100,0%	100,0%

Kaynak: Türkiye Ulusal Enerji Planı

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, sadece çevresel sürdürülebilirlik meselesi değil, aynı zamanda Türkiye'nin enerji güvenliğini artırmaya yönelik stratejik bir hamledir. Göreceli olarak ucuz enerjiye erişim, modern ekonomilerin işleyişi için bir zorunluluktur. Yenilenebilir enerjinin ve enerji verimliliğinin hızla yaygınlaşması ve nükleer enerji dahil enerji kaynaklarının teknolojik olarak çeşitlendirilmesi enerji güvenliği için çok önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, enerjiyi güvenilir ve sürekli bir şekilde sağlarlar, bu da ithal fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltır. Ayrıca, temiz enerjiye olan talep küresel olarak artmaktadır, bu da üreticilere sürekli bir pazar garantisi sağlamaktadır.

Yenilenebilir enerji altyapısına yapılan yatırımlar da çeşitlendirilmiş bir enerji portföyü oluşturarak enerji güvenliğine katkıda bulunur. Bu çeşitlilik, tek bir enerji türüne veya tek bir tedarikçiye olan bağımlılıkla ilişkili riski azaltır. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji üretimindeki artış, sadece çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda Türkiye'nin enerji güvenliğini de güçlendirir.



5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının kapsamlı bir analizini sunmuştur ve ekonomik eğilimler, teknolojik gelişmeler ve çevresel hususlar da dahil olmak üzere Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını etkileyen çeşitli faktörler incelenmiştir. Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler, ilgili ülkelerin ilgili bakanlıkları, Türkiye özelinde, TÜİK, Enerji Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı gibi saygın kaynaklardan alınan verileri bir araya getirerek, ülkenin yenilenebilir enerji dinamiklerini ve önümüzdeki yıllarda karşılaşacağı zorlukları ve fırsatları anlamak için bir çerçeve oluşturulmuştur.

Kullanılan SWOT analiz çerçevesi ile birlikte PESTLE analiz yöntemi, Türkiye'de yenilenebilir enerji gelişimini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesinde kapsamlı bir araç görevi görmektedir. Bu çerçevelerin birleşimi, gelişen iş ortamına ve organizasyonel dinamiklere ilişkin bütünsel bir anlayış sunar. Her iki analizin entegrasyonu, mevcut uygulamaların ve iyileştirme fırsatlarının ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. İç ve dış fırsatlar ve tehditlerin güçlü ve zayıf olduğu alanları belirleyerek sürdürülebilir kalkınma için daha sağlam bir strateji elde edilir. Özellikle kırsal alanlarda yenilenebilir enerjinin benimsenmesinin öneminin vurgulanması, Türkiye'nin enerji sorunlarına potansiyel çözümler sunmak ve sosyo-ekonomik kalkınmaya katkıda bulunacak politikaların izlenmesi için bir öneri sunmaktadır.

Veri analizi, Türkiye'deki yenilenebilir enerji gelişiminin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına olanak tanıyan karma metodolojili bir yaklaşım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım hem niteliksel hem de niceliksel araştırma yöntemlerini birleştirerek verilere daha bütünsel bir bakış açısı sağlar. Niceliksel analiz, toplanan verilerin sayısal ve istatistiksel olarak incelemesini içermektedir. Veri ve sayılara göre Türkiye'nin yenilenebilir enerji kullanımı ve bunun gelişimi izlenmiş ve gelecek öngörüsü yapılmıştır. Buna, verileri özetlemek için tanımlayıcı istatistikler, örnek verilere dayalı olarak nüfus hakkında sonuç çıkarmak ve tahminler yapmak için çıkarımsal istatistikler ve yenilenebilir enerji sektöründe zaman içindeki değişimlerin izlenmesi de dahildir. Niteliksel analiz ise devlet yayınlarından,

kanunlardan, akademik araştırmalardan ve STK yayınlarından elde edilen verilerin tematik analizini içermektedir. Bu, bağlamın anlaşılmasına, niceliksel verilerin anlamının yorumlanmasına ve Türkiye'deki yenilenebilir enerji durumuna ilişkin daha zengin bir anlayış sağlanmasına yardımcı olmuştur. Bu çalışmada kullanılan kavramsal araçlar yenilenebilir enerji araştırmalarının teorik çerçevesinden türetilmiştir. Buna enerji dönüşümü, sürdürülebilirlik, enerji güvenliği ve enerji politikası gibi kavramlar da dahildir.

Ayrıca birden fazla analiz yönteminin kullanılması çeşitli amaçlara hizmet etmektedir. İlk olarak, analizin kapsamını yenilenebilir enerji gelişimini şekillendiren daha geniş sosyo-politik, ekonomik, çevresel, teknolojik, yasal ve çevresel faktörleri kapsayacak şekilde genişletmektedir.

İkinci olarak, doğrudan kontrol dışındaki potansiyel riskleri ve fırsatları vurgulayarak dış çevreye ilişkin daha kapsamlı bir anlayış sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışma, her iki analizi de entegre ederek, Türkiye'de yenilenebilir enerjinin gelişimine bütünsel bir bakış açısı sunmayı, bilinçli karar vermeyi kolaylaştırmayı ve sürdürülebilir sosyo-ekonomik ilerlemeyi teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Bu analizlerden çıkarılan ilk bulgularından biri, yenilenebilir enerjinin Türkiye'nin enerji üretiminde oynayacağı öngörülen önemli roldür. Tahminler, rüzgar, güneş ve hidroelektrik enerji gibi yenilenebilir kaynakların payında önemli bir artışa işaret ederek, karbondan arınma ve iklim değişikliği etkilerini hafifletmeye yönelik ortak çabaların altını çizmektedir.

Ayrıca yapılan analizler, Türkiye'nin enerji planında ortaya konulan iddialı hedeflere ulaşmada politika müdahalelerinin ve stratejik planlamanın önemini de göstermektedir.

Elde edilen ve yenilenebilir enerji kullanımının gelecekteki yaygınlığının altını çizen temel bulgular aşağıdakileri içermektedir:

- Yenilenebilir Enerji Büyümesi: Türkiye'nin enerji üretimi yelpazesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının 2053 yılına kadar önemli ölçüde artması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji tüketimindeki payının 2020 yılında %16,7'den 2053 yılında %50'ye çıkması öngörülmektedir. Bu bulgu, yenilenebilir enerjinin Türkiye enerji

ekonomisinde önemli ve artan bir role sahip olduğu hipotezini desteklemektedir.

- Elektrik Üretimi: Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimine katkısının önemli ölçüde artacağı öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının 2020'de %42,4'ten 2053'te %69,1'e çıkması beklenmektedir. Ayrıca rüzgâr ve güneş enerjisi gibi aralıklı yenilenebilir enerji kaynaklarının payının kademeli olarak artarak 2053'te %61,4'e ulaşması bekleniyor. Bu durum yenilenebilir enerji stratejilerinin ve politikalarının etkin bir şekilde uygulandığını ve hipotezde beklendiği şekilde etki gösterdiğini göstermektedir.
- Hidroelektrik Enerji: Halihazırda kurulu güç içerisinde en büyük pay hidroelektrik santrallere ait olsa da maksimum kapasiteye ulaşma ve diğer etkenler nedeniyle uzun vadede katkılarının azalarak %10'un altına düşmesi beklenmektedir. Bu da aynı zamanda analizlerde belirtilen çevresel yan etkiler dikkate alındığında alternatif enerji kaynaklarının önemini göstermektedir ve enerji sektöründe politika ayarlamaları nedeniyle oluşan ölçülebilir değişimleri ve olumlu etkileri yansıtır.
- Diğer Enerji Kaynakları: Elektrik üretiminde kömür ve doğal gazın payının, daha temiz enerji kaynaklarına yönelimi yansıtacak şekilde azalması beklenmektedir. Türkiye Enerji Planlaması ve bu çalışmada yapılan analizlerin ortak sonucuna göre yakın gelecekte Türkiye'deki enerji üretiminde kömürün katkısının yüzde 34,5'ten, doğalgazın katkısının da yüzde 23,1'den aşağı düşmesi beklenmektedir. Mevcut politikaların sürdürülebilir enerji güvenliğine nasıl katkıda bulunduğunu ve yenilenebilir enerji potansiyelinin gelecekteki enerji ihtiyaçlarını nasıl desteklediğini göstermektedir.
- Esneklik ve Entegrasyon: Değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonu esneklik ihtiyacını artıracaktır. Bu sorun, komşu ülkelerle ara bağlantı kapasitelerinin artırılması, talep tarafı yönetimi, pil depolama ve esnek enerji santrallerinin kullanımı gibi önlemlerle ele alınmalıdır.
- Hidrojen ve Sentetik Metan: Net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için doğal gaz, hidrojen ve sentetik metanla harmanlanacak. Hidrojen ve sentetik

metanın gaz karışımındaki payının 2053 yılına kadar kademeli olarak artarak sırasıyla %12 ve %30'a ulaşması beklenmektedir. (Türkiye Ulusal Enerji Planı). Bu durum yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından geleceğe yönelik faydaları göstermektedir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji planlarını ve projeksiyonlarını diğer ülke veya bölgelerin verileriyle karşılaştırarak da birçok aydınlatıcı ve yol gösterici veriye ulaşmak mümkündür. Dünya çapında birçok ülke, özellikle son yıllarda, her biri kendine özgü zorluklara, stratejilere ve sonuçlara sahip, iddialı yenilenebilir enerji girişimlerini hayata geçirmiştir. Örneğin, bu çalışmada da incelendiği gibi Almanya ve Danimarka gibi ülkeler son yıllarda yenilenebilir enerjiye geçiş konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir; Almanya'nın Energiewende (Enerji Değişimi) politikası 2050 yılına kadar karbon nötr bir enerji sistemine ulaşmayı hedefliyor ve Danimarka da 2050 yılına kadar %100 yenilenebilir enerji hedefini belirliyor. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılmasını hızlandırmak için politika teşvikleri, yatırım çerçeveleri ve teknolojik yeniliklerin bir kombinasyonu, mevcut enerji sistemlerine büyük ölçekli yenilenebilir enerji entegrasyonunun fizibilitesini ortaya koyuyor.

Benzer şekilde, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ekonomiler, enerji güvenliği endişelerini gidermek, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için iddialı yenilenebilir enerji programları başlatmıştır. Hindistan'ın Ulusal Güneş Misyonu, 2022 yılına kadar 100 GW'lık güneş enerjisi kapasitesine ulaşmayı hedeflerken, Brezilya, yenilenebilir enerji üretiminde küresel bir lider olmak için hidroelektrik kaynaklara yatırım yapmaktadır.

Türkiye, bu ülkelerin deneyimlerini inceleyerek, yenilenebilir enerjinin başarılı bir şekilde yaygınlaştırılmasına yardımcı olan politika tedbirleri, düzenleyici çerçeveler ve kurumsal düzenlemeler hakkında değerli bilgiler edinebilir. Yapılan analizlerden çıkarılan bulgularda Türkiye'nin benzer seviyede iddialı bir enerji yenileme politikası başlatması gerekliliğini vurgulamaktadır. Uluslararası deneyimlerden alınan dersler, Türkiye'nin en iyi uygulamaları belirlemesine, potansiyel zorlukları tahmin etmesine ve yenilenebilir enerji stratejilerini küresel eğilimler ve hedeflerle uyumlu hale getirecek şekilde geliştirmesine yardımcı olur.

Ayrıca, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) ve Temiz Enerji Toplantısı (CEM) gibi uluslararası iş birliği ve bilgi alışverişi platformları, Türkiye'ye küresel

paydaşlarla etkileşimde bulunma, deneyimlerini paylaşma ve yenilenebilir enerji gelişimini ilerletmek için ortaklıkları teşvik etme fırsatları da sunuyor. Bu doğrultuda, Türkiye'nin uluslararası enerji iş birliği girişimlerine daha entegre olması ve kendi enerji politikalarını da paralel şekilde yapılandırması gerekmektedir.

Uluslararası karşılaştırmalardan alınan derslerin Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikası çerçevesine dahil edilmesi, enerji dönüşümü çabalarının etkinliğini, verimliliğini ve sürdürülebilirliğini arttıracaktır. Türkiye, küresel deneyimlerden ve en iyi uygulamalardan yararlanarak enerji geçiş sürecinin zorluklarını daha etkin bir şekilde yönetebilir ve düşük karbonlu, dayanıklı ve sürdürülebilir bir enerji geleceğine doğru ilerlemesini hızlandırır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye geçişini hızlandırmak ve güvence altına almak için COP gibi küresel iklim zirvelerinde alınan kararlara bağlılığını göstermesi oldukça önemli bir faktördür. 2023 yılında düzenlenen COP28 sırasında Türkiye, gelişmekte olan ülkeler kategorisine dahil olma arzusunu dile getirirken deklarasyonların çoğuna katılmamayı tercih etmiştir. Eş zamanlı olarak finansman arayışına devam eden Türkiye, iklim değişikliğine bağlı afetler için oluşturulan Kayıp ve Hasar Fonundan yararlanma niyetini açıkladı. Ancak konferans sırasında yayınlanan 2023 İklim Değişikliği Performans Endeksi'ne göre Türkiye'nin performansı yetersiz bulundu. Türkiye, dünyanın en büyük 20 ekonomisi (G20) arasında yer almasına rağmen, küresel olarak en fazla sera gazı emisyonu yapan 15. ülke konumundadır. 2053 yılına kadar net sıfır emisyona ulaşmayı taahhüt eden Türkiye, sera gazı emisyonlarını bir an önce azaltmaya başlamak için ciddi aksiyonlar almalıdır.

COP28'in önemli taahhüt ve beyanlarını imzalayıp kabul etmek, Türkiye'ye yenilenebilir enerjiye geçişini hızlandırmak için çok sayıda fayda ve fırsat sağlamaktadır. Ayrıca, COP28 Cinsiyete Duyarlı Adil Geçişler ve İklim Eylemi Ortaklığı gibi küresel iklim ortaklıklarına katılım, Türkiye'nin iklim eylemindeki cinsiyet eşitsizliklerini de ele almasına ve kapsayıcı, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesine olanak tanıyor. Ulusal iklim hedeflerinin COP28 kararlarıyla uyumlu hale getirilmesi, Türkiye'nin uluslararası iklim çabalarına olan bağlılığını gösterecek ve iklim değişikliğiyle mücadelede sorumlu bir küresel aktör olarak itibarını artıracaktır. Çok büyük bir yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olan Türkiye'nin bu potansiyeli COP28'de alınan güncel, gerçekçi ve sürdürülebilir deklarasyonlara uyarak daha hızlı ve daha etkili bir şekilde gerçekleştirmesi mümkündür.

Bunların yanı sıra COP24'te yayınlanan ve kabul edilen Katowice İklim Paketi, Türkiye'nin imzacısı olduğu Paris Anlaşması'nın uygulanmasına yönelik ayrıntılı bir dizi kılavuz sunmaktadır. Türkiye enerji dönüşümü hedeflerini ilerletmek için ve ulusal planlarını geliştirmek için Katowice İklim Paketini kılavuz olarak kullanmalıdır. Örneğin, Katowice İklim Paketi, şeffaflık çerçevesinin işleyişine ilişkin kurallar içermektedir. Türkiye, bu kuralları benimseyerek iklim eylemlerinin şeffaflığını artırabilir ve uluslararası toplumun enerji dönüşümü hedeflerine yönelik ilerlemeyi takip etmesini kolaylaştırabilir. Daha sonraki COP26'nın en önemli başarılarından biri bu kılavuz iklim paketinin nihai hale getirilmesidir. Bu kurallar dizisi, ülkelerin iklim eylemi vaatlerini ve kendi belirledikleri hedefleri yerine getirme konusunda nasıl sorumlu tutulacağını da ortaya koymaktadır. Türkiye, bu şeffaflık kurallarını benimseyerek, enerji dönüşümü hedeflerine yönelik ilerlemesinin açık ve doğru bir şekilde raporlanmasını sağlayabilir. Bu, sera gazı emisyonları, enerji kullanımı ve ulusal enerji planlarına yönelik ilerlemeye ilişkin verilerin düzenli olarak yayınlanması gibi konuları içermektedir. (UNFCCC)

Aynı şekilde bu İklim Paketi mali yardıma ilişkin bilgi de sağlamaktadır. Paris Antlaşmasında belirlenen hedeflerin gerçek hayata uyarlanabilmesi için ülkelerin ihtiyacı olan maddi kaynak ve finansman için izlenmesi gereken adımlar tüm ülkeler ile paylaşılmıştır. Türkiye de enerji dönüşümü hedeflerini daha hızlı ve kesin bir şekilde elde etmek için Katowice İklim Paketi ve sonraki zirvelerde alınan benzer yol gösterici kaynakları ulusal planlarına entegre ederek değerlendirmelidir.

Kılavuz ilkeler, gelişmekte olan ülkelerin ulusal enerji dönüşümü planlarını gerçekleştirmek için desteğe ihtiyaç duyabileceğini kabul etmektedir. COP26, gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkeleri iklim eylemlerinde desteklemek için yıllık 100 milyar dolar sağlama taahhüdünü onaylamıştır. Türkiye halihazırda gelişmekte olan bir ülke olarak kabul edilmek için COP'a başvurmuştur ve şeffaflık ve raporlama kapasitesini geliştirmek için veri toplama ve raporlamaya yönelik teknik yardım ve mali destek gibi uluslararası yardıma erişerek kendi ulusal planlarını gerçekleştirmeye daha çok yaklaşabilir. Türkiye için bir başka önemli karar, COP27 zirvesinde sektörler, işletmeler ve kurumlar tarafından verilen taahhütlerde hesap verebilirliğin ve şeffaflığın önemini vurgulayan karardır. Paris Antlaşmasının hayata geçirilmesindeki bu yeni aşama, tüm paydaşların, taahhütlerini hatırlamaları ve somut eylemlerde bulunmaları gerektiğinin altını çiziyor. Türkiye

açısından bu, enerji dönüşümü çabalarında şeffaflığa ve hesap verebilirliğe öncelik vermesi gerektiği anlamına geliyor.

Ayrıca Türkiye, zirvelerde alınan kararların da ışığında sektörlerin, işletmelerin ve kurumların da enerji dönüşümü ve iklim değişikliği konularındaki taahhütlerini yerine getirme konusundaki ilerlemelerini takip etmek için güçlü izleme ve değerlendirme mekanizmaları kurmalıdır. Bu, net kriterlerin belirlenmesini, düzenli denetimlerin yapılmasını ve sonuçların kamu incelemesi için yayınlanmasını da içermelidir. COP27'nin hesap verebilirlik ve şeffaflık odağını benimsemek, Türkiye'nin enerji dönüşümü çabalarını, uluslararası finansman kaynağı bulma şansını ve küresel iklim değişikliği diyalogundaki konumunu önemli ölçüde artırabilir.

Ancak, Türkiye, COP28 zirvesinde Küresel Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Taahhüdünü imzalamaktan kaçınmıştır. Küresel sürdürülebilirlik açısından hem iddialı hem de hayati önem taşıyan bu taahhüt, 2030 yılına kadar dünyanın yenilenebilir enerji kapasitesinin üç katına çıkarılması ve enerji verimliliğindeki ilerlemelerin iki katına çıkarılması hedefini ortaya koyuyor. Paris Anlaşması'nın bir katılımcısı olarak Türkiye'nin, yenilenebilir enerji kapasitesinin 2030 yılına kadar üç katına çıkarılmasını amaçlayan bu küresel çabaya katılma konusundaki tereddütü bu bulgular ışığında incelendiğinde yenilenebilir enerji geçişi için zararlı görünebilir. Türkiye, aksine bu taahhüdü yerine getirerek yenilenebilir enerji kapasitesini artırma ve enerji verimliliğini artırma konusunda net bir hedef oluşturacaktır. Bu taahhüt, yenilenebilir enerji altyapısına yatırımı hızlandırabilir, istihdam yaratmayı teşvik edebilir ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca, enerji verimliliğinin artırılması tüketiciler ve işletmeler için enerji maliyetlerinin de azalmasına sebep olur. Küresel Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Taahhüdü'nün belirlediği küresel hedeflerin Türkiye'nin Ulusal Enerji Planı ile de uyumludur.

Bu plana göre Türkiye, 2035 yılı sonuna kadar mevcut güneş enerjisi kapasitesini 11,2 GW'tan 53 GW'a, aynı zaman diliminde rüzgar kapasitesini de 11,6 GW'tan 29 GW'a çıkarmayı hedefliyor. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel enerji karışımındaki payının 2030 yılına kadar ikiye katlanarak %36'ya çıkarılmasının küresel GSYİH'yi %1,1'e kadar artırabileceğini bildirmiştir. (IRENA) Eğer Türkiye 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesini üç katına çıkarırsa, potansiyel olarak daha da büyük ekonomik

faydalar elde edebilir. Üstelik yenilenebilir enerjiye geçiş önemli bir sayıda istihdam yaratabilir. Türkiye'nin Küresel Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Taahhüdü 'ne olan bağlılığı, ülkenin daha sürdürülebilir bir enerji geleceğine geçişinde katalizör görevi görebilir. Bu taahhüt, yalnızca küresel sürdürülebilirlik çabalarıyla uyumlu olmakla kalmayacak, aynı zamanda Türkiye'ye önemli ekonomik faydalar da sağlayacaktır.

Neo-realizm, uluslararası sistem içindeki yapısal gücün önemini ve etkisinin altını çizen bir anlayıştır. Ortaya çıkan ve geliştirilen yeni teknolojilere hakim olan ve yenilenebilir enerjide küresel endüstri standartlarını belirleyen devletler, küresel enerji politikalarını önemli ölçüde etkileyebilir. Türkiye, yenilenebilir enerji inovasyonu ve dağıtımına öncülük ederek, uluslararası normları stratejik hedefleriyle uyumlu hale getirebilir ve böylece uluslararası enerji forumlarındaki etkisini artırabilir. Ek olarak, neo-realizm devletin ekonomik, siyasal ve sürdürülebilir dayanıklılığının önemini vurgular. Yenilenebilir enerji, enerji kaynaklarını çeşitlendirerek, fiyat dalgalanmalarına karşı kırılganlığı azaltarak ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik ederek ekonomik dayanıklılığı artırır. Bu bulgular, Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye olan bağlılığının yalnızca stratejik çıkarlarıyla uyumlu olmadığını, aynı zamanda neo-realizmin temel ilkelerini yansıtan ekonomik ve çevresel dayanıklılığını nasıl güçlendirdiğini de göstermektedir.

Bulgular, neo-realist araştırma çerçevesi ve giriş kısmında verilen araştırma soruları ışığında tekrar incelendiğinde, Türkiye'nin enerji ekonomi politikasında yenilenebilir enerjinin mevcut yeri, zayıf ve güçlü tarafları aynı zamanda uluslararası diğer ülke ve kuruluşların aksiyonları ve planlarıyla karşılaştırılarak incelenmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından en yüksek düzeyde faydalanmak için belirlediği stratejiler ve politikaların uygulanabilirliği ve etkinliği analizler ve veriler eşliğinde incelenmiş ve daha etkili enerji geçişi politikaları için neler yapılması gerektiği ve dünyadan örnekler sunulmuştur. Son dönemlerdeki ekonomik, jeopolitik ve siyasal gelişmeler ışığında Türkiye'de yenilenebilir enerji konusunda oluşturulan politikalar ve stratejilerin uğradığı değişikliklerin altı çizilmiştir. Bu değişikliklerin yeşil enerji geçiş politikalarına olan verimli etkileri vurgulanmıştır. Aynı şekilde, Türkiye'nin enerji potansiyeli ve gelecekte bu potansiyelin ihtiyaçlara vereceği karşılık, çeşitli veriler ve rezerv ile potansiyellerin incelenmesiyle cevaplandırılmıştır. Özellikle devam edecek olan yatırımlar ile bu potansiyelin ihtiyaçlara karşılık vereceği

bulgusuna varılmıştır. Bunun çevresel açıdan yaratacağı kısa ve uzun dönemli avantajlar belirtilerek araştırma sorusu cevaplandırılmıştır. Son olarak Türkiye'nin uluslararası enerji örgütlerine ve milletlerarası yapılan zirvelere katılımının ve alınan kararlara bağlılığın öneminin altı çizilmiş ve somut bulgularla küresel en iyi endüstri standartlarını takip etmenin faydaları ve Türkiye'nin ulusal planlarıyla da olan paralellikleri belirtilmiştir.

Sonuç olarak bu bulgular ışığında ileriye bakıldığında, yenilenebilir enerji politikalarının ve girişimlerinin başarılı bir şekilde uygulanması, devlet kurumları, sektör paydaşları ve sivil toplum da dahil olmak üzere tüm paydaşlar arasında iş birliğini gerektirmektedir. Yenilenebilir enerji altyapısına, araştırmaya ve inovasyona sürekli yatırım yapılması, analizlerden elde edilen bulgular ve küresel veriler ile ülkeler karşılaştırıldığında görüldüğü gibi Türkiye'nin enerji dönüşümü hedeflerinin gerçekleştirilmesi ve sürdürülebilir sosyo-ekonomik kalkınmaya katkıda bulunulması açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye, ortak çabalar ve proaktif önlemler sayesinde, enerji güvenliği endişelerini gidermek, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve gelecek nesiller için ekonomik büyümeyi ve refahı teşvik etmek amacıyla yenilenebilir enerji potansiyelini sonuna kadar, en iyi endüstri standartlarını kullanarak gerçekleştirmelidir.

KAYNAKÇA

- Acar, Ç., Bülbül, S., Gümrah, F., Metin, Ç., & Parlaktuna, M. (2011). *Petrol ve doğal gaz*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Acaroğlu, M. (2007). *Alternatif enerji kaynakları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Acaroğlu, M. (2008). *Türkiye’de biyokütle, biyoetenol ve biyomotorin kaynakları ve biyoyakıt enerjisinin geleceği*. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. 17-19 Aralık. İstanbul, ss.351-362.
- Açıkgöz, V. (2009). Geleceğin enerjisi: Hidrojen (H₂). *Kimya Mühendisliği Dergisi*, (173), 34-36.
- Adaçay, F. R. (2014). Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 87-103.
- Adalet McGowan, M. and D. Andrews (2017), “Skills mismatch, productivity and policies: Evidence from the second wave of PIAAC”, OECD Economics Department Working Papers, No. 1403, OECD Publishing

- Adolfson, Jakob Feveile & Kuik, Friderike & Schuler, Tobias & Lis, Eliza, 2022. "The impact of the war in Ukraine on euro area energy markets," Economic Bulletin Boxes, European Central Bank, vol. 4.
- Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2 (Sf. 74-97) - Olcay YILMAZ 2015
- Ağır, O., & Balcı, G. (2018). *Türkiye'nin enerji nakil hatlarına yönelik stratejileri*. VII. Uluslararası Sempozyum İdealden Gerçeğe Toplum, Siyaset ve Ekonomi Sempozyumu, 12-13 Ekim, Malatya, ss.127-134.
- Akalın, U. S., & Tüfekçi, S. (2014). Türkiye'nin petrol politikaları ve enerji özelleştirmelerine bir bakış. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 51-66.
- Akbaş-Akdoğan, D. (2018). *Yenilenebilir enerjide kamu politikaları ve Türkiye* (Yayımlanmamış doktora tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akova, İ. (2003). Dünya enerji sorunu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, (11), 47-73.
- Akova İ. (2008). *Yenilenebilir enerji kaynakları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtımı.
- Akpınar, E., & Başbüyük, A. (2011). Jeoekonomik önemi giderek artan bir enerji kaynağı: doğalgaz. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 6(3), 119-136.
- Alakel, M., & Bakir, M. (2011). The Role of the US and Power Challenges in the New Geopolitical Order. *International Journal of Business and Social Science*, 2(24), Special Issue.
- Altın, V. (2004). Yeni ufuklara, nükleer enerji. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, (Ağustos), 4-6.
- Altuntaşoğlu, Z. T. (2006). Rüzgar enerjisi, *Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları* içinde. Ankara: Türkiye Çevre Vakfı.

- Apergis N., & Danuletiu, D. C. (2014). Renewable energy and economic growth: Evidence form the sign of panel long-run causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2014). Renewable energy, output, CO2 emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model. *Energy Economics*, (42), 226-232.
- Arı, T. (2008). Türk Amerikan ilişkileri: Sistemdeki değişim sorunu mu?. *Uluslararası Hukuk ve Politika*, 4(13), 17-35.
- Arslan, O. (2017). Akkaya Barajı'nın Niğde İli iklimine etkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 627-633
- Atak, E., & Öztok, D. (2013). *10 soruda hidroelektrik santraller*. Doğal Hayat Koruma Vakfı Yayını (WWF-Türkiye).
- Avrupa Komisyonu, (European Comission). 1996. Communication from the Commission - ENERGY FOR THE FUTURE: RENEWABLE SOURCES OF ENERGY - Green paper for a Community Strategy
- Aydın, L. (2014). *Enerji ekonomisi ve politikaları/kuram ve kavramlar-piyasalar-modeller-politikalar* (1. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Aydın, L. (2018). *Enerji ekonomisine giriş*. Ankara: Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar.
- Ayhan, U. (2016). Yeni güvenlik konsepti ve güvenliği sınır ötesinde karşılama. *Turkish Journal of Security Studies*, 18(3), 133-142.
- Azer, Ö. A. (2012). Çin'in enerji güvenliği bağlamında Kafkasya ve Orta Asya politikası. Avrasya Ekonomileri Üzerine Uluslararası Konferans, ss. 233-240.
- Banks, F. E. (2000). *Energy economics: A modern introduction*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Bakis, O., Polat, S. Wage inequality dynamics in Turkey. *Empirica* 50, 657–694 (2023)
- Barry, F. (2016). Environmental economics. Study guide by cram 101 textbook reviews.
<https://books.google.com.tr/books?id=OOshAgAAQBAJ&pg=PT75&dq=ene>

rgy+applied+subdiscipline+of+economics&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwjLjf
XhrL_YAhUFa1AKHYrUBSQQ6AEIRTAE#v=onepage&q=energy%20appl
ied%20subdiscipline%20of%20economics&f=false

Başkaya, Ş. (2010). *Hidroelektrik santralleri ve rüzgâr enerjisi santrallerinde çevresel etki değerlendirmesi*. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 2: 668-676.

Baştürk, Meryem Filiz. “The Role of Banks in Renewable Energy Finance: An Analysis of Turkey.” 2019.

Battici, C., 2002. *Globalisation: Sovereignty or anarchy beyond modernity?*. European Universty Institute Working Paper, SPS No. 2002/10.

Bayraç, H. N. (1999). *Uluslararası doğalgaz piyasasının ekonomik analizi, Türkiye’deki gelişimi ve Eskişehir uygulaması* (Yayınlanmış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

Bayraç, H. N. (2009). Küresel enerji politikaları ve Türkiye: Petrol ve doğal gaz kaynakları açısından bir karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 115-142.

Bayraç, H. N. (2011). Küresel rüzgâr enerjisi politikaları ve uygulamaları. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 37-57.

Bayraç, H. N., & Özarslan, B. (2018). Biyokütle enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ampirik bir analizi: Türkiye örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(17), 1-17.

Bayrak, M., & Esen, Ö. (2014). Türkiye’nin enerji açığı sorunu ve çözümüne yönelik arayışlar. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(3), 139-158.

Baysoy, E. (2009). Rusya, AB, ABD ilişkileri bağlamında enerjinin ekonomi politiği ve küreselleşmenin jeopolitiği. *Güvenlik Stratejileri Dergisi*, ss. 59-82.

Beşergil, B. (2009). *Petrol, petrol kimyası*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Bhattacharyya, C. S. (2011). *Energy economics*. New York: Springer.

BMWK – German Renewable Energy Sources Act - RES Act 2014

- Bobat ve Özdemir, 2016: A. BOBAT And N. C. ÖZDEMİR, "Türkiye nin Yenilenebilir Enerji Politikaları Yenilenebilir Enerjide Yeniden Yapılanma," Electronic Journal of Vocational Colleges
- Booth, K., & Erskine, T. (1995). International Relations Theory Today. Polity Press.
- Bölük, G., Kaplan, R. Effectiveness of renewable energy incentives on sustainability: evidence from dynamic panel data analysis for the EU countries and Turkey.
- BP Statistical Review of World Energy. (2023).
- Brauch, H. G. (2008). Güvenliğin yeniden kavramsallaştırılması: Barış, güvenlik, kalkınma ve çevre kavramsal dörtlüsü. *Uluslararası İlişkiler Akademik Dergisi*, ss. 1-47.
- Broyles, D. (2006). *What is energy?*, 2nd ed. Canada: Trafford Publications.
- Budak, N., Bayındır, H., & Yücel, H. L. (2009). *Dizel motorlarda biyodizel kullanımının performans ve egzoz emisyonları açısından değerlendirilmesi*. V. Yenilebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 16-17 Ekim 2009, Diyarbakır, ss.123-130.
- Can, Ö. (2020). *Yenilenebilir enerji hukuku ve teşvikler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Şehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Cengiz, K. E. (2017). *Türkiye'nin enerji kaynakları, enerji politikası ve cari açık-enerji ithalatı ilişkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- CEIC, 2024, United States Oil Consumption, <https://www.ceicdata.com/en/indicator/united-states/oil-consumption>
- Cheshire East Council. Advantages and disadvantages of different energy sources, https://www.cheshireeast.gov.uk/PDF/Non_renewable_and_renewable_energy.pdf
- Chiras, D. (2006). *The homeowner's guide to renewable energy*. Canada: New Society Publishers.
- COBENEFITS. 2019. Future skills and job creation through renewable energy in Turkey

COBENEFITS. 2022 Securing Turkey's energy supply security and balancing the current account deficit through renewable energy

COP28. <https://www.cop28.com>

Coskun S (2023). Türkiye’de Nüfus Artışı ve Ekonomik Gelişme Arasındaki İlişki. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 313 - 329.

Clement, M. T., & Schultz, J. (2011). Political economy, ecological modernization, and energy use: A panel analysis of state-level energy use in the United States, 1960-1990. *Sociological Forum*, 26(3), 581-600.

Climate Change Performance Index 2023 (Germanwatch, 2023)

Cruz, J. (2008). *Ocean wave energy: Current status and future perspectives*. United Kingdom: Springer.

Çakar, M. C., Başaran, F. Ü., & Kurban, M. (2009). *Yenilenebilir enerji kaynakları ve ulaşım sistemlerinde kullanım uygulaması*. V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. 19-21 Haziran. Diyarbakır Elektrik Mühendisleri Odası, s..237-242.

Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25), 297-310.

Çanka-Kılıç, F. (2011). Biyogaz, önemi, genel durumu ve Türkiye’deki yeri. *Mühendis ve Makine*, 52(617), 94-106.

Çepik, B. (2015). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde Türkiye’de yenilenebilir enerji politikaları (Yayımlanmamış doktora tezi), Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Çetin, H. (2001). Liberalizmin temel ilkeleri. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(1), 219-237.

Çetinkaya, M., & Karaosmanoğlu, F. (2003). Yakıt pilleri. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (26), 18-30.

Çokadar, C., & Yıldırım, N. G. (2021). *Yenilebilir enerji kaynağı olarak bitkiler*, <https://www.stb.org.tr/Dosyalar/Arastirmalar/enerji-bitkileri.pdf>

Çokan, M. (2004). *Dalga enerjisi*. 5. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. 26-28 Mayıs, İstanbul, ss.1-8.

- Çolak, İ., Bayındır, R., & Demirtaş, M. (2008). Türkiye'nin enerji geleceği. *Türk Bilim Dergisi*, 1(2), 36-44.
- Criscuolo vd. Renewable Energy Policies and Cross-border Investment: Evidence from Mergers and Acquisitions in Solar and Wind Energy 2014
- Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 257-278.
- DEA. Danish Energy Agency 2019. Roadmap for Offshore Wind in Turkey
- Daft, R. L. (2003). Management.
- Dahl, P. F. (1999). *Heavy water and the wartime race for nuclear energy*. New York: Institute of Physics Publishing.
- Dalkır, Ö., & Şeşen, E. (2011). *Çevre ve temiz enerji: Hidroelektrik*. Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Dannreuther, R. (2010). *International relations theories: Energy, minerals and conflict*. Polinares EU Policy on Natural Resources. Polinares Working Paper, (8).
- Dawood, Kamran (2016). Hybrid wind-solar reliable solution for Turkey to meet electric demand
- Deloitte (2014). *Biyokütlenin altın çağı*, Şubat, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/energy-resources/Biyok%C3%BCtlenin%20alt%C4%B1n%20%C3%A7a%C4%9F%C4%B1Sonnn.pdf>,
- Demirel, Y. (2016). *Energy production, conversion, storage, conservation and coupling*. U.S.A.: Springer.
- Devold, H. (2013). *Oil and gas production handbook* (3rd ed.). Oslo: ABB Oil and Gas.
- Dikmen, Ç. (2005). *AB'de enerji ve çevre*. 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara.
- Dinçer, İ. (2002). Technical, environmental and exergetic aspects of hydrogen energy systems. *International Journal of Hydrogen Energ*, 27(3), 265-285.

- Dinçer, F., Atik, İ., Yılmaz, Ş., & Çıngı, A. (2017). Hidrolik enerjisinden yararlanmada ülkemiz ve gelişmiş ülkelerin mevcut durumlarının analizi. *Mühendislik Dergisi*, 8(3), 555-561.
- Dışişleri Bakanlığı. Simla Yasemin Özkaya - Su ve Çevre Danışmanı, Çevre İşleri Dairesi - Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2022.
- DiPippo, R. (1999). Small geothermal power plants: Design, performance and economics. *GHC Bulletin*, (June), 1-8.
- Doğan, M. (2011). Enerji kullanımının coğrafi çevre üzerindeki etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (23), 36-52.
- Doğan, S. (2019) The evaluation of goethermal energy and employment potential in terms of renewable energy resources.
- Doğanay, H., & Coşkun, O. (2020). *Enerji kaynakları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Doster, B. (2010). *Enerji güvenliği*. 3. Uluslararası Strateji ve Güvenlik Çalışmaları Sempozyum Bildirileri Kitabı. 15-16 Nisan 2010, Beykent Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Duman, V. (2011). *Fukuşima nükleer santral kazası: Kaza hikayesi, gelinen son durum özeti ve kazanın etkileri*, <https://www.fmo.org.tr/wp-content/belgeler/fukushimaraporu.pdf>
- Dunnett, Sebastian; Holland, Robert A.; Taylor, Gail; Eigenbrod, Felix (8 February 2022). "Predicted wind and solar energy expansion has minimal overlap with multiple conservation priorities across global regions". Proceedings of the National Academy of Sciences.
- Duygu, E. (2009). Ekolojik ve sosyoekonomik sorunlara çözüm arayışında biyokütle enerjisi ve biyorafineriler. *Kimya Mühendisliği Dergisi* (173), 22-26.
- Ebenhack, W. (1995). *Energy resources avilabilty, use and impact*. Oklahoma: PennWell Publishing Company.
- Ediger, V. Ş. (2006). *Osmanlı'da petrol ve petrol* (3. Baskı). Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Elmas, M. (2019). Petrol endüstrileri ve petrol ihraç eden ülkeler. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 29-41.

Ember. 2022. Turkey: Wind and solar saved \$7 bn in 12 months

Enerdata. World Energy Yearbook Statistics <https://yearbook.enerdata.net>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Faaliyet Raporu, 2020, https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Faaliyet_Raporlari/2020/ETKB2020Y%C4%B1%C4%B1%C4%B0dareFaaliyetRaporu.pdf

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023, Hidrolik: <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-hidrolik>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022, Türkiye Ulusal Enerji Planı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022, Biyokütle, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle>

Erdal, L., & Karakaya, E. (2012). Enerji arz güvenliğini etkileyen ekonomik, siyasi ve coğrafi faktörler. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 107-136.

Erdener, H., Gür, N., Erkan, S., Şengül, E., Eroğlu, E., & Baç, N. (2013). *Sürdürülebilir enerji ve hidrojen*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.

Erkan, A. Ç. (2014). Küresel doğal gaz krizlerine karşı enerji arz güvenliğinin sağlanması ve enerji arz güvenliği için kriz yönetimi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (7), 87-110.

Ertürk, M. (2011). *Dünyada ve Türkiye’de doğal gaz sektörü ve inovasyon etkileri*. İstanbul: Ticaret Odası Yayınları.

(ESRI. 2018). Energy Security Risk Index, US Chamber of Commerce.

ETKB 2019-2023 Stratejik Planı.

ETKB 2022. Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası

Falcao, A. F. O. (2010). Wave energy utilization: A review of the technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (14), 899-918.

Freese, B., Clemmer, S., & Noguee, A. (2008). *Coal power in a warming world*. Cambridge: Union of Concerned Scientists.

Gelen, A., & Yalçınöz, T. (2008). Dağıtılmış enerji sistemlerine genel bir bakış ve Türkiye’deki potansiyel durumu. *KTMMOB EMO Bilim Dergisi*, (30), 55-66.

- Georgescu-Roegen, N. (1986). The entropy law and the economic process in retrospect. *Eastern Economic Journal*, 12(1), 5-11.
- Gillingham, K., Newell, R. G., & Palmer, K. (2009). *Energy efficiency economics and policy*. NBER Working Paper Series, Cambridge, MA 02138.
- Global Solar Atlas, globalsolaratlas.info.
- Güllü, M. (2021). *Türkiye’de yenilenebilir enerji, istihdam ve ekonomik büyüme ilişkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Gülsaç, I. I. (2009). Okyanuslardan gelen enerji dalga enerjisi. *Bilim ve Teknik*, 58-61.
- Gültekin, A. H., & Örgün, Y. (1993). Doğal gaz ve çevre. *İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Çevre Dergisi*, (9), 37-41.
- Gürbüz, A. (2009). *Enerji piyasası içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi*. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, 13-15 Mayıs.
- Gürü, M., & Alıcılar, A. (1994). *Doğal gaz ve çevre*. Türkiye 6. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi, 17-22 Ekim, İzmir.
- GWEC Global Wind Report 2023
- Hockenos P. 2019. Turkey’s Dam-Building Spree Continues, At Steep Ecological Cost – YALE
- Hook ve Aleklett, 2010. The Peak of the Oil Age - Analyzing the world oil production Reference Scenario in World Energy Outlook
- International Energy Agency. IEA. 2019. “The Future of Hydrogen.”
- International Energy Agency. IEA, 2021. “Hydropower Special Market Report Analysis and forecast to 2030”
- International Energy Agency. IEA, 2023. World Energy Investment Report
- IEA, World Energy Outlook 2023
- International Hydropower Association. 2021 Hydropower Status Report

International Monetary Fund. IMF. 2024. "World Economic Outlook Databse, April 2024"

IICEC. 2021. TURKEY ENERGY OUTLOOK

IRENA. International Renewable Energy Agency – Global Renewable Energy Report 2021

IRENA. International Renewable Energy Agency."Tidal Energy Technology Brief" (PDF). International Renewable Energy Agency. 2015

IRENA. REmap: Roadmap for A Renewable Energy Future

İTKİB - İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri, Çin Halk Cumhuriyeti: Temel Sosyal ve Ekonomik Göstergeler 2012 Raporu

Jones, V. (2008). *The green collar economy*. U.S.A.: Harper Collins Publishers.

Jyothi, R. K., Tumajan Costa De Melo, L. G., Santos, R. M., & Yoon, H.-S. (2023). An overview of thorium as a prospective natural resource for future energy. *Frontiers in Energy Research*, 11. DOI: 10.3389/fenrg.2023.1132611

Karaarslan, E. K. (2018). *Türkiye ve Almanya’da yenilenebilir enerji kaynakları - sürdürülebilir kalkınma ilişkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çankırı.

Karagöl ve Kavaz, 2017, DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ, SETA, Sayı: 197

Karatepe, S., 2011. *Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr ile üretilen enerjinin ekonomik değerinin markov zinciri ile modellenmesi ve Yalova ilinde bir uygulama* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Karluk, R. (2009). *Cumhuriyetin ilanından günümüze Türkiye ekonomisinde yapısal dönüşüm*. İstanbul: Beta Basım Yayım.

Kaya, İ. S. (2016). *Uluslararası deniz hukuku çerçevesinde Doğu Akdeniz’deki petrol ve doğal gaz kaynakları*. Ankara: Adalet Yayınevi.

Kaya, M. (2016). A Global and a Turkish Perspective of Thorium Fuel for Nuclear Energy.

- Keleş, R., Hamamcı, C., & Çoban, A. (2009). *Çevre politikası*, 9. Baskı. Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.
- Keskin, Yasemin; Koç, M. R. Cafer (2022-10-06). "Electricity Generation in Turkey"
- Kılıç, N. (2009). Dünyanın önemli kaynağı: Rüzgâr enerjisi. *AR&GE Bülten-Ekonomi*, 17-23.
- Koç, E., & Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de enerji durumu (genel değerlendirme). *Mühendis ve Makine*, 54(639), 32-44.
- Koçaslan, G. (2014). Türkiye’nin enerji verimliliği mevzuatı, Avrupa Birliği’ndeki düzenlemeler ve uluslararası-ulusal öneriler. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(2), 117-133.
- Koçer, G. (2009). *Uluslararası ilişkiler giriş, kavram ve teoriler*, H. Çakmak (Ed.). Ankara: Platin Yayınları.
- Korkmaz, S., & Yılgör, M. (2011). Enerji tüketimi-iktisadi büyüme ilişkisi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 111-125.
- Kurlantzick, J. (2007). *Charm offensive: How China’s soft power is transforming the world*. U.S.A.: Yale University Press.
- Kutlu, K. (2020). “Yeşil devlet” kavramı ve Türkiye’deki yenilenebilir enerji politikası (Yayımlanmamış doktora tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Küçükali ve Barış, 2012. Availability of renewable energy sources in Turkey: Current situation, potential, government policies and the EU perspective, *Energy Policy* s: 42
- Kyrylo 2022. Turkey's Feed-in Tariff For Renewable Energy Sources Support And YEKDEM 2022 Outlook
- Lawson, Stephanie. *Theories of International Relations: Contending Approaches*, 2015, Polity Press
- Lovinfosse 2008. Renewable electricity policies in Europe : tradable green certificates in competitive markets

- Luft, G., & Korin, A. (2009). *Energy security challenges for the 21st century: A reference handbook*. U.S.A.: Praeger Security International.
- Lund, 2004. Lund DGE #1. Deep Geothermal Energy Project. Well evaluation report 2004.
- Maugeri, L. The Age of Oil: The Mythology, History, and Future of the World's Most Controversial Resource
- Madlener. New ways for the integrated appraisal of national energy scenarios: The case of renewable energy use in Austria. 2007
- MFA 2022. TÜRKİYE'S INTERNATIONAL ENERGY STRATEGY
- Ministry of Agriculture and Forestry. Wind energy: Possible threats to an endangered natural habitat in Izmir". 2019.
- Montgomery, S. (2014). *Küresel enerjiye yön veren güçler*. Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- M. Güllü, Z. Kartal. 2021. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdam etkisi - sakarya iktisat dergisi cilt 10, sayı 1, 2021, ss. 36-65
- Najam, A., & Cleveland, C. J. (2003). Energy and Sustainable Development at Global Environmental Summits: An Evolving Agenda. *Environment Development and Sustainability*, 117-138.
- Nogayeva, A. (2011). Orta Asya’da ABD, Rusya ve Çin: Stratejik denge arayışları. *International Strategic Research Organization (USAK)*, (55).
- NREL. The National Renewable Energy Laboratory - Jobs & Economic Development Impact Models, <https://www.nrel.gov/analysis/jedi/models.html>
- Ockwell, D. G. (2008). Energy and economic growth: Grounding our understanding in physical reality. *Energy Policy*, 36(12), 4600-4604.
- Orban, A. (2008). *Power, energy and the new Russian imperialism*. Praeger Security International, PSI Report, Westport, Connecticut.
- Otsuka, A. (2020). Energy Intensity and Population Density in Japan.
- Özsoy, A. (2016). Geleneksel enerji kaynakları, A. Aydın Kocaeren (Ed.) içinde, *Çevre ve enerji*. Ankara: Nobel Yayınları.

- Öztürk, H. H. (2013). *Yenilenebilir enerji kaynakları*. İstanbul: Birsen Yayıncılık.
- Pamir, N. (2005). *Enerji politikaları ve küresel gelişmeler*. Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Enerji Politikaları, EMO, 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara.
- PWC. 2023. Overview of the Turkish Electricity Market
- RECAI. 2022. Renewable Energy Country Attractiveness Index
- REN21. Renewables 2021 Global Status Report
- Richter, Alexander (10 January 2022) . "ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2021 – installed power generation capacity (MWe)".
- Rotondi, C. (2001). Competition and economic temperature - The entropi law in Emanuele Sella's work. In G. Erreygers (Ed.), *Economics and interdisciplinary exchange*. New York: Routledge Press.
- Rusya Federasyonu Enerji Bakanlığı, Energy Strategy Of Russia For The Period Up To 2030
- Sancar, S. (1992). *Avrupa Topluluğunda enerji arzı çevre dengesinin optimizasyonu ve Türkiye'deki uygulanabilirliği*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları.
- Satman, A. (2015). *Türkiye'nin enerji vizyonu*. TMMOB Makine Mühendisleri Odası,
http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/8188c7e9965c217_ek.pdf
- Saygın & Çelik, 2011, Jeo-Enerjik Bakış / AB Bağlamında Enerji Politikalarında Jeo-Enerji Alanları
- Schubert, S. R., & Pollak, J. (2011). *Realism, energy and international conflict: Why the struggle for power is still the name of the game*. August, APSA 2011 Annual Meeting Paper.
- Schurr, S. H. (1980). Wanted: A national energy strategy. In J. J. Bartell (Ed.), *Energy in America: Fifteen Views*. California: University of Sounthern California Press.
- Selçuk, I. Ş. (2010). *Küresel ısınma, Türkiye'nin Enerji güvenliği ve geleceğe yönelik enerji politikaları*. Ankara: Ankara Barosu Yayınları.

- Sevim, C. (2015). *Küresel enerji stratejileri ve jeopolitik*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Shaffer, B. (2009). *Energy politics*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- SHURA 2022. Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü 2022.
- SHURA. Energy Transition Center 2023. Net Zero 2053: A Roadmap for the Turkish Electricity Sector
- SHURA 2023. Offshore Wind Energy Tenders: Global Trends and Recommendations for Türkiye
- SHURA. 2023. Doğal Afetler Karşısında Elektrik Sisteminin Güçlendirilmesi
- Snyder, J. (2004). One world, rival theories. *Foreign Policy*, 26 October, <https://foreignpolicy.com/2009/10/26/one-world-rival-theories/>
- SolarPower Europe - Global Market Outlook For Solar Power 2023- 2027
- Sovacool, B., & Brown, M. (2010). Competing dimensions of energy security: An international perspective. *Annual Review of Environmental Resources*, (35), 77-108.
- Soylu, A., & Türkay, M. (2005). *Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinin planlanmasında doğrusal en iyileme tekniğinin kullanılması*. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 19-21 Ekim, İstanbul.
- Spurgeon, R., & Flood, M. (2002). *Enerji ve güç*, Çev. K. Sönmezler. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Sweeney, J. L. (2000). Economics of energy, <https://web.stanford.edu/~jsweeney/paper/Energy%20Economics.PDF>
- Şöhret, M. (2014). *Enerji güvenliğinin ekonomi politiği ve uluslararası çatışmalara etkisi*. Uluslararası Enerji ve Güvenlik Kongresi, 23-24 Eylül 2014, ss. 528-572.
- Sun, X., et al. (2024). Green governance strategies for Belt and Road renewable energy projects: insights from risk analysis and ESG theory.
- Snyder, J. Essential Readings in World Politics, 2001
- TMMOB Enerji Raporu 2006 - https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/90f2aca5c640289_ek.pdf

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. 2024. <https://enerji.gov.tr/infobank-energy-electricity>

TCCB –Yatırım Ofisi 2022 - Invest In Turkish Energy Sector
<https://www.invest.gov.tr/en/library/publications/lists/investpublications/energy-industry.pdf>

TEİAŞ. 2021. 2021 Yılı Elektrik Üretim-Tüketim Raporu

Teske, S. (2019). "Renewable Energy Resource Assessment 2019

Thorpe, T W. "A Brief Review of Wave Energy", ETSU Report Number R-120, (1999)

Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, “Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080” Haber Bülteni, 21/02/2018, Sayı: 30567

Toptancı, C., & Toptancı, E. R. (2008). *Çevre, bilim ve mevzuat terimleri sözlüğü*. Ankara: Azim Matbaacılık.

Trachtenberg, M. (2003). The question of realism. *Security Studies*, 13(1), 156-194.

UNFCCC. <https://unfccc.int> / <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact/>

UNDP. 2022 Social and Employment Impacts of Climate Change and Green Economy Policies in Türkiye June 28, 2022

UN. United Nations. (Birleşmiş Milletler), 2022. World Population Prospects

Ünsal, H. (2010). *Türkiye’de enerji sektörüne kamusal müdahaleler*. Ankara.

Valodka, I., & Vaoldkiene, G. (2015). The impact of renewable energy on the economy of Lithuania. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (213), 123-128.

World Bank, 2011. Unleashing the Potential of Renewable Energy in India Report.

World Bank, Türkiye - Country Climate and Development Report, 2022

World Population Review, 2024. <https://worldpopulationreview.com/countries/china-population>

WRI. World Resources Institute, www.wri.org/climate, 2001

- Yalçinkaya, A. - Rashid, Y. (2021). "Relationships Between Foreign Policy and Energy Security in Central Asia: A Case Study of Kazakhstan". Karadeniz Araştırmaları. XVIII/71: 491-514, s: 495
- Yaman, Y. (2007). *Enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynakları*. İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Yapar, M. (2020). *Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı-iktisadi büyüme ilişkisi: Gelişmekte olan ülkeler ve Türkiye örneği* (Yayımlanmamış doktora tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yapraklı, S. (2013). *Enerjiye dayalı büyüme, Türk sanayi sektörü üzerine uygulamalar*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Yavuzcan, G. (1972). *Ziraatte doğal enerji kaynakları*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Yildirim Öztürk, Mehtap and Evrim Ergün, Çağdaş - THE TURKISH RENEWABLE ENERGY LAW: STILL HUNGRY
- Yılmaz ve Öziç, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Ve Gelecek Hedefleri, Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 8(3), 525-535.
- Yusufov ve Halilova, 2008. Tuz Madenlerinin (Kaya tuzu) Sağlık Sektöründe ve Turizm Amaçlı Kullanımı; Sürkit Tuz İşletmesi (Tuzluca, Iğdır) ve Dünyadan Örnekler
- Zhou, L., & Ma, Z. After a Decade of Fossil Fuel Investing, Can China Fulfill Its Promise of a Green Belt and Road Initiative? (2023) World Resources Institute Analysis
- Zweifel, P., Praktiknjo, A., & Erdmann, G. (2017). *Energy economics: Theory and applications*. U.S.A.: Springer.
- 5346 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
- 6446 Elektrik Piyasası Kanunu