

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



**TÜRKİYE'DEKİ TEŞVİK POLİTİKALARININ YENİLENEBİLİR
ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ: SEÇİLMİŞ ÜLKELER
ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME**

**Kevser CİHAN
Yüksek Lisans Tezi
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

İktisat Programı

AĞUSTOS 2024

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE'DEKİ TEŞVİK POLİTİKALARININ
YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ:
SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Tez Yazarı
Kevser CİHAN

Danışman
Doç. Dr. Mehmet TEMİZ

AĞUSTOS 2024
ELAĞI

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı:	TÜRKİYE'DEKİ TEŞVİK POLİTİKALARININ YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ: SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME
Yazarı:	Kevser CİHAN
Tez Öneri Tarihi:	20.10.2022
Savunma Tarihi:	18.07.2024

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda **OYBİRLİĞİ/OYÇOKLUĞU** ile kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Murat SUNKAR

Fırat Üniversitesi İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi

Başkan: Prof. Dr. Murat SUNKAR

Fırat Üniversitesi İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi

Üye: Prof. Dr. Murat SUNKAR

Fırat Üniversitesi İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında
tescillenmiştir.

Prof. Dr. Murat SUNKAR
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım **“TÜRKİYE’DEKİ TEŞVİK POLİTİKALARININ YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ: SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME”** Başlıklı Doktora Tezi’nin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

13.06.2024

Kevser CİHAN

ÖN SÖZ

Tez çalışmasına başladığım andan itibaren bilimsel birikimi ve eğitim tecrübesiyle her konuda desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Temiz'e ve sayın jüri üyelerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, bana ait inanç ve güvenlerini her zaman hissettiğim değerli aileme ve süreç içerisinde desteklerini esirgemeyen yol arkadaşlarıma tüm kalbimle teşekkür ederim.

Kevser CİHAN

Elazığ, 2024



İÇİNDEKİLER

BEYAN	I
ÖN SÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ENERJİYE YÖNELİK KAVRAMSAL BİR BAKIŞ.....	3
2.1. Enerji Kavramı.....	3
2.2. Enerji Kaynaklarının Türleri	5
2.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	5
2.2.1.1. Fosil Enerji Kaynakları.....	5
2.2.1.1.1. Kömür	6
2.2.1.1.2. Petrol.....	6
2.2.1.1.3. Doğal Gaz	7
2.2.1.2. Nükleer Enerji Kaynakları.....	8
2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	9
2.2.2.1. Güneş Enerjisi	9
2.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi	10
2.2.2.3. Jeotermal Enerji.....	12
2.2.2.4. Hidroelektrik Enerji.....	12
2.2.2.5. Biyokütle Enerjisi.....	13
2.2.2.6. Dalga Enerjisi	14
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İLGİLİ GÜNCEL KONULAR	15
3.1. Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi	15
3.2.Çevre Sorunlarına Yönelik Uluslararası Anlaşmalar	19
3.3. Yenilenebilir Enerjide Önemli Uluslararası Kuruluşlar	21
3.3.1. Birleşmiş Milletler Çevre Programı	21
3.3.2. IEA	22
3.3.3. IRENA	23
3.3.4. REN21	24
3.4. Yenilenebilir Enerji Piyasalarının Gelişmesinin Önündeki Engeller	24
3.4.1. Ekonomik ve Finansal Engeller	26
3.4.2. Teknik ve Altyapı Engelleri.....	27
3.4.3. Halk Tarafından Kabul, Kalifiye Personel Eksikliği ve Çevresel Engeller	27
3.4.4. Piyasa Engelleri	27
3.4.5. Düzenleyici ve İdari Engeller	28
3.4.6. Engellerin Üstesinden Gelme	28
4. TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ.....	30
4.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	30
4.1.1. Güneş Enerjisi Potansiyeli	30
4.1.2. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli.....	32
4.1.3. Hidroelektrik Enerjisi Potansiyeli	34
4.1.4. Jeotermal Enerji Potansiyeli	35
4.1.5. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli.....	36

4.2. Brezilya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli.....	37
4.3. Hindistan'ın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli.....	42
4.4. Çin'in Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	44
4.5. ABD'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	46
4.6. Almanya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli.....	48
5. TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARININ DURUMU.....	51
5.1. Yenilenebilir Enerjide Uygulanan Teşvik Politikaları	51
5.1.1. Düzenleyici Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları	53
5.1.2. Mali Teşvikleri İçeren Yenilenebilir Enerji Politikaları	54
5.2. Türkiye'de Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları	54
5.2.1. Sabit Fiyat Garantisi	55
5.2.2. İhale Uygulaması	57
5.2.3. Lisanssız Üretim	58
5.2.4. Arazi ve İletim Sistemi Kullanım Bedeli Teşvikleri.....	58
5.2.5. Harç ve Damga Vergisi Teşvikleri	59
5.2.6. Biyoyakıt Zorunlukları ve ÖTV Muafiyeti.....	59
5.2.7. Yatırım Teşvik Programları	59
5.2.8. Elektrik Gideri İndirimi	61
5.2.9. Finansal Kuruluşların Sağladığı Destekler	61
5.3. Brezilya'da Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları	62
5.4. Hindistan'da Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları	68
5.5. Çin'de Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları	69
5.5.1. Enerji Politikası ve Endüstrisinin Gelişimi.....	69
5.5.2. Mevcut Durum ve Hedefler	72
5.6. ABD'de Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları	74
5.7. Almanya'da Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları	75
5.8. Türkiye'nin Teşvik Politikalarına Yönelik SWOT Analizi.....	77
6. SONUÇ	79
KAYNAKÇA	81
ÖZ GEÇMİŞ	

ÖZET

TÜRKİYE'DEKİ TEŞVİK POLİTİKALARININ YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ: SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Kevser CİHAN

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimleri Enstitüsü

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

İktisat Programı

Ağustos 2024, Sayfa: IX + 91

Tüm dünyada nüfusun hızla artması sonucu süre gelen teknoloji ve sanayi sektörü gibi birçok sektördeki büyümeler enerjiye olan ihtiyacı doğurmuştur. Fosil yakıtların kendini yenileyemedikleri ve dünya genelinde dengeli bir dağılım gerçekleştirmedikleri için neslinin tükenme tehlikesinin olması kendini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmıştır. Enerji ihtiyacında dışa bağımlı olan ülkemiz için bu kaynaktan yararlanılması çok önemlidir. Türkiye bulunduğu konum itibarıyla yenilenebilir kaynak bakımından potansiyeli çok yüksek bir ülkedir. Ancak potansiyeli daha düşük ülkelerle karşılaştırıldığında bu kaynakları yeteri kadar kullanmadığı görülmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'deki teşvik politikalarının yenilenebilir enerji tüketimine etkisini seçilmiş ülkeler (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya) özelinde değerlendirerek incelenmesi amaçlanmıştır. Literatüre dayalı ele alınan bu çalışmada ilk olarak yenilenebilir enerjiye yönelik kavramsal bir bakış ele alınmış. Bu başlıkta enerji tanımı ve kaynakları detaylı açıklanmıştır. İkinci bölümde yenilenebilir enerji ile ilgili konular çeşitli alt başlıklarıyla incelenmiştir. Üçüncü bölümde Türkiye ve seçilmiş ülke (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya) potansiyelleri tespit edilmiş. Son olarak ise dördüncü bölümde yenilenebilir enerji teşvik politikaları açısından Türkiye'nin SWOT Analizi yapılmış ve seçilmiş ülkeler (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya) ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda hepsinin birbirinden bağımsız teşvik politikalarını kullandıkları ve farklı sonuçlarla karşılaştıkları gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, enerji politikaları, yenilenebilir enerji kaynakları, vergi teşvikleri, Türkiye'de yenilenebilir enerjiye yönelik vergi teşvikleri, Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya yenilenebilir enerji politikası

ABSTRACT

The Effect Of Incentive Policies In Turkey On Renewable Energy Consumption: An Evaluation Specific To Selected Countries

Kevser CİHAN

Master Thesis

FIRAT UNIVERSITY

Graduate School of Social Sciences

DEPARTMAN OF ECONOMICS

Economy Program

August- 2024, Page: IX + 91

As a result of the rapid development of growth all over the world, the growth in many sectors such as the incoming technology and the industrial sector has created a need for energy. Since fossil fuels cannot renew themselves and are in danger of extinction in order to be distributed widely around the world, it has been left to energy sources that can replace themselves. It is very important to take advantage of this resource to meet the energy needs. Turkey is a country with a very high potential in terms of resources due to its location. However, it seems that the potential is not used enough for the resources in lower countries.

This continues to be examined by evaluating the reduction of incentive policies in Turkey specifically for countries devoted to energy consumption (Brazil, India, China, the USA and Germany). This literary achievement first captured a comprehensive view of divided energy. In this title, the definition and sources of energy are explained in detail. The division of the second part is characterized by various subheadings on energy-related topics. In the third part, the potentials of Turkey and selected countries (Brazil, India, China, USA and Germany) were identified. Finally, in the fourth chapter, Turkey's SWOT Analysis was made in terms of energy policies and compared with selected countries (Brazil, India, China, USA and Germany). With this result, independent incentive policies were implemented and it was observed that different results were encountered.

Key Words: Energy, energy policies, renewable energy sources, tax incentives, tax incentives for separable energy in Turkey, separable energy policy of Brazil, India, China, USA and Germany

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Enerji Güvenliğinin Doğası.....	16
Şekil 2. Yenilenebilir Enerjinin Önündeki Engeller.....	25
Şekil 3. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)	31
Şekil 4. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)	33
Şekil 5. Türkiye Hidroelektrik Enerjisi Potansiyel Haritası	34
Şekil 6. Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası	35
Şekil 7. Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA)	36
Şekil 8. Brezilya’da birincil enerji kaynakları tüketimi (2019)	38
Şekil 9. Brezilya’da birincil enerji kaynakları tüketiminin yıllara göre değişimi	38
Şekil 10. Brezilya’da yıllara göre yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik üretimi	39
Şekil 11. Brezilya’da elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payı	40
Şekil 12. Dünya en fazla şeker kamışı üretimi yapan ülkeler.....	41
Şekil 13. Ülkelere Göre Etanol Üretimi	41
Şekil 14. Çin’in Küresel FV Pazarında Arz ve Talep Gelişimi	71
Şekil 15. Çin Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi	72

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri ve Kaynakları	30
Tablo 2. Türkiye'nin Yıllık Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	32
Tablo 3. 50 m Yükseklikte Türkiye Kara ve Deniz Rüzgâr Potansiyeli	33
Tablo 4. Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA).....	37
Tablo 5. Hindistan Yenilenebilir Enerji İstihdam Verileri (Bin)	44
Tablo 6. Çin Halk Cumhuriyeti YE İstihdam Verileri (Bin).....	45
Tablo 7. ABD YE İstihdam Verileri (Bin).....	47
Tablo 8. Almanya YE İstihdam Verileri (Bin)2	49
Tablo 9. YEKDEM Sabit Fiyat Garantisi Tarifeleri	55
Tablo 10. YEKDEM Yerli Katkı İlave Tarifeleri	56
Tablo 11. Yatırım Teşvik Programı Uygulamaları	60
Tablo 12. Brezilya'da Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Yasalarla Desteklenen Teşvik Türleri	63
Tablo 13. Brezilya'da Kullanılan Biyodizelin Yıllara Göre Karışım Oranları	64
Tablo 14. Brezilya'da Yenilenebilir Elektrik Alternatif Enerji İhaleleri	65
Tablo 15. Brezilya'da Yenilenebilir Elektrik Kapasite İhaleleri	66
Tablo 16. Çin İçin 2020 Yenilenebilir Enerji Kapasite Hedefleri.....	73
Tablo 17. Türkiye'nin Teşvik Politikalarına Yönelik SWOT Analizi	78

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
BAE	: Birleşik Arap Emirlikleri
BEPA	: Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası
DSİ	: Devlet Su İşleri
EPDK	: Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FİT	: Feed-in-tariff (Sabit Fiyat Garantisi)
GW	: Gigavat
HES	: Hidroelektrik Santral
IRENA	: International Renewable Energy Agency (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı)
KDV	: Katma Değer Vergisi
LNG	: Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
LPG	: Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
MNRE	: Ministry of New Renewable Energy (Yeni Yenilenebilir Enerji Bakanlığı)
MTV	: Motorlu Taşıtlar Vergisi
MW	: Megavat
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
PV	: Photovoltaics
REPA	: Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli
TGC	: Tradable Green Certificates (Takas Edilebilir Yeşil Sertifikalar)
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alanı
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması
YEK-G	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi
YETA	: Yeşil Tarife

1. GİRİŞ

Enerji kavramı, geçmişten günümüze canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için önem teşkil eden bir konudur. En genel özelliğiyle iş yapabilme yeteneği olarak bilinir. Enerji refah ile doğrudan ilişkili olup ülkelerin kalkındırılması açısından önemli bir kavramdır. Enerjiye olan ihtiyaç, nüfusun artmasıyla gelişen sanayi sektörü ile birlikte daha da artmaya başlamıştır. Bu durum enerji sorununu gündeme getirmiş başlıca kaynak olarak fosil kaynaklar tercih edilmiştir. Sanayi devriminden itibaren enerji kaynaklarının yoğun kullanımı, yenilenemeyen enerji kaynaklarından karşılanmaya çalışılmış, yenilenemeyen enerji kaynaklarının doğada dengeli dağılamaması ve bir süreden sonra kendini yenileyememesi durumu su ve hava kirliliği gibi pek çok kirliliğe sebep olmuş buda doğal dengenin bozularak çeşitli iklim değişikliklerini ortaya çıkarmış ve küreselleşmeyi ciddi boyutlara taşımıştır.

Enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde iki alt başlıkta incelenmektedir. Birincil kaynaklar, yenilenebilir enerji ve fosil yakıt (yenilenemez enerji) şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Genelde birinci grupta yenilenebilir kaynaklar bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji yeniden şekillendirilebilen bir enerji türüdür. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, hidrolik ve dalga gel-git enerjisi bu türün çeşitleridir. Fosil yakıt (yenilenemez enerji) ise yeniden şekillendirilip kullanılmayan bir enerji türüdür. Kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji bu grupta yer almaktadır (Taşdemiroğlu, 1988). Birincil kaynaklar, herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğada var olduğu şekliyle faydalanmak olarak tanımlanır. İkincil kaynaklar, doğadaki şeklinin farklı bir enerji kaynağına dönüştürülüp sonrasında kullanılan kaynaklardır (Koç ve Kaya, 2015: 37).

Her ülkenin karşılaştığı enerji sorunları, fiyatlardaki dengesizlik, ödemeler dengesindeki dengesizlik, gider dağılımı dengesizliği ve işsizlik gibi genel iktisadi sorunlar içerisinde sanayi devriminden bu yana ortaya çıkan ve diğer sorunlarla doğrudan veya dolaylı olarak bağlantılı olan bir problemdir. Enerji, iktisadi, toplumsal ve coğrafi dünya düzeninin gelecekteki belirleyicilerinden biridir ve çağdaş dünya siyasetinin belirlenmesinde stratejik öneme sahip olmaya devam etmektedir. Bu yüzden Geleceğin yenilenebilir enerji teknolojilerine sahip ülkeler tarafından şekillendirileceğine inanılmakta ve enerjinin bir gün tükenebileceği ön görülmektedir.

Tükenmeyen enerji kaynaklarına yatırım yapmak, kamusal çevre hedeflerine ulaşmada büyük ölçüde katkı sağlayabilir. Üstelik tükenmeyen enerji teknolojisinin yeni olması sebebiyle, başlangıç maliyeti yüksek olabilmektedir. Aynı zamanda tükenmeyen enerjinin artan payı, mineral yakıtlar için belirsiz piyasalara karşı oldukça büyük enerji güvenliği gibi başka kamu politikası hedeflerine katkı sağladığı öne sürülmektedir. Yenilenebilir enerji, mineral yakıtlar kadar rekabetçi değildir. İtme mekanizması olmadan uygulama zordur. Gelişimini desteklemek için kamu müdahalesinin yokluğunda, üretim maliyetleri fosil yakıt alternatiflerinden daha yüksektir. Bu nedenle teşvik politikalarına ihtiyaç vardır. Bu sorunların üstesinden gelmek için uygun politikaların oluşturulması ve bunların uygulanması için belirli koşulların sağlanması gerekmektedir.

Tükenmeyen enerji kaynaklarının kullanımını düzenlemek ve azalan enerji kaynaklarının planlı tüketimini sağlamak için küresel ve ulusal enerji kaynakları konusunda durum tespiti yapılması gerekli hale gelmiştir.

Bu konudan yola çıkarak hazırlanan bu tezin amacı, Türkiye'deki teşvik politikalarının yenilenebilir enerji tüketimine etkisini seçilmiş ülkeler (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya) özelinde değerlendirerek aralarındaki fark ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın ilk

bölümünde yenilenebilir enerjiye yönelik kavramsal bir bakış ele alınmış. Bu başlıkta enerji tanımı ve kaynakları detaylı açıklanmıştır. İkinci bölümde yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi, çevre sorunlarına yönelik uluslararası anlaşmalar, önemli uluslararası kuruluşlar ve yenilenebilir enerji piyasalarının önündeki engeller detaylı bir şekilde incelenmiştir. Üçüncü bölümde Türkiye ve seçilmiş ülke (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya) potansiyelleri tespit edilmiş. Son olarak ise dördüncü bölümde yenilenebilir enerji teşvik politikaları açısından Türkiye'nin SWOT Analizi yapılmış ve seçilmiş ülkeler (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya) ile karşılaştırılmıştır.



2. ENERJİYE YÖNELİK KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Dünya genelinde nüfusun hızla artması sonucu süre gelen teknoloji ve sanayi sektörü gibi birçok sektördeki büyümeler enerjiye olan ihtiyacı doğurmuştur. Fosil yakıtların kendini yenileyemedikleri ve dünya genelinde dengeli bir dağılım gerçekleştirmedikleri için neslinin tükenme tehlikesinin olması kendini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmıştır.

Bu bağlamda ilk olarak enerjinin tanımı yapılmış olup devamında enerji kaynaklarının türleri detaylı olarak açıklanmıştır.

2.1. Enerji Kavramı

Yoktan var edilemeyen, ancak bulunduğu durumdan farklı bir şekle dönüştürülebilen enerji, “en” iç ve “ergon” iş kelimelerinden oluşmuş Yunanca menşeli bir kelimedir (Gooch, 2011: 268). Başka bir deyişle ise enerji, Yunanca “energia” kelimesinden alınma olup anlam olarak “etkiyen kuvvet” şeklinde yorumlanmaktadır (Özdamar, 2000: 133).

Her bilim dalı enerjiyi kendine göre yorumlasa da enerji en genel tanımıyla; “Bütün hareketleri yapabilen veya her an yapmaya hazır olan beceri” dir. Özetle iş yapma kabiliyetidir (Adaçay, 2014: 87).

Enerjinin oluşumunda rol oynayan “Kaynak” sözcüğü ise Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre “Meydana gelen enerjinin doğaya salındığı yer” şeklinde tanımlanmaktadır ([http: 1](http://1)).

Bu durumda enerji kaynakları, bir işi yapabilmek için o işteki yeteneği aktifleştirmeye yardımcı olan varlık olarak ifade edilir (Erkan, 2014: 89).

Enerjiyle ilgili çağımızda birçok zorluk bulunmasına rağmen enerji hakkındaki tartışmaların zeminini oluşturan konular üç madde halinde sıralanabilir (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579):

- Öncelikle mineral yakıtlar kısıtlı miktardaki kaynaklardır. Günümüzde yüksek oranda doğalgaz, petrol ve kömür arzı bulunmasına rağmen ilerleyen süreçte sınırlı arzın artan talep karşısında tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalması kaçınılmazdır.
- İkinci olarak küresel ısınma ve iklim değişikliği meselesi; çevre kirliliği, iktisadi büyüme ve enerji kullanımı arasındaki bağda farklı bir düzeye yönelmeyi sağlamıştır.
- Sonuncusu ise enerji arzındaki güven problemidir. Birçok ülke enerji konusunda dışa bağımlı konumdadır.

Enerji kaynaklarının yetersizliği durumu kalkınmayı, çevresel, toplumsal ve iktisadi açıdan etkileyerek yaşam kalitesini de belirlemektedir. Aynı zamanda sınai ve zirai üretimin artması sağlık, ulaşım, barınma gibi birçok insani hizmetlerde yaşanılabilir boyutta düzenlemeler getirilmekte ve bu da enerji kullanımını arttırmaktadır. Yukarıda da gösterildiği üzere enerji arz güvenliği ile fosil yakıtların sınırlılığından kaynaklanan gelecek kaygısı ve bazı çevresel sorunlar, bu yakıtlara ek yeni kaynaklar arama gereksinimini doğurmaktadır (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579).

Sera gazı kullanımının ve etkilerinin konuşulması son dönemlerde enerji kavramına farklı açılardan bakılmasını sağlamıştır. Sera gazının ortaya çıkmasına neden olan toplumsal etkinlikler içerisinde emisyon kaynağı olarak enerji tüketimi en büyük paya sahiptir. Enerji alanında yanma anında karbonun oksidasyonu sonucu oluşan karbondioksit (CO₂), bütün sera gazlarının yayılımına hakim olmaktadır. Enerjiye olan talebin yükselmesi, yerküredeki evölüsyon ve iktisadi büyümeden oluşmaktadır (IEA, 2017: 3).

Uluslararası ekonomi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan iklim değışiklikleri sera gazı emisyonunun bir sonucudur (VijayaVenkataRaman vd., 2012:882). Enerji alanındaki faaliyetler küresel sera gazı salınımlarının 2\3'üne sebep olur. Aynı zamanda küresel iklimin amaçlarına ulaşmasında katkı sağlayabileceğı gibi tam tersi etkiyle engelleyici durumda sergileyebilir. İnsani faaliyetler sonucu oluşan sera gazlarının önemli kısmı eski dönemlerde endüstrileşmiş ülkeler tarafından yayılırken bu oran şimdilerde gelişmekte olan ülkelerde daha fazladır. Ülkelerin düşük karbon emisyonu yapan bir görünüm kazanması için sistemli azaltma girişimlerinde bulunmaları gerekir. Karbondan arındırılması gereken endüstrileşmiş devletlerin enerji kaynaklarının yanı sıra gelişmekte olan ülkelerinde daha az karbonlu bir iyileştirme yöntemi bulması gerekliliğı kaçınılmaz bir durumdur (IEA, 2017: 11).

Tüm dünya sera gazı etkisi sebebiyle gelecek dönemlerde karbondioksit salınımlarının ısınmayı önemli miktarda arttıracakğı gerçeğı ile yüz yüzedir. Bundan ötürü Birleşmiş Milletler 1992 senesinde "Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi" (UNFCCC) Rio de Janeiro'da uygulanan "Dünya Zirvesi"nde imzalanarak bir hafifletme sürecinin başlatıldığı kabul edilmektedir (Duić vd., 2005: 1003).

Tüm dönemlerin en önemli problemlerinden biri olan sera gazı sorununu ele alan "Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi" öncülüğünde imzalanan Kyoto Protokolü Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde kabul edilmiş olup 16 Şubat 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolü'nün nihai amacı, insani faaliyetler sonucu atmosferde biriken sera gazının iklim sistemini tehlikeye atmasını önleyecek seviyede dengede tutmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda Kyoto Protokolü, hazırda bekleyen sözleşmelerin çoğunu değıştirir ve geliştirir (UNFCCC, 2008: 12).

Bir yıl arayla yayınlanan ve iklim değışikliğinin sonuçları konusunda daha çok farkındalığın oluşmasını sağlayan "Hükümetler Arası İklim Değışikliği Paneli" (IPCC) (2007) ve "Stern Raporu" (2006) dönüm noktası çalışmalarıdır. İki çalışma incelendiğinde arasındaki detaylar birbirinden bağımsız olsa da, her iki raporda mineral yakıtlarının iktisadi büyümeyi, karbondioksitin havaya bırakılması yoluyla iklim değışikliğinin ardındaki asıl itici güç olduğu kanısına varılmaktadır. CO₂ 'in serbest biçimde devamlı olarak havaya bırakılması, deniz seviyelerindeki artış, yoğun fırtına ve farklılaşan yağış şekilleri gibi birçok alanı etkileyerek feci sonuçları doğurmaktadır (Sadorsky, 2009b: 456).

Sera gazı emisyonları üzerinde çalışmalar yapan klimatologlar, havada biriken CO₂ emisyonlarının geçen asırda milyonda 280 parça (ppm) olan endüstri öncesi döneme kıyasla büyük oranda yükseldiğini incelemişlerdir. 2016 senesinde biriken CO₂ emisyonu 403 ppm'dir. Bu rakam 1880'lere oranla %40 civarında artış göstermektedir. Son 10 yılda ise yaklaşık 2 ppm artış gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak Metan (CH₄) ve Azot Oksit (N₂O) gibi diğer tehlikeli gazlarda da önemli miktarda artış baş göstermektedir (IEA, 2017: 3).

Son durumda ise Paris Anlaşması, gelişmekte olan ve gelişmiş bütün ülkeler adına tüm tedbirleri içeren ilk küresel iklim anlaşması olarak Aralık 2015'te kabul edilmiş olup 4 Kasım 2016 yılında yürürlüğe girmiştir.

Paris Anlaşmasının ikinci maddesine bakıldığında küresel iklim politikasında tarihsel bir hamle olarak kabul edilen belgenin üç hedefi yer almaktadır (WEC, 2017: 10):

- Sıcaklık seviyesini 2°C'nin altına düşürerek, endüstrileşme öncesi seviyelerin üstünde 1,5 °C'de olan sıcaklığını koruyarak, azaltma işlemini aktif hale getirmek,
- Uyum sağlamak konusunda bütün katılımcıların aynı fikirde olması,

- Ekonomik boyutta düşük karbon gelişimini destekleyerek küresel etkilere karşı güç kazanması için finansman sağlamak.

Paris'te kesinleştirilen amaçları iç politikaya dönüştürmek için sağlam ve yararlı milli politikalar geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu durumda aşağıda gösterilen yeni politikalar aktifleştirilerek öncekiler incelenecektir (WEC, 2017: 10).

- Sera gazı emisyonları fiyatlandırılacak,
- AR-GE için ekonomik destek oluşturulacak,
- Enerji bağlamında üretim, tüketim teknolojileri kurulacak,
- Düşük karbonlu olan her şey ekonomi piyasasından beslenecek.

2.2. Enerji Kaynaklarının Türleri

Genel olarak bakıldığında enerji kaynakları, kullanım alanlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre iki grupta incelenmektedir. Kullanım alanlarına göre enerji kaynakları, fosil yakıtlar (yenilenemez) ve yenilenebilir; dönüştürülebilirliklerine göre ise enerji kaynakları, birincil ve ikincil olarak sınıflandırılmaktadır (Koç ve Kaya, 2015: 37).

Birincil kaynaklar, yenilenebilir enerji ve fosil yakıt (yenilenemez enerji) şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Genelde birinci grupta yenilenebilir kaynaklar bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji yeniden şekillendirilebilen bir enerji türüdür. Güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrolik ve dalga gel-git enerjisi bu türün çeşitleridir. Fosil yakıt (yenilenemez enerji) ise yeniden şekillendirilip kullanılmayan bir enerji türüdür. Kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji bu grupta yer almaktadır (Taşdemiroğlu, 1988).

Birincil kaynaklar, herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğada var olduğu şekilden faydalanmak olarak tanımlanır. İkincil kaynaklar, doğadaki şeklinin farklı bir enerji kaynağına dönüştürülüp sonrasında kullanılan kaynaklardır (Koç ve Kaya, 2015: 37).

2.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Kendini yenilenemeyen enerji kaynakları, klasik karbon bazlı enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların kendini yenileyerek tekrar oluşması uzun bir zamanı kapsadığından yenilenemeyen enerji kaynakları olarak isimlendirilirler. Petrol, kömür, doğalgaz başlıca kaynaklardır (İncekara ve Oğulata, 2011: 3). Sanayi devriminden şimdiye kadar enerji üretiminde her dönem farklı bir enerji hammadde ön plana çıkmaktadır. Kömürün revaçta olduğu dönemin ardından petrol egemenlik kazanmıştır. Petrol krizlerinin yaşandığı 1973-1974 dönemi devamında ise meydana gelen enerji arzı sonrası nükleer enerji döneme damgasını vurmuştur (Pamir, 2005: 58-59). Nükleer enerji santralleri kimi kaynaklara göre fosil yakıt, kimi kaynaklara göre de yenilenebilir enerji kaynakları içinde bulunmaktadır. Bu çalışmada yenilenemeyen enerji kaynağı olarak incelenecektir (Batı, 2013: 89).

2.2.1.1. Fosil Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynaklarından oluşan mineral enerji kaynakları; bazı canlı kalıntılarının yer altında, oksijensiz ortamda, şiddetli ısı ve basınca maruz kalması sonucunda oluştuğu bilinmektedir. Büyük miktarda karbon içerdiği öngörülmektedir. Toprak altında ısı ve basınçla oluşan fosil yakıtlar, toprak üstüne sondaj ya da kazı yardımıyla çıkarılmaktadır. Enerjideki talebin çoğunluğunu oluşturan bu yakıtlara olan ihtiyaç, nüfusun artmasıyla gelişen sanayi sektörü ile birlikte daha da artmaktadır (Demirel, 2016: 30; Öztürk, 2013: 3-4).

2.2.1.1.1. Kömür

Kömür hem kimyasal hem de fiziksel olarak çeşitli yapıda olan maden ve kayadır. Genel olarak karbon, hidrojen ve oksijen elementlerinden oluşur. Az miktarda da olsa içerisinde kükürt ve nitrojen elementleri bulunur. Bunların haricinde ise kül oluşumuna sebep olan inorganik bileşikler ve mineraller vardır. Bu kömürlerin bazıları ısıtılma işlemiyle eriyerek plastik hale gelirken katran, likör gibi sıvılar ve çeşitli gazları da ortaya çıkarır (DPT, 2001: 6). Doğada kömürün birden fazla türü bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla linyit, taş kömürü, kok kömürü, odun kömürü, grafit, turba ve antrasit olarak adlandırılmaktadırlar. Kömür çoğunlukla savan iklim özelliği taşıyan, yağışın bol olduğu nemli bölgelerde ortaya çıkmaktadır (Kavaz, 2019: 9).

Kullanıldığı alana göre bir kömürün kalitesi değişiklik gösterebilir. Kaliteli bir kömürün anlaşılması temelde iki özelliğe bağlıdır. Bunlardan ilki yüksek karbon (enerji) miktarına sahip olmak ikincisi ise düşük nem oranına sahip olmaktır. Kömür türleri içerikleri yönünden karbon oranı %60 ve altı ise “turba”, %70’lerde “linyit”, %80-90 arasında “taş kömürü”, %90 ve üstünde ise “antrasit” olarak gruplandırılmaktadırlar. Bu açıdan diğer türlerine oranla enerji yoğunluğu en fazla olan kömür türü antrasittir. Bu kaynak kalorifik değer açısından 7500-8000 kcal/kg’dır. Düşük alevle yanar. Bu sebeple demir-çelik endüstrisinde kullanılmaktadır. İkinci sırada olan taş kömür ise antrasite göre daha yeni bir kömür olup kalorifik değeri 4500-7500 kcal/kg’dır. Dünyada yaygın olarak kullanılan bir türdür. Bu nedenle katı yakıtların en önemlisi konumundadır. Diğer bir kömür çeşidi ise linyittir. Kahverengi kömür olarakta bilinmektedir. Kalorifik değeri 4000-4200 kcal/kg’dır. Dünya genelinde kullanılan kömür rezervlerinin ortalama üçte birini oluşturmaktadır. Kullanım yeri olarak daha çok termik santraller tercih edilmektedir. Son olan kömür çeşidi ise turbadır. Oluşumunu yakın zamanda tamamlamıştır. Yanma ısıları çok azdır. Yaklaşık 2600 kcal/kg seviyesinin altında bir kalorifik değere sahiptir. Bu nedenle daha çok nemli olan yerlerde rastlanılmaktadır (Uğuz). Söz edilen bu değerler tüm dünya standartlarının incelenmesi sonucunda yazılmış olmasına rağmen yine de bölgeler veya ülkeler arasında değişiklik göstermektedir. Örneğin bir taş kömürünün Türkiye’deki ısı değeri 6500 kcal/kg olarak belirlenirken bu değer İtalya ve Norveç gibi ülkelerde 7000 kcal/kg’ın üzerinde belirlenmektedir. Diğer yandan linyitin kalorifik değeri Türkiye’de yaklaşık 2800 kcal/kg civarında iken Danimarka ve Kanada gibi ülkelerde ise 4000 kcal/kg’ın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak kömür dünya genelinde önemli yere sahip, yaygın kullanılan bir enerji kaynağıdır. Ancak gelişen teknoloji ışığında başka kaynaklara olan yönelişin ardından kömürün konumu tartışma konusu olmaktadır. Avantajlarının yanı sıra çevresel yönden negatif etkileri de olan kömürün, kullanım açısından dünya genelinde bir düşüş içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Buna rağmen gelişmekte olan ülkeler kömür için yeni politikalar geliştirmekte ve ellerindeki kaynağı kullanmayı tercih etmektedirler (Kavaz, 2019: 10).

2.2.1.1.2. Petrol

Petrol kavramı Latince’de taş (petra) ve yağ (oleum) anlamına gelen kelimelerin kısaltılmış halidir (Kaya ve Ercan, 2002: 101). Petrol koyu renkte olup yapışkan kıvamı olan yanıcı bir sıvı olmakla birlikte metan, etan vb. çeşitli bileşiklerden oluşan petrolün yoğunluğu, kimyasal bileşimine ve direncine (viskozite) göre değişim göstermektedir. Genellikle hafif petrol (yüksek graviteli) olarak adlandırılan açık kahve, sarı ve yeşil renkte olanlardan jet yakıtı, gaz yağı gibi ürünler elde edilirken ağır petrol (düşük graviteli) olarak adlandırılan koyu kahve ve siyah renkte olanlardan ise daha çok fueloil, kalorifer yakıtı ve asfalt gibi ürünler elde edilmektedir (Bayraç,

2005: 2). Petrol, milyonlarca yıl öncesine dayanan, denizlerin derinliklerinde oluşan çoğalarak tortu tabakalar şeklinde birikmiş hem bitkisel hem de hayvansal su organizmalarının bakteriyolojik bozulması sonucu oluşmuştur. Genellikle gaz hidrokarbonlarından oluşan bir tabaka ve kendisinden daha yoğun olan bir tuzlu su tabakası şeklinde iki katman arasında bulunmaktadır (Açıkgöz, 1998: 16).

Petrolün geçmişine bakıldığında çok eski zamanlarda bile ısıtma, inşaat ve izolasyon gibi birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin Babil şehrinin kalıntılarına bakıldığında bitümlerin tuğlalı yapılarda harç malzemesi yerine kullanıldığı ve sokaklarında ise tuğlaların asfalt ile kaplanıp dizildiği görülmektedir. Bir başka örnekte ise 15.yy da Ren Vadisi'nin inşasında kullanılan kumtaşlarının petrolden yararlanılarak üretildiği buna benzer bir üretimin Polonya ve Rusya'da da gerçekleştiği görülmektedir (Kaya ve Ercan, 2002: 101-102).

Petrol, geçmişten günümüze iktisadi bakımdan önemli bir enerji girdisi olmuştur. Petrolün bu kadar önem arz etmesinin nedeni enerji tüketiminin yeryüzündeki toplam payının yüksek olmasından kaynaklanır. Bunun sebebi ise kapsamlı tüketim ağı olmasıdır. Yaşantımızda elektrik üretiminden taşımacılığa dek oldukça geniş alanlarda kullanılan petrolün yukarıda da bahsedildiği üzere toplumsal gelişme ve sanayileşme alanlarındaki isteklerinin fazla olması enerji ve büyüme gibi iki önemli kavram arasındaki bağın oldukça önemli olduğunu sergilemektedir (Gökçe, 2014: 144). Diğer taraftan petrole ilgili söylenen tüm iyi şeylerin aksine petrol siyasi dengesizliğe neden olmaktadır. Petrolü asıl enerji kaynağı olarak gören dünya Ortadoğu bölgesinin de petrol üretiminde üçte birlik bir orana sahip olduğunu bildiği için bu bölgeyi sürekli tehdit altında koymaktadırlar. Ortadoğu bölgesi savaşlar ve dengesizliklerle sarsılmakta buda geleceğe yönelik güven bakışını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle uluslararası güçler bu bölgede hakimiyet kurmak için sürekli yarış içindedirler. Böylece bu bölgede geleceğe yönelik siyasi istikrarsızlıkların ve tehditlerin devam edeceği gözlemlenmektedir (Ayoup, 2006: 39-47).

2.2.1.1.3. Doğal Gaz

Litosferin içerisinde oluşan fosil kökenli bir gaz bileşimi olan doğal gaz, petrolün bir çeşidi olarak bilinir. Fosilleşmiş canlı kalıntılarının zamanla yeraltına yerleşerek oksijensiz ortamda şiddetli ısı ve basınca maruz kalmasıyla kimyasal ayrışımına uğraması sonucunda oluşmaktadır. Bu süreç çok uzun yılları kapsamaktadır. Genel olarak metan (CH_4), etan (C_2H_6) ve propan (C_3H_8) gibi bileşiklerden meydana gelmektedir (Dokuzlar, 2006: 23). Saf petrolün içine karışmış ya da üstünde ayrılmış şekilde bulunan doğalgaz, toprak üstüne çıkarılma aşamasının zahmetsiz olmasına karşın tüketim bölgelerine iletilmesi aşamasında maliyeti yüksek olmaktadır. Bu ulaştırma işlemi sıvılaştırılmış doğal gaz kaynağını ya çelikten yapılmış doğal gaz borularıyla ya da ısı ve basınca dayanıklı yine çelikten yapılmış tüplerle gerçekleştirmektedir (Dinçer ve Aslan, 2008: 69).

Elektrik üretiminde doğal gazdan faydalanılması doğal gaza olan ilgiyi destekleyen en önemli sebeplerden biridir. Bu kaynaktan alınan verimliliğin yüksek olması ve atmosfere yaydığı zararlı gaz oranlarının düşük olması sebebiyle elektrik üretiminde tercih edilmektedir. Kömüre nispeten ucuz ve güvenilir bir kaynaktır (Demirtaş, 2013: 5).

Doğal gazın diğer fosil enerji kaynaklarına göre avantajları şu şekilde sıralanabilir (Aktacir, 2014: 10):

- i. Kömür, petrol vb. yakıtlara kıyasla daha temizdir. Yanma sonucu kül, kurum gibi atık bırakmazlar.

- ii. Gaz kaçaqlığı durumunda havadan daha hafif oldukları için gözle görülür bir birikme yapmazlar.
- iii. Kokuları yoktur. Fakat dağıtım sırasında herhangi bir kaçak oluşumunu anlamak için çürük yumurta ve sarımsak kokusunu anımsatan koku ile kokulandırılırlar.
- iv. Olası bir patlama durumunda LPG tüplerine oranla çevreye yaydıkları zarar daha azdır.
- v. Taşıma, saklama ve depolama gibi maliyetleri yoktur.

2.2.1.2. Nükleer Enerji Kaynakları

Nükleer kavramı Latince “çekirdek” manasına gelmektedir. Nükleer enerji ise evrendeki tüm maddelerin yapı taşı olarak bilinen atomun çekirdeğinin parçalanması sonucunda ortaya çıkan bir enerji olarak bilinir. Çıkan bu enerjinin kontrol altında olması gerekmektedir. Bu sebeple en değerlisi uranyum olarak bilinen yakıt elementleri (toryum, plütonyum vb.) bir reaktör içinde kontrol altında parçalanır. Burada gerçekleşen tepkime sırasında en yüksek düzeylerde ısı açığa çıkmaktadır. Çıkan ısının iletilebilmesi için ise su maddesi kullanılmaktadır. Bu su reaktör içindeki sıcaklıkla kaynar ve buharlaşır. Ortaya çıkan bu buhar basınçlı borular aracılığıyla büyük tribünleri dönderir. Bu dönme işleminin başlamasıyla beraber ortaya çıkan hareket enerjisi elektrik enerjisine çevrilmektedir. Elektrik üretiminde en önemli konuma sahip olan nükleer güç, enerji kaynakları içinde fosil yakıtlara bağımlı olan ülkelere kıyasla önemli bir seçenek durumundadır. Yakıt elementi olan uranyum atomun parçalanması sonucunda ortaya çıkan enerjinin diğer fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğalgaz) kullanılarak oluşan enerjiden çok daha fazla enerji ürettiği öngörülmektedir (Kavaz, 2021: 286).

1954 senesinde kullanımına başlanan Obninsk Nükleer Enerji Santrali, Sovyetler Birliği döneminde kurulan dünyanın ilk nükleer enerji santrali olarak bilinmektedir (Anadolu Ajansı, 2013). 1973 petrol krizi sonrası ise nükleer enerji santralleri tüm dünyada hızla yayılmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynağı olmayan ülkeler ise enerji ihtiyaçlarını gidermek için nükleer enerjiye çevrilmişlerdir. İlerleyen süreçlerde nükleer santrallerde bazı kazalar meydana gelmiştir. Buda santrallere yönelik olumsuz düşünceleri doğurmuştur. Her ne kadar bu olumsuzluklar oluşsa da günümüzdeki teknolojik gelişmeler ve alınan önlemler sonucunda nükleer enerji yeniden eski önemini kazanmıştır (Kavaz, 2021: 286).

Geçmişten günümüze iki defa çok ciddi boyutta nükleer enerji santrallerinde radyasyon sızıntısı oluşmuştur. Bu sızıntılardan ilki 1986 senesinde Ukrayna’da yaşanan Çernobil kazası, ikincisi ise 2011 senesinde Japonya’da yaşanan Fukuşima patlamasıdır. Bu patlamadan sonra nükleer enerji üretiminde bir düşüş gözlemlense de son durum ve geleceğe yönelik tahminler bahsedilen alanda yeniden yükselişe geçileceğini göstermektedir (Kavaz, 2021: 286).

Küresel enerji sistemi daha fazla enerji üretimi ve daha az karbon salınımı gibi iki önemli kavramla savaşılmaktadır. Daha anlaşılır bir ifadeyle enerji tedarikinde ucuz ve sürdürülebilirlik hedeflenirken, çevreye verdiği hasarında daha az olması için geliştirilen üretim teknolojilerinin kullanılmasına yönelik çalışmalar sürmektedir. Nükleer enerji kullanımının bazı riskleri taşıdığı bilinse de ciddi avantajları da bulunmaktadır.

Bu avantajlardan bazıları; elektrik üretiminin durmadan devamlı ilerlemesi, diğer santrallere göre elektrik üretiminin daha uygun maliyetlerde olması, sera gazı salınımının neredeyse hiç olmaması ve enerji üretimi dışında birçok farklı alanlarda (tıp, ulaşım, tarım vb.) kullanılması şeklinde sıralanabilir (Ram ve diğ., 2017).

Nükleer enerjinin bahsedilen avantajlarının dışında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların başında bu enerji elde edilirken ortaya çıkan radyoaktif atıklar ve bu atıkların depolanmasında ortaya çıkan sorunlar gelmektedir. Aynı zamanda uranyum, toryum vb. nükleer yakıt elementlerinin kaynaklarının da sınırlı olması bir olumsuzluk olarak kabul edilmektedir (Kavaz, 2021: 286).

2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Tükenmeyen enerji kaynağı “Doğada hiç eksilmeyen, bir sonraki gün kendini yenileyebilen bir enerji kaynağı” olarak ifade edilir (TCDİ Bakanlığı, 2022). Aynı zamanda, tabiatta genellikle bir süre zarfını beklemeden oluşabilen mineral yakıt (kömür, petrol, doğalgaz) olmayan, elektrik enerjisi üretimi sırasında karbon salınımı neredeyse hiç olmayan, bunları yaparken yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla daha temiz bir çevre oluşumuna yardımcı olan, sürekli kendini yenileyerek her an kullanıma hazır olabilen enerji kaynaklarıdır (T.C.M.E.B., 2012).

Tükenmeyen enerji kaynakları, devletlerin enerji politikaları içinde milli kaynak olmaları, enerji arz güvenliğine fayda sağlamaları, temiz kaynak olmaları, iklim değişikliği ile olan çekişmede salınımları azaltmaları, çevreyle ilgili oluşan endişelerin önüne geçilmesinde yardımcı olmaları ve Kyoto Protokolü işleyişi alanında iktisadi değer taşıma niteliği sebebiyle büyük öneme sahiptir. Gelişmekte olan ülkelerin bu enerji kaynaklarına yatırım yapması, Kyoto Protokolü’nün esneklik mekanizmasının oluşturduğu finansman kaynağı sebebiyle, iyice kolaylaştırılmıştır (Bayraç, 2011: 248).

Düşük karbon ekonomisine geçmek için kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada gün geçtikçe daha fazla yaygınlaştığı görülmektedir. IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) ülkeleri içinde bu enerji kaynaklarının payı 1970-2002 döneminde senede %5,7 oranında yükselerek iki katına çıkmıştır. 2030 yılına kadar bu payın %60 oranına kadar çıkacağı düşünülmektedir (Bayraç, 2011: 248).

Yenilenebilir enerji kaynakları çok eski zamanlardan beri suyun pompalanması, ısıtılması, hububatların öğütülmesi, kurutulması gibi birçok alanlarda kullanılmaktadır. Buharlı makinelerin icadı ile birlikte süre gelen sanayileşme devriminin ardından önce Avrupa sonra Amerika’da bu kaynakların kullanımı gittikçe azalmaya başlamıştır. Daha sonrasında 1973 senesinde yaşanan petrol krizi olayı enerji kaynaklarına karşı bir güvensizlik ortamı oluşturmuş ve bütün dünya bu sebeple yeniden yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı yoğun ilgiyle yönelmişlerdir. 1990’lı yıllarda gündem konusu olan çevre bilinci ile de; karbon salınımı az olan, atmosfere zararı olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik birçok destekleme politikaları uygulanmaya başlanmıştır (GEKA, 2011: 7).

2.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, doğrudan ve dolaylı şekilde dünyadaki geriye kalan enerji kaynaklarının büyük bölümünü ortaya çıkaran sonsuz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını ifade eder. Dar bir anlatım ile güneş enerjisi, güneş ışınimleri tarafından iletilen ve joule (J) ölçü birimiyle gösterilen enerji miktarını ifade eder. Bu enerji kaynakları genellikle DHW sistemi olarak bilinen sıcak su sistemleri ve ısıtmanın yanı sıra güneş enerjisi santrallerinde termal enerjiye çevirmek için kullanılırken fotovoltaiik olarak adlandırılan sistemler ile güneşten elektrik enerjisi üretmek için kullanılır. Güneş sistemleri, güneşten gezegenimize gelen radyan ısıyı ve sıcak su sistemleri için termal kaynakları simgelerler. Güneş enerjili ısıtma düzeneği genellikle ek ısı kaynağı olarak tercih

edilirken, gaz, akaryakıt ve elektrikli kazanlar esas olarak kullanılmaktadır. Güneş enerjisinin esas termal enerji kaynağı şeklinde kullanımı enderdir ve tüm sene boyunca yeterli derecede güneş ışımasını olan ve ısıtma mevsimi az olan alanlarla sınırlıdır (Nizic ve Ruden, 2013: 100).

Güneş enerjisi yeryüzünde en çok bulunan enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu enerji, güneş aracılığıyla dünya yüzeyine senede 365 gün sabit hızla ışıma şeklinde yayılır. Güneş radyasyonunun yoğunluğu gaz yuvarına (atmosfer) girerken 1367 W/m^2 olarak kabul edilir fakat bu değer dünya yüzeyinde 1000 W/m^2 'ye düşer. Yeryüzüne erişen güneş ışımasını coğrafi konum, hava şartları, binaların yoğunluğu vb. faktörlere bağlı olarak değişir (Bailey vd., 1997; Pacesila, 2015).

Güneş enerjisi, hem aktif hem de pasif şekilde kullanılabilir. Isıl enerji ile fotovoltaik dönüştürücüler aracılığıyla uygulanan etkin uygulamanın dışında güneş enerjisinin pasif uygulaması, ilişkili binaların kurulumu ile aktarılan güneş enerjisinin dolaylı olmadan direkt kullanımını belirtir. Yapıların geometrik şekli, ebatı ve yüksekliği, duvarların ve odaların termik kapasitesi, camlar, inşaat ve yapı materyallerinin fiziksel özellikleri, o sene boyunca toplam enerji kullanımı üstünde ciddi etkiye sahiptir (Nizic ve Ruden, 2013: 100).

Toplumların çağdaş enerji faaliyetlerine ulaşma ihtiyaçlarını karşılayan güneş enerjisi geniş uygulama yelpazesiyle çeşitli enerji türlerine dönüştürülebilir. Örnek olarak sıcaklığı içine hapseden materyallerden yapılmış kollektörlerin desteğiyle ısı enerji elde edilirken; güneş ışımasının bir fotovoltaik hücre mekanizması aracılığıyla yakalanması ve doğrudan elektrığe çevrilmesiyle fotovoltaik elektrik oluşturulmaktadır. Bu elektrik doğrudan kullanılabilir gibi ya özel pillerde depolanır ya da ulusal şebekeye verilir (Pacesila, 2015; Zamfir, 2014).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir çeşidi olan güneş enerjisi, ülkemiz için coğrafi konumu ve yıl boyu güneş alma potansiyeli ele alındığında diğer üretilen enerji kaynakları içinde en baskın olanıdır. Ülkemizde elektrik enerjisi elde etmek için güneş enerjisinden yararlanma konusu çok yaygındır. Ayrıca bu konuda birçok Avrupa Birliği ülkelerine kıyasla Türkiye'nin çok daha yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir (İnce, 2021: 1).

2.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgar enerjisi esasında, güneş enerjisinin karmaşık bir halidir. Çünkü rüzgar, güneş enerjisinin yeryüzünün bütün noktalarını aynı derecede ısıtamaması sonucunda oluşan sıcaklık ve basınç farkları sonucu ortaya çıkmaktadır (T.C. GEKA, 2012: 17). Güneşten yeryüzüne gelen ışınlar atmosferde ısınmaya başlar. Isınma sonucu yoğunluğu düşen hava yükselir ve yükselen havanın yerini soğuk hava kaplar. Bu hava dünyanın kendi eksenine çevresinde dönme hareketiyle bütünleştikten ötürü büyük oranda kinetik enerjiye sahip olan hava hareketleri oluşur (<http://www.alternaturk.org/ruzgar.php>, E.T. 21.05.2022).

Rüzgar enerjisine bakıldığında, hava olaylarının neden olduğu hareket enerjisinin mekanik enerjiye çevrilmesi sonucu oluştuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca rüzgar enerjisi, transformasyona uğramış güneş enerjisi şeklinde de nitelendirilmektedir (Özen vd., 2015: 87). Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin tahmini %2'lik bir kısmı rüzgar enerjisine çevrilmektedir (<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar>, E.T: 21.05.2022).

Rüzgar enerjisi, temiz enerji kaynaklarından olan ve yaşadığımız çevreye verdiği zarar yok denecek kadar az olan, çevreye duyarlı bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisine kıyasla fosil yakıtlar kullanılarak elektrik enerjisinin oluşturulması sonucunda çevreye verilen zarar oldukça büyüktür.

Çünkü yakıtı rüzgar tercih edilen rüzgar türbinleri atmosfere hiçbir şekilde zehirli gaz vermezler (Aydın, 2013: 33).

Rüzgar enerjisi diğer fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında yatırım ve birim enerji maliyeti yönünden çok daha avantajlı bir enerji kaynağı olduğu gözlemlenmiştir (Özen vd., 2015: 87).

Rüzgar enerjisinin avantajlı ve dezavantajlı olduğu bazı durumlar vardır. Rüzgar santrallerinin çevreye yönelik sağladığı avantajlar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Acar ve Doğan, 2008: 680);

- Yakıt harcamaları ve hammadde gereksinimleri yoktur.
- Yenilenebilir enerji kaynağı olduğundan çevre dostudur. Buna bağlı olarak fosil yakıt kullanımını azaltır.
- Diğer santrallere kıyasla kurulum süresi daha kısadır. Bu yönüyle çevreye daha az zarar verir.
- Sera etkisi yapmaz.
- Santral alanı ikili kullanıma açıktır. Böylelikle ormanların yok olmasını önüne geçilmiş olur.
- Kullanım süresi sona eren türbinleri imha etmek mümkündür.

Bunların yanı sıra rüzgar santrallerinin kullanılmasının diğer avantajları ise aşağıda sıralanmaktadır (Bayraç, 2011: 40-41);

- Fosil kaynakların kullanılması sonucu meydana gelen sera gazı salınımı yapmayarak sera etkisi ve asit yağmurlarına sebep olmazlar.
- Türbinlerin yaklaşık 20-30 yıl gibi uzun dönemler kullanılabilmesi, oluşan masrafların geniş bir zaman dilimine yayılmasını sağlamaktadır (Mehel, 2009: 6).
- Bu sektör istihdam yaratarak hem ekonomik hem de toplumsal büyümeye katkı sağlamaktadır (GWEC, 2010: 17).

Bütün bu avantajlara sahip olan rüzgar enerjisi, coğrafi konumu ve hava koşulları gibi birçok engelının olmasına rağmen, sürekli ve sonsuz kaynak özeliğine sahip olması “sürdürülebilirlik” hedefinin gerçekleştirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Koçaslan, 2010: 56-57).

Rüzgar enerjisinin çevreye yönelik sağlamış olduğu dezavantajlar ise (Karataş, 2009: 76-78);

- Gürültüye neden olmaktadırlar.
- Türbin kanatları üzerinde böcekler birikmekte olup buda verimliliği düşürmektedir.
- Türbine doğru sürüklenerek uçan kuşlar kaçamayarak ölürler.
- Türbinler, etrafındaki manyetik alanı etkileyerek radyo ve televizyonların alıcı cihazlarının parazitlenmesine neden olmaktadır.
- İnsanların yaşadığı bölgelere yakın yerlerde kurulması görsellik açısından estetik durmamaktadır.
- Rüzgar hızı ve yönü değişken olduğu için istenilen her alana santral kurulamamaktadır (Bayraç, 2011: 41-42).
- Santral kurulumu için araç gereçlerin çoğu ithal edilmektedir. Türbinlerin kuruluş maliyetleri başlangıçta yüksektir (Bayraç, 2011: 41-42).

Bu kadar dezavantajının bulunmasına karşın çevreye verdiği zararın kısmen az olması ve avantajlarının daha fazla olması sebebiyle rüzgar enerjisi dünyada tüm hızıyla artmaktadır (Özen vd., 2015: 87).

2.2.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çekirdek kısmında oluşan mineral kütlelerin içinde toplanmış şekilde olan ısıнын akışkanları sızdıran çatlaklıklar yoluyla taşınarak bir haznede birikmesi sonucu oluşmuş ısı enerjisidir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, yegm.gov.tr). Aynı zamanda akışkanlık göstermemesine rağmen birtakım işlemlerle ısısından yararlanan, yer kabuğunun derinliklerindeki “Sıcak Kuru Kayalar” da bu enerji türü olarak nitelendirilmektedir (Çetin, 2014).

Jeotermal enerji türlerinin en önemli alanlarından biri jeotermal endüstrisidir. Bu endüstri uzun vadeli proje teslimleri, yüksek oranlı kaynak riski vb. sektöre yönelik çeşitli zorluklarla sınırlı kalmıştır. Endüstrinin gelişimine yönelik oluşabilecek riskleri indirmek, daha geniş alanda jeotermal kaynaklarda maliyeti daha aktif kullanabilme imkanı vermek ve oluşabilecek çevresel problemleri çözebilmek adına 2017 senesinde teknolojinin geliştirilmesine yönelmiştir (REN21,2018: 22).

Jeotermal enerji kaynağının kullanılmasında bazı sebepler ön plandadır. Bunlar aşağıda sıralanmaktadır (GEA, 2012: 1-8);

- Bu enerji, istenildiğinde her an ulaşılabilen, bazı fosil yakıtlar (kömür, nükleer) gibi yüksek özveri ile üretilen, güvenilir bir güçtür.
- Milli güvenliği isteklendirmektedir.
- Temiz yakıtlardır. Sera gazı salınımı yok denecek kadar az düzeyde yaparlar. Çevreye duyarlıdır.
- İşsizliğin olduğu kırsal kesimlerde iş imkanı sunarak iktisadi büyümeye katkıda bulunurlar.
- Çok amaçlı bir enerji türü olmasıyla birlikte düşük maliyetli yenilenebilir kaynaklardır.

Türkiye Alp Dağları üstünde bulunmaktadır. Alp Dağları özellik açısından tektonik yapıdadır. Bu durumda ülkemiz jeotermal enerji bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Türkiye bu enerji itibarıyla dünya genelinde 4. sırada olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de kurulumu gerçekleşmiş bölgeler incelendiğinde %79 oranında Batı Anadolu, %8,5 oranında Orta Anadolu, %7,5 oranında Marmara, %4,5 oranında Doğu Anadolu ve %0,5’lik dilimde ise diğer bölgelerin olduğu gözlemlenmiştir (Kaçuk, 2021: 64).

2.2.2.4. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, diğer enerji türlerine kıyasla teknolojik gelişmişliği en fazla olan enerji kaynağıdır. Sudaki potansiyel enerjinin çeşitli yöntemlerle kinetik enerjisine dönüştürülmesi sonucunda enerji üretimi oluşmaktadır. Enerjinin elektriğe çevrilmesi için kurulan hidroelektrik santrallerinin, akarsu, pompalama ve su tutma gibi bazı çeşitleri bulunmaktadır. Bu santraller, daha çok verimlilik alabilme açısından suyun debisinin yüksek olduğu bölgelere kurulmaktadır. Hidrolik enerji tesislerinde, suda yaşayan canlılara zarar vermemek adına oksijen düzeyini kullanılabilir ölçüde tutan havalandırma sistemleri kurulmalıdır (Önal, 2020: 86).

Hidroelektrik enerjisinin bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu enerjinin sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmaktadır (Uyar, 2015: 5);

- Çevre dostudur.
- Acil enerji ihtiyacında hızlı şekilde devreye girebilir.
- Yine acil bir durumda çok hızlı etkisiz hale getirilebilir.

- Herhangi bir dışa bağımlılık söz konusu değildir.
 - Enerji dışında, sulama vb. amaçlarda da kullanılmaktadır.
- Hidroelektrik enerjisinin dezavantajları ise şunlardır (Uyar, 2015: 5);
- Başlangıç maliyet fiyatı çok yüksektir.
 - Kurulum süreci çok uzundur.
 - Enerji üretebilme potansiyeli yağış miktarıyla ilişkilidir.
 - Hidrolik barajlar kurulduğu bölgenin ekolojik dengesini bozabilir.
 - Deprem ve diğer doğal afetlerde sel riski yaratıp, canlıların yaşam alanlarını zarara uğratabilir.

Bu enerji kaynağı Türkiye’de hem en çok gelişme gösteren hem de enerji üretiminde diğer enerji kaynaklarına oranla en yüksek paya sahip olan bir enerji türüdür. Türkiye su rezervleri bakımından varlıklı bir ülkedir ve su gücünden yararlanarak elektrik üretmesi çok eski dönemleri kapsamaktadır. Hidrolik enerji yönünden oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Bu konuda Avrupa ülkeleri içinde 2.sırada bulunmaktadır. Başlıca hesaplamalar doğrultusunda kesintisiz şekilde hidrolik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, değerlendirilebilir hidrolik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl son olarak iktisadi şekilde geliştirilen hidrolik potansiyeli 158 milyar kWh/yıl olarak belirlenmiştir (DSİ,2018).

2.2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Güneşten gelen enerjiyi fotosentez yaparak stoklayan, bitkisel organizmalar şeklinde adlandırılan biyokütle, bitkilerin ve canlı varlıkların kaynağı şeklinde türediği bilinmektedir. Başka bir ifadeyle biyokütle, bir veya birden fazla türden oluşan, bir kitleye ait canlı organizmaların, belirli süre içinde hakim olduğu mevcut kütle şeklinde tanımlanmaktadır. Canlı kütle ifadesiyle eş anlamlı olan biyokütle, bitkisel ve hayvansal kaynaklı olarak ikiye ayrılmaktadır (Öztürk, 2013: 365).

Canlı kütle, tarım ve hayvancılığa ait bir mahsuldür. Tümü ya da bir miktarı özündeki enerjiyi tekrardan elde etmek düşüncesiyle yakıt şeklinde faydalanılabilen, bitkisel maddelerin hepsi ya da bir miktarından oluşan ürünleri ve aşağıda gösterilen enerji olarak yararlanılan atıkları içerir (Öztürk, 2013: 365).

- Tarım ve ormancılık mahsulü bitkisel olan atıklar
- Hiçbir işleme tabi tutulmadan oluşan bitkisel atıklar
- Kağıt üretimi işlemi aşamasında ortaya çıkan lifli bitkisel atıklar
- Mantar atığı
- Birçok işlemin hammaddesi olan odunsu atıklar

Biyokütle enerjisi; yenilenebilir enerji kaynağı olan, çevreye duyarlı, ülkemizde kolayca bulunabilen vb. şekilde birçok olumlu yönleri bulunmaktadır.

Canlı kütle, 2017 senesinde global nihai enerji isteğine %13’lük oranla önemli katkı sağlamıştır. Gelişmekte olan ülkelerin %8’lik kısmı sadece yemek pişirme amacıyla ve ısıtma işlemi için kullanım oluştururken, %5’lik kısmı ise sadece modern kullanımı oluşturmaktadır. Modern canlı kütle, inşaatlardaki ısı talebinin %4’lük civarını sağlar, endüstride %6’sını, global elektrik üretiminde %2’si, ulaşımda ise %3’lük kısmını sağlamaktadır (REN21, 2018: 22).

Biyokütle çeşitleri ile en son kullanıldıkları yerler arasındaki farkı gözetmek çok önemlidir. Tarihsel açıdan incelendiğinde insanoğlu için temel enerji kaynağı olduğu gözlemlenmiştir. Bu süre zarfının sonunda bulunduğumuz çağda ise tarihsel görevinden uzaklaşıp modern enerji kaynağına

çevrilmektedir. Geleceğe yönelik katkısı tam olarak bilinmese de enerji senaryolarının önemli tamamlayıcıları olacağı düşünülmektedir (Rosillo-Calle, 2016: 1933).

2.2.2.6. Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi, yeryüzünde bulunan havanın hareketi sonucunda oluşan rüzgarın deniz yüzeyine temas etmesi ile ortaya çıkan deniz dalgalarındaki güçten elde edilen enerjiye denir. Kısacası denizde oluşan dalgaların enerjisidir. Dalga enerjisi miktar bakımından oldukça zengindir. Avrupa ülkeleri aracılığıyla kullanımına başlanmış bir kaynaktır. Bu enerji kaynağı rüzgar enerjisi gibi gelişmiş teknolojilerin en yenisidir. Büyük enerji kaynağı olmasının yanı sıra güvenilir bir kaynaktır. Aynı zamanda dalga enerjisi zamanın %90'ında elde edilebilen bir konumdadır (www.tech-worn.com, 2017).

Çevreye ve doğaya hiçbir zararı bulunmayan bu enerji, diğer enerji kaynakları arasında en az kullanılan bir kaynaktır. Fakat yerkürenin %70'inin su olduğu göz önünde bulundurulursa gereken önemin verilmesi durumunda enerji ihtiyacımızın çoğunu karşılayabilir durumdadır. Dalga enerjisi kullanılarak elektrik üretmenin birçok çeşidi vardır. Bunların bazıları aşağıda belirtilmiştir (<https://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>, E.T.: 30.05.2022);

- Gel-git enerji sistemi,
- Dalga çiti yoluyla enerji üretimi,
- Deniz suyu salınımı sistemleri,
- Deniz suyu ısı enerji kazanım sistemleri,
- Akıntı yoluyla enerji üretim sistemleri.

Dalga enerjisi diğer bir adıyla su enerjisi tabiat ve canlılar için birçok olumlu yönleri bulunmaktadır. Bunlar (<https://www.enerjibes.com/dalga-enerjisi/>, E.T.: 30.05.2022);

- Sürekli olarak kendini yenileyen (tükenmeyen) enerji kaynağıdır,
- Çevre dostudur,
- İktisadi açıdan bakıldığında yeni iş imkanları sunarak istihdamı artırır. Böylelikle işsizliği azaltır,
- Elektriğin bulunmadığı ortamlarda elektrik sağlar,
- Yeryüzünde bol miktarda bulunur,
- Potansiyel teknolojilerin kullanımına olanak sağlar,
- Enerji elde etmenin dışında temiz içme suyun olarak kullanılabilir
- Su kaynaklarının bulunduğu kıyıların korunmasını sağlar.

Dalga enerjisinin olumsuz yönlerini ise aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (<https://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>, E.T.: 30.05.2022);

- Standart dalga enerji sistemine sahip değildir. Her dalgada yeni bir sistem geliştirilir,
- Bu konuya hakim eleman bulmak oldukça zordur,
- Hava koşullarından hızlıca etkilenirler,
- Kurulan bu sistem yerleşim bölgelerine yakın olmalıdır.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İLGİLİ GÜNCEL KONULAR

Çalışmanın bu bölümünde yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi, çevre sorunlarına yönelik uluslararası anlaşmalar, önemli uluslararası kuruluşlar ve yenilenebilir enerji piyasalarının önündeki engeller detaylı bir şekilde incelenmeye çalışılmıştır.

3.1. Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi

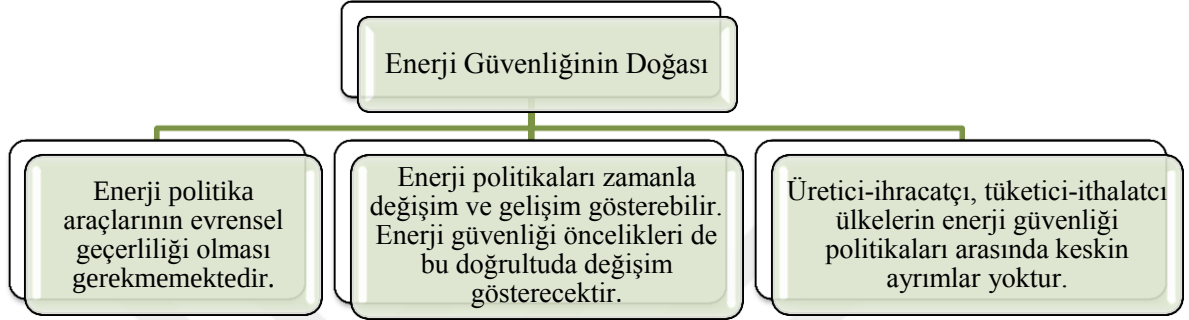
Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) tanımına göre enerji güvenliği, hiçbir kesinti yaşamayan fiyat açısından elverişli olan enerji kaynaklarının varlığı şeklinde ifade edilmektedir. Aslında genel bir inceleme yapıldığında enerji güvenliğinin çok kapsamlı olduğu ve her ülke için farklı anlamlar içerdiği gözlemlenmiştir (Cherp ve Jewell, 2011: 202-212). Bu ülkelerin kendileri için yaptığı enerji güvenliği açıklamalarında kısa ve uzun süreli çeşitli konular ön plana çıkmaktadır. Örnek vermek gerekirse, kimi ülkeler için uzun dönemli enerji güvenliğinin sağlanması, uygun enerji altyapısının çevreye olan duyarlılığını göstererek ve uzun dönemi kapsayan sözleşmelerle enerji alımını güvence altına alarak oluşturulabilecek iken, diğer bir ülke enerji gereksinimlerinin tümünü yerli kaynaklarıyla karşılayacak biçimde planlayabilir. Diğer bir örnek ise, uzun dönemli enerji güvenliğini sağlayan, çevre hassasiyeti yüksek olan ülkelerin enerjiye yönelik portföyünde nükleer enerjiye yükleyeceği görev, yüksek oranla diğer ülkelere nispeten daha az olacaktır. Kısa dönem isteyen ülkeler ise beklenmedik değişimlere karşı arz-talep dengesini sağlamak için çeşitli yöntemlere başvuracaktır (Hatipoğlu, 2019: 1).

Global enerji güvenliği yapısını incelediğimizde, global pazarların ticaret yapabilmesi, kara ve denizlerde bulunan petrol, gaz platformları, depolama alanları, boru hatları, rafineriler ve dağıtım gibi sistemlerin güvenliği yıllardan beri süregelen, devamlılık bildiren konular şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan 21. Yüzyıl, bu konuda yeni sorunlara yeni çözümler üretilmesini zorunlu tutmaktadır. Tanker korsanlığı, yeni minerallere duyulan gereksinimler, siber terörizm vb. çeşitli güvenlik tehditleri baş göstermiştir. Enerji güvenliği konusu her ne kadar ülkelerin birbirleriyle ilişkisi üzerinden açıklanıyor olsa da, aslında hükümetler dışı ve devlet altı aktörlerin rolü büyük önem arz etmektedir (Hatipoğlu, 2019: 1).

Uluslararası Stratejik Araştırmalar Kurumuna (USAK) göre enerji güvenliği kavramı, mevcudiyet (availability), erişilebilirlik (accessibility), hesaplılık (affordability) ve sürdürülebilirlik (sustainability) olmak üzere genel olarak dört ana başlık altında incelenmektedir. Mevcudiyet, enerji kaynaklarının varlığıyla ilişkili olup arz/talep güvenliği açısından oldukça önemlidir. Erişilebilirlik, ihtiyaç halinde bu kaynaklara kolaylıkla ulaşıp ulaşılmamasıdır. Hesaplılık, talep edenin kompetitif bir piyasa sistemi içinde bu kaynaklara ulaşabilmesi ve bu kaynak tedarikçileri için iktisadi kalkınma ve yeni yatırımlara fırsat verecek fiyat düzeyinde buluşabilmesidir. Sürdürülebilirlik, talep miktarı ne olursa olsun hiçbir aksama yaşamadan elde edebilmesi anlamına gelmektedir (USAK, 2011). Geniş kapsamda enerji güvenliği, jeoekonomik güç dengeleri, enerji çeşitleri, iktisadi büyüme, güvenlik tehditleri ile bağlantılıdır ve enerji altyapısı, erişilebilirliği, verimliliği ve fiyatı genel enerji güvenliği faktörleridir. Öte yandan enerji güvenliği, ithalatçı ve ihracatçı ülkelerin, enerji yoğun endüstrinin, tüketicilerin, geçiş (transit) ülkelerin, petrol/gaz şirketleri ve politika oluşturucuların tesiriyle oldukça çeşitli kavram haline gelmektedir. Bu durumda enerji güvenliğinin çeşitli ülkeler ve taraflar için çeşitli anlamlar içerdiği söylenebilir. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkeleri enerji kaynakları açısından ithalata bağımlı ülkelerdir. Bu sebeple 'arz güvenliği' kritik özelliğe sahipken; ekonomisi ihracata bağımlı olan Rusya vb.

ülkelerde ‘talep güvenliği’ önem taşımaktadır (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 87). Winzer’in de belirttiği gibi; bazı kişilere göre enerji güvenliğindeki amaç düşük bütçelileri enerji fiyatında oluşabilecek dalgalanmalardan korumaktır. Kimilerine göre ise, ekonomiyi, buhran dönemlerinde oluşan enerji fiyatlarındaki yükselişe rağmen, hizmette oluşabilecek arz kesintilerinin önemini belirtmektedir (Winzer, 2012: 36).

Dünya nüfusunun, günümüzde kullanılan enerjiye oranla 2030 yılında %45 daha fazla ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir; ancak üretilen yeni enerjilerin artan talebi karşılayamayacağı korkusu her geçen gün yükselmektedir (Luft ve Korin, 2009: 1-2).



Şekil 1. Enerji Güvenliğinin Doğası

Kaynak: Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 89

Enerji politikaları ile risk kontrol mekanizmaları ülkeden ülkeye, hatta bir ülkenin bölgesine göre değişiklik göstermektedir. Arz çeşitliliği, istek (talep) ve kaynaklar, stoklama güvenliğinde iyileştirme, talep kontrol, fiyat sahiplenilmesi değişiklik gösteren risk yönetim politikalarından birkaçıdır (Secretariat, E. C., 2015). Bu yönden bakıldığında yenilenebilir enerjinin güvenliğine yönelik yaklaşımlarda farklılık göstermektedir. Enerji güvenliğinin doğasının kendine özgü 3 tipik özelliği bulunmaktadır (Şekil 1). Uluslararası Enerji Güvenliğinin yayınladığı rapora göre; enerji politikası araçlarının, politikalarının her bir sütunu için genel geçerliliği bulunmamaktadır (Secretariat, E. C., 2015).

Bazı araç faaliyetleri yalnızca enerji güvenliği sütunu için geçerlidir; fakat başkaları üzerinde daima pozitif veya negatif bir etkisi yoktur. Örneğin, enerji arz güvenliğini sağlamak için Kuzey Kutbu bölgesinde (Arktik) yeni deniz yollarının açılması, enerji güvenliğini sağlamanın temel direkleri olan küresel ısınmaya ve çevre dostu yaklaşımlara cevap vermektedir. Bir başka açıdan bakıldığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özelliği karbon salınımını azaltarak çevreyi korumaları ve yerli kaynak olmaları nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltabilmeleridir. Ancak örneğin güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi, üretimin net hesaplanamaması, kışın kullanılamaması ve üretilen enerjinin depolanamaması sorunu sebebiyle iktisadi olmayabilmektedir. Teknolojik gelişme, enerji kaynaklarının çeşitlenmesi ve fazlalaşan enerji talebi, enerji politikasında değişikliklere yol açabilmektedir. Bu yönde başkalaşan risk ve tehditlere göre enerji güvenliği politikaları tasarlanmaktadır. Örneğin, yenilenebilir enerji kaynaklarına duyulan ilgi, birçok değişim faktörüyle ilişkili olabilir. Petrol fiyatlarında yaşanan dalgalanmalar, yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılık ve karbon emisyonlarının çevresel etkileriyle ilgili son zamanlardaki endişeler, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiye katkıda bulunmaktadır (Apergis ve Payne, 2009: 656). Sonuçta ülkeler enerji politikalarında birbirlerine bağımlıdır,

dolayısıyla enerji güvenliği politikalarında pek bir fark yoktur. Yenilenebilir enerji kullanımının artık ülkeler arasındaki enerji bağımlılığını azalttığı ve böylece enerji güvenliği politikalarının doğasını değiştirdiği düşünülmektedir. Aslında enerji arzı, güvenliği ve iklim değişikliğinin ana çözümlerinden biri olarak kabul edilen yenilenebilir enerji, enerji güvenliğinin doğasında güçlü bir yer edinmiştir. Hinrichs-Rahlwes'in yapmış olduğu değerlendirmeye göre: Yenilenebilir enerjiyi bulduğumuz dönemde dünya sorunlarına en iyi çözüm olarak belirlemiş ve katkısını üç nokta şeklinde özetlemiştir:

1. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için uzun dönemli enerji güvenliğini sağlar.
2. Gelecek için ciddi istihdam olanakları sağlar ve sürdürülebilir büyümeyi tetikler.
3. Eşsiz yeni teknolojilerin geliştirilmesi yoluyla iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yardımcı olur (Hinrichs-Rahlwes, 2013).

Ancak yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine katkıda bulunmasından ziyade, yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenlik yönlerini ve bunların oluşturduğu tehdit ve faydaları değerlendirmemiz gerekmektedir.. Bu bağlamda, klasik enerji güvenliği, enerji kullanılabilirliği, altyapı, fiyatlar (enerji fiyatları), sosyal etkiler ve çevre alt başlıkları altında yenilenebilir enerji güvenliği unsurları dikkate alındığında klasik değerlendirmeden farklıdır (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 91).

Her şeyden önce, yenilenebilir enerji arz ve talebinin güvenliği, enerji erişilebilirliği başlığı altında değerlendirilmektedir. Enerjiye erişim ve çeşitlilik, yenilenebilir enerji için temel politik yönlendirici güçleridir. İlk etapta, yenilenebilir enerjideki büyüme genel olarak teknoloji portföyü ile coğrafi kaynaklar açısından geniş enerji yelpazesine katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerjinin kullanılması, yakıt ithalatını azaltabilir bunun yanı sıra ekonomiyi, yükselen ve değişken fosil yakıt fiyatlarından bir miktar koruyabilmektedir (<http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>, E. T. 10.06.2022). Yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanıldığı takdirde yenilenebilir kaynaklardan enerji arzını uzun dönemde sürdürmek muhtemeldir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerjinin akıllıca kullanımının sonuçları hakkında hala çok az bilgiye sahip olduğumuz bilinmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları iklim koşullarıyla doğrudan ilişkili olduğundan ötürü, iklimsel değişikliğin yenilenebilir enerji kaynaklarını mineral yakıtlardan daha fazla etkilemesi de mümkündür. Yenilenebilir enerjiyi etkileyen faktörler arasında örneğin, sıcaklık, rüzgar hızı dağılımı, bulut örtüsü ve su sirkülasyonundaki değişiklikler yer almaktadır (Johansson, 2013: 601).

Ayrıca, yenilenebilir enerjinin çeşitlilik üzerindeki etkisi tartışmalıdır. Gelişme hızının yüksek olması nedeniyle yenilenebilir kaynaklar hala önemli bir enerji kaynağı olmaktan uzaktır. Yenilenebilir enerji yatırımlarında daha düşük giriş maliyetleri ile daha fazla çeşitlenme beklenmektedir. Fakat, yenilenebilir enerjiler enerji sisteminde daha yaygın hale geldikçe, çeşitliliğin faydaları azalmaktadır. Bu sebeple farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının dengesi önemli olacaktır. Sonuçta arz güvenliği yalnızca arz ve talep dengesine bağlı değildir. Enerji yolları boyunca siyasi istikrarsızlık, sosyal hareketler ve artan terör korkutmaları, enerji kaynağı taşıma yollarının güvenliğini ve devamlılığını baltalayabilir. Johansson'ın dediği gibi mevcut petrol ve gaz piyasasına birkaç baskın tedarikçi hakimdir ve bu izdihamın gelecek dönemlerde daha da büyümesi beklenmektedir. Bu sebeple, bahsedilen pazarlar, bu ülkelerdeki olaylardan ve nakliye yollarındaki aksaklıklardan (doğal veya çatışmayla ilgili) ciddi şekilde etkilenmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları arttıkça bu ülkelere olan hakimiyet ve azalan bağımlılık bir başka olası sonuçtur (Johansson, 2013: 601). Fiyat, enerji güvenliğinin en geleneksel tanımlarının bir

başka bileşenidir. Yenilenebilir enerjinin enerji fiyatları üzerindeki etkisine dayanan çeşitli yaklaşımlar vardır. İlk önce, yenilenebilir enerji yatırımlarındaki artışın uluslararası piyasalarda petrol ile gaz fiyatlarındaki oynaklığı artırması beklenilmektedir (Apergis ve Payne, 2009: 656). Diğer bir yaklaşım ise 2000'li yıllarda artan enerji fiyatlarının yenilenebilir enerji sektörüne hızlı büyüme ve destek sağlamasına dayanmaktadır. Bu, yenilenebilir ve konvansiyonel enerji arasındaki maliyet farkını azaltacak ve yatırım oranlarını artıracaktır (Yergin, 547). Örneğin, Bolinger ve Wiser, 1985 ve 2005 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki rüzgar enerjisi projelerinin maliyetinin kilovat elektrik başına yaklaşık %40 düştüğünü bildirmektedir (Valentine, 2011). Başka bir yaklaşım, enerjinin rolünü ve yenilenebilirlerin ekonomik büyüme üzerindeki sonucunu gözden geçirmektedir. Biyofiziksel ve çevresel (ekolojik) bir bakış açısıyla, enerji, gelirin kararlaştırılmasında kilit bir rol üstlenir, bu nedenle enerji tüketimine yoğun ilgi duyan ekonomiler de enerji kullanımındaki değişikliklerden büyük ölçüde etkilenir (Yuan, Kong, Zhao ve Hu, 2008: 3078). Yenilenebilir enerji güvenliği adına yapılan yatırımlar iktisadi refahı desteklemeli ve karşılanabilirliği sağlamalıdır. Bu noktada yenilenebilir enerjiye dayalı devlet teşvikleri önem kazanmaktadır. Gümrük Garanti Yasası tarafından başlatılan uygulama, modern bir yenilenebilir enerji ekonomisi yaratmanın ekonomik temelini oluşturmaktadır. Enerji güvenliğinin bir yönü olan önemli bir esneklik alanı ekonomidir. Araştırmalar, yenilenebilir enerjinin enerji direncini (ekonomiyi) iki şekilde geliştirdiğini göstermektedir (Yergin, 542).

Enerji güvenliğinin bir yönü olan önemli bir esneklik alanı ekonomidir (Cherp ve Jewell, 2011: 5-6). Yapılan incelemeler, yenilenebilir enerjinin enerji direncini (ekonomiyi) iki şekilde geliştirdiğini göstermektedir. Beklenen ilk sonuç, yenilenebilir enerji teknolojilerinin, enerji kaynaklarının tükenmesinin ulusal elektrik şebekeleri üstündeki negatif sonucunu ve terör saldırılarının neden olduğu teknolojik altyapı kesintilerini azaltacağı yönündedir. Örneğin, rastgele belirlenen bir rüzgar türbinindeki olası bir patlamanın ya da arızanın, kömürle çalışan bir elektrik santralindeki olası bir patlamadan daha düşük oranda zarar vereceğine dair hesaplamalar vardır. İkinci sonuç ise, yenilenebilir enerjinin petrol gelirlerinin yönünü saptırması beklenilmektedir. Siyasi olarak istikrarsız bölgelerde petrolden gelen gelirlerin yerli girişimcilere doğru yönelimiyle mali kasadan yararlanan terör gruplarının sayısının azalması tahmin edilmektedir. Bu incelemeler, rüzgar enerjisinin, örneğin yenilenemeyen yakıt teknolojileri tarafından oluşturulanlara kıyasla çok daha yüksek oranda standart istihdam fırsatları sunduğu sonucuna varıldığı gözlemlenmektedir (Valentine, 2011).

Yenilenebilir enerji çeşitliliği ve fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemeden önce bazı konular dikkat çekmektedir; çeşitlilik, belirlenen yöntemin fiyatlarındaki değişikliklere rağmen savunmasızlığını düşürmede önemlidir. Farklı enerji kaynaklarına özgü fiyatların piyasa ile uyumunun ne durumda olduğu, ülke, endüstri ve hane gibi çalışma alanlarının fiyatlarındaki arz ve talep dengesizliklerine rağmen nasıl savunmasız olduğu ile ilgilidir. Yenilenebilir enerji fiyatlarının, global mineral yakıt fiyatlarını takip etmesi olasıdır ve belirgin bir milli iktisadi üstündeki izlenimleri de artan fiyatlara bağlı sermaye transferinin bulunduğu ülkede mi kaldığı yoksa dış satım (ihracat) ülkelerine mi aktarıldığına ilişkin farklılıklar göstermektedir (Johansson, 2013: 601). Bu durumda yenilenebilir enerji yapısının hem fiyat değişikliklerinin üstesinden gelmesi hem de bu değişikliklere uyum sağlayabilmesi açısından iki yönlü bir araştırma gerektirmektedir. İlki yenilenebilir enerji kaynağı fiyatlarına ve gelir dağılımlarına dayanırken, ikincisi ise global mineral yakıt piyasası üzerindeki olası etkileri kapsar (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 93).

Öte yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının altyapı güvenliği iki bölümde ele alınabilir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde bu enerjiler ile teknolojik verimlilik arasındaki bağlantıyı ele alan bir çalışmaya göre yenilenebilir enerji tüketiminin artmasının teknolojik verimliliği de geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu iki ekonomi arasında bir kıyaslama yapılırsa enerji talebi gelişmekte olan ekonomilerde daha hızlı artış sergilemektedir (Sadorsky, 2009: 4021-4028). Yenilenebilir enerji kaynakları altyapısı, enerji üretimi ve kullanımına yönelik hazır yaklaşımların limitlerini aştığı ve enerji sektörünün modernizasyonuna daha çok fayda sağlamasıyla, en elverişli opsiyonlardan biri olarak kabul edilmektedir (Kaygusuz, Yüksek ve Sari, 2007: 19-29). Bu nedenle, yükselen yenilenebilir enerji tüketimiyle ilişkili bir zorlama riski vardır. Yeni teknolojinin sahiplenilmesine bağlı olarak, yerli grupların kalkınma sürecine katılımı ile gelir paylaşımı artacaktır. Küçük ölçekli yenilenebilir teknolojilerin, daha fazla yerli yatırımcı grubunun piyasaya girmesine izin verecekleri için hazır mineral yakıt sistemlerinden daha iyi konumlandırılması beklenilmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımına özgü ana sistemlerde kullanılan kıt malzemelere olan talebin artması ile yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğunun birkaç ülkede yoğunlaşmasının muhtemel çatışma nedenlerinden biri olduğu değerlendirilmektedir (Johansson, 2013: 602).

Enerji güvenliği konusunun sosyal boyutunda, toplumun tüm kesimlerinin enerjiye hem sağlıklı hem de ekonomik bir şekilde ulaşabildiği gözlemlenmektedir. Enerji güvenliği söz konusu olduğunda çoğunlukla sürdürülebilirlik ve çevre kavramları birlikte düşünülmektedir. Çevresel faktörlerin enerji güvenliği planlamasına dahil edilmesinin artmasıyla birlikte, global ısınma ve yenilenebilir enerji kullanımı üzerine araştırmaların arttığı gözlemlenmiştir. Yenilenebilir enerji, iklim değişikliği sorunuyla mücadelede çok önemli kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliğini artırabilen ve CO₂ emisyonlarının azaltılmasında pozitif bir etkiye sahip olan güvenilir ve uygun maliyetli teknolojiler olarak değerlendirilmektedir (Kaygusuz, Yüksek ve Sari, 2007: 19-29).

Öte yandan, çevresel riski en yüksek yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de baraj güvenliğinin oldukça önemli olduğu hidroelektrik santrallerdir. Hidrojen patlayıcı niteliktedir. Bu nedenle, kaza riski ve düşman ateşi tarafından hedef alınma olasılığı bulunmaktadır. Çevre koruma ve yenilenebilir enerji, özellikle 2000'li yıllarda siyasi güçler haline gelmiştir. Özellikle fotovoltaik enerji üretimine benzer şekilde coğrafi olarak geniş, merkezi olmayan, temiz, nakliyesi ve kurulumu kolay avantajları dikkat çekmektedir. Ancak depolama için elverişli değildir. Rüzgar enerjisi ise yerleşim yerlerinin yakın çevresinde veya hassas yaban hayatı koruma alanlarında sistemlerin sorunsuz çalışması için uygun değildir. Son olarak, jeotermal, okyanus ve hidroelektrik ekolojik değişikliklere yol açabilir ve organizmaların doğal yaşam alanlarını etkileyebilir (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 93).

3.2. Çevre Sorunlarına Yönelik Uluslararası Anlaşmalar

Günümüzde çevre problemleri, enternasyonal hukukun ciddi sorunlarından biri haline gelmiştir. Bu problemler genellikle sınıraşan özelliktedir. Ayrıca birden çok devleti entereese etmektedir. Küresel ısınma ile ozonosferin incelmeye başlaması gibi birçok global sorunlar tüm canlıları etkilemektedir ve enternasyonal işbirlikçilik ve katılım ile oluşan sorunlar giderilebilmektedir. Bu tür konular karşısında yapılan regülasyonlar ise oldukça yenidir (Kayhan, 2013: 62).

Küresel ısınma konusu öncelikle ozonosferin incelmeye başladığı iddialarıyla gündeme girmiştir. UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) Yönetim Kurulu ilk defa 1976 senesinde

ozonosferin incelenmesiyle alakalı bir toplantı düzenlemiştir. Ozonosferin delinmesine sebep olan faktörlerin iyileştirmesine yönelik olarak ilk defa 1981 senesinde uluslararası ilişkiler başlamış ve 1985 yılının Mart ayında “Ozonosferin Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi” imzalanmıştır. Yasal anlamda bağlayıcılığı bulunmayan bu anlaşma taraflara ozonosferin yapısını bozan insan kaynaklı eylemlere karşı doğayı ve insan sağlığını korumak için gerekli önlemlerin alınması tavsiyesinde bulunmuştur (Çelik, 2022: 143).

Viyana Sözleşmesinin ardından, ozonosferi delen moleküllerin üretim ve tüketimini azaltmak adına yeni bir anlaşma aşamasına girilmiştir ve 1987 yılının Eylül ayında “Ozonosferi Delen Moleküllere Dair Montreal Protokolü” imzalanmıştır. 1985’de Antartika Kıtasında ozonosferin üstünde bir delik olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlem sonrasında hükümetler arası kamuoyu halokarbon gazlarının kullanımını azaltacak sıkı tedbirler alınması üstünde bir uzlaşmaya gitmişlerdir. Anlaşma takvimine elverişli olacak şekilde 1990 yılında Londra’da, 1992 yılında Kopenhag’da, 1995 yılında Viyana’da, 1997 yılında Montreal’de, 1999 yılında Pekin’de ve tekrar 2007 yılında Montreal’de toplantılar düzenlenmiş ve yeni öneriler kabul edilmiştir. Hem küresel ısınmaya dikkat çekmek hem de küresel reaksiyonun temelini oluşturmak amacıyla 1992 senesinde BMİDÇS (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) kabul edilmiş ve 21 Mart 1994 senesinde yasalaştırılmıştır. Geniş katılımlı bu anlaşma aynı zamanda insan kaynaklı sera gazlarının artışı da durdurmayı hedeflemektedir. Bu Protokole 24 Mayıs 2004 tarihinde Türkiye 189. taraf olarak katılmıştır. “Kyoto Protokolü” 1997 yılında Kyoto’da düzenlenen UNFCCC 3. Taraflar Konferansı’nda kabul edilmiştir. İki sözleşme arasındaki temel fark, yasal yapılarıdır. Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarını sınırlamak ve azaltmak için gelişmiş ülkelere bağlayıcı yükümlülükler getirmiştir. Uygulama yönetmeliklerinin hazırlanması ve kabul edilmesi zaman almış ve 16 Şubat 2005’te Kyoto Protokolü yasalaştırılmıştır. Devamında sera gazı salınımlarının %55’lik kısmını oluşturan, ilk sırada endüstrileşmiş ülkelerin bulunduğu minimum 55 taraf ülkenin desteğiyle 4 Kasım 2016 yılında “Paris Anlaşması” yasalaştırılmıştır. Türkiye bu antlaşmayı 22 Nisan 2016 senesinde New York’ta gerçekleştirilen Yüksek Düzeyli İmza Töreni’nde 175 ülke temsilcileriyle beraber imzalamıştır. Bu antlaşmadaki amaç, küresel ısınmanın yaklaşık 2°C’nin altında 1,5°C’de durağanlaşmasını sağlamak ve ulusların bu konuda sergileyecekleri efor ve desteklerini arttırmaktır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı).

Yukarıda da belirtildiği üzere küresel ısınma ile mücadelede uluslararası işbirliğini iyileştirmek ve aktif bir mücadele düzeneği kurmak arzusuyla yaklaşık 40 yıldır farklı protokoller yasalaştırılmıştır. Bu konuda Kyoto Protokolü ile Paris Anlaşması ülkelere bazı zorlayıcı sorumluluklar yüklediği için ABD ile Çin bu antlaşmadaki kriterlere ayak uydurma konusunda bazı sorunlar çıkardıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca küresel ısınma ile mücadele konusu ülkelerin tek başına hareket etmeleriyle değil, birlikte önlemler alarak kazanabilecekleri bir serüvendir (Çelik, 2022: 144).

Küresel ısınma ile mücadelede uluslararası işbirliğine uzanan bu protokoller, üç esas alanda belirli amaçlara erişilmesi halinde küresel ısınmaya çözüm bulunabileceği konusunda anlaşmaktadır. Bu konuda WWF’nin hazırladığı raporda üç esas amaç aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (Çelik, 2022: 144).

Enerji Verimliliğinde Artış Sağlanması: İklim değişikliği ile mücadelenin başında enerji verimliliğini arttırmak gelmektedir. Enerjiye duyulan bu yoğun isteği karşılamanın tek çözüm yolunun ise enerji arzını arttırmak olmadığı, bu konuda verimliliği arttıracak tedbirlerin alınmasının

gerekliliği belirtilen raporda küresel üretim aşamasında bir düşüş olmadan kullanımında verimlilik artışına bağlı %15'lik bir artırım yapılabileceği düşünülmektedir.

Yenilenebilir Enerji Üretim ve Kullanımının Artması: Bu rapora göre 2050 senesinde bütün enerji gereksinimlerinin tükenmez enerji kaynaklarından karşılanmasının muhtemel olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda bu gereksinimlerin tek bir kaynağa bağlı kalmadan güneş, dalga, jeotermal vb. gibi çeşitli kaynaklardan da fayda sağlanılmasının olası olabileceği belirtilmiştir.

Ormansızlaşmanın Önlenmesi: Sera gazı yayınımlarının yaklaşık %17'si yanlış arazi kullanımı ve ormansızlaşmadan kaynaklanmaktadır. Ormansızlaşmanın önüne geçilmesi veya bütünüyle durdurulması küresel ısınma ile mücadelede temel faktörlerden biridir. Yukarıda bahsedilen raporda, yanlış toprak kullanımından kaynaklanan yayınımların önüne geçilememesi durumunda, küresel ısınma ile mücadelede başarılı olma ihtimalinin %90'lardan %25'lere ineceği tahmin edilmektedir (Çelik, 2022: 144).

3.3. Yenilenebilir Enerjide Önemli Uluslararası Kuruluşlar

1970'li yıllarda gerçekleşen petrol krizi sonrasında, enerjide geçmişe kıyasla oluşabilecek arz şoklarını önleyebilmek ve Paris Anlaşması'nın "küresel ortalama sıcaklıktaki yükselişi 2°C'nin altında (tercihen 1,5°C) tutma" amacına erişebilmek için, enerji sektöründe mineral yakıtlardan tükenmeyen enerji kaynaklarına geçişin yapılabilmesi, BM (Birleşmiş Milletler) OECD ve AB gibi önemli uluslararası kuruluşların gündemindeki ciddi konularından biri olmuş, kuruluşlarında temiz, güvenli ve sürdürülebilir ileriye yönelik enerjiler için plan ve programları gerçekleştirmek üzere farklı ajans ve birlikler kurulmuştur. Tüm dünyada tükenmeyen enerji alanında birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır. Ancak yenilenebilirlik açısından güncel datalar ile istatistiklere yönelik çalışmaları ve birçok ülke gruplarına izleyecekleri politikalarda yol göstermeleri bakımından en etkileyici olanları UNEP, IEA, IRENA ve REN21 olarak gösterilmektedir (Kaplan, 2021: 61).

3.3.1. Birleşmiş Milletler Çevre Programı

1972 yılında Stockholm Konferansı'nda ilan edilen "Stockholm Deklarasyonu" ile küresel çevre sorunları ilk kez uluslararası düzeye taşınmıştır. BM Bildirgesi'nin ardından, 1972 yılında Birleşmiş Milletlere çevresel konularda yardımcı olmak amacıyla Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurulmuştur. Devam eden süreçte UNEP, uluslararası çevre hukuku alanındaki çalışmalarını genişleterek kilit bir rol oynamıştır. UNEP, kuruluşundan bu yana birçok çok taraflı çevre anlaşmasının geliştirilmesinde aktif bir rol üstlenmiş ve çevre bilincini artırmaya ve çevre politikasını ve mevzuatını küresel olarak ilerletmeye çalışmıştır. Uluslararası düzeyde çevre politikasını şekillendirme misyonunun bir parçası olarak UNEP, emisyon ve iklim değişikliği sorunlarını çözmek için enerji verimliliği ve tükenmeyen enerji kullanımını desteklemektedir ve sorunu dört alanda ele almaktadır (UNEP, 2019).

- Bilimsel anlayışı ilerletmek,
- Hükümetlere uygun politika önerilerinde bulunmak,
- Daha temiz enerji sağlamak adına kamu ve özel finansman çalışmalarını hızlandırmak,
- Temiz enerji teknolojilerinin çoğalmasını desteklemek.

UNEP'in çalışmaları, 'Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri', 'UNFCC (BM İklim Değişikliği Sözleşmesi)' ve 'Herkes için Sürdürülebilir Enerji Girişimi' gibi önemli Birleşmiş Milletler sürecine katkı sağlamaktadır. 'Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri', küresel bir ortaklık içinde tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için acil bir eylem çağrısıdır ve 2015 yılında Birleşmiş

Milletler'in tüm üye devletleri tarafından kabul edilmiştir. Bu hedefler arasında, diğerlerinin yanı sıra, "Herkes için elverişli fiyat olması, güvenli, sürdürülebilir ve yeniliğe açık enerjiye erişimin sağlanması" ile "Küresel ısınma ve etkilerinin acil olarak ele alınması" hedefi, tükenmeyen enerji kaynaklarının gelişimi ve yaygınlaşmasıyla bağlantılıdır (UNEP, 2019).

Kopenhag Enerji Verimliliği Merkezi, 2013 yılında UNEP tarafından, Danimarka Hükümeti ve Danimarka Teknoloji Üniversitesi ile ortaklaşa, 'Herkes İçin Sürdürülebilir Enerji için Enerji Verimliliği Merkezi' olarak kurulmuştur. Merkez aynı zamanda Küresel Enerji Verimliliği Hızlandırıcı Platformu'nun genel sekreteri olarak da hizmet vermektedir. UNEP, Lima-Paris Eylem Planının bir parçası olarak Paris Anlaşması'nın küresel ısınmayı 2°C'nin altında tutma amacına katkıda bulunan 'Küresel Yapı ve İnşaat Birliği'ne de ev sahipliği yapmaktadır (UNEP, 2019).

3.3.2. IEA

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), büyük petrol arzı kesintilerine toplu müdahaleleri koordine etmek için 1974'te kuruldu. IEA; enerji güvenliği, uzun dönemli enerji politikası, enerji verimliliği, sürdürülebilirlik, araştırma ve geliştirme (AR-GE) ve uluslararası enerji ilişkileri vb. pek çok konuda önde gelen uluslararası kuruluştur. 2015'ten bu yana yeni modernizasyon stratejisinin bir parçası olarak IEA, gelişmekte olan ekonomilerle daha yakın çalışarak daha kapsayıcı ve gerçek anlamda küresel bir kurum yaratmaya odaklanmıştır. IEA'nın modernizasyonu üç ana sütuna ayrılmıştır (IEA, 2021k):

- Petrol, doğal gaz ve enerji dahil olmak üzere IEA'nın enerji güvenliği yükümlülüklerini genişletmek ve güçlendirmek.
- IEA'nın gelişmiş veya gelişmekte olan büyük ekonomilerle arasındaki ilişkiyi güçlendirmek; enerji verimliliğinin kapsayacak biçimde temiz enerji teknolojilerine daha çok yoğunlaşmak.
- IEA'yı küresel bir temiz enerji merkezi konumuna getirmek.

IEA, 30 üye ülkeyi kapsamaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelere başarılı bir şekilde açılmamız, sekiz yeni ülke ile işbirliğimizi derinleştirmemizi sağlamıştır: Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Fas, Tayland, Singapur ve Güney Afrika. Bu nedenle, IEA ailesi, 2015 yılındaki %40'lık küresel enerji tüketiminin yaklaşık %75'ini oluşturuyor. OECD'ye katılmanın yanı sıra, IEA'ya aday ülkeler, özellikle petrol rezervleri ve talebiyle ilgili olarak çeşitli taahhütlerde bulunmalıdır. IEA'nın temel karar alma organı olan Yürütme Komitesi, her üye ülkeden enerji bakanları veya üst düzey yetkililerden oluşmaktadır. Her iki yılda bir düzenlenen IEA Bakanlar Konferansı, IEA'nın kapsayıcı stratejik önceliklerini belirlemektedir (IEA, 2021k).

IEA'nın güvenli ve sürdürülebilir enerji politikalarını şekillendirmek için dünya çapındaki ülkeler ve sanayileşmeyle birlikte çalışma amacı, başlangıçtan günümüze kadar önemli ölçüde gelişmiş ve genişlemiştir. IEA'nın şu anda kendi yetkisi altında faaliyet gösterdiği alanlar şunlardır (IEA, 2021l):

- Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi: Hükümetlere verimlilik önlemlerinin nasıl geliştirileceği, uygulanacağı ve etkinliğinin nasıl ölçüleceği konusunda önerilerde bulunur.
- Uluslararası işbirliği: korunaklı, ekonomik ve sürdürülebilir enerji sistemleri sağlamak adına farklı uluslararası kuruluşlar ve forumlarla işbirliği yapar.
- Veriler ve İstatistikler: Enerji verilerinin toplanması ve yayınlanması IEA'nın faaliyetlerinin merkezinde yer alır.

- Eğitim: Devam eden kapasite geliştirme için katılımcı ülkelerle devam eden ortaklıklar yapılır.
- Teknoloji işbirliği: Enerji teknolojilerinin araştırılması, iyileştirilmesi ve ticarileştirilmesi amacıyla işbirliği yapılır.
- Enerji güvenliği: Enerji kaynaklarının uygun bir fiyata kesintisiz kullanılabilirliğini sağlama hedefindedir.
- Küresel katılım: Amaç, enerji sektöründe uluslararası işbirliğidir.
- Endüstri Katılımı: Politikaların fiili yatırımı ve davranışı nasıl etkilediği konusunda bilgi alışverişi yapılır.
- Programlar ve ortaklıklar: Taşımacılık sektöründe 'Hareket Modelleri', 'Temiz Enerji Geçiş Programı' ve 'Elektrikli Araç Girişimi' gibi programlar ve işbirlikleri yapılmaktadır.

IEA aracılığıyla yayınlanan, WEO kısaltımıyla bilinen Dünya Enerji Görünümü Raporu, dünyanın yetkili enerji piyasası analizi ve tahmin kaynağıdır. WEO ilk olarak 1977 yılında yayınlanmıştır ve 1998'den günümüze kadar yıllık bazda yayınlanmaya devam etmektedir. Her yıl günümüze uyarlanan enerji veri tabanları, yatırım ihtiyaçları varsayımları ve projeleri, global enerji harcamaları ve karbon emisyonu içeren nicel çözümleme ile uluslararası toplumun ilgisini mineral yakıtların negatif etkileri, sürdürülebilir kalkınma, enerji ulaşımı, verimliliği vb. konu başlıklarına çekmektedir. WEO, çeşitli enerji politikası ve yatırım kararlarının sonuçlarını gösteren, enerjinin geleceği için ayrıntılı senaryolar sunar (IEA, 2021m).

WEO 2017'de küresel ısınma, hava kalitesi ve yenilikçi enerjiye evrensel erişim konularında uluslararası kabul görmüş amaçlara ulaşmak için bir dizi entegre hedef sağlamak üzere yeni bir anahtar senaryo olan Sürdürülebilir Kalkınma Senaryosu başlatıldı ve önerilen yaklaşıma genel bir bakış sunuldu. Rapor, SDS'nin küresel net negatif karbon emisyonlarına güvenmeden sıcaklık artışını 1,8°C'nin altında tutma şansının %66 olduğunu varsaymaktadır. Bu, sıcaklık artışının %50 ihtimalle 1,65°C ile sınırlandırılmasına karşılık gelmektedir. 2019 WEO raporu SDS, küresel CO2 emisyonlarını 2018'de 33 milyar tondan 2050'ye kadar 10 milyar tonun altına indirgemeyi ve 2070'e kadar net sıfır emisyona ulaşmayı planlamaktadır (IEA, 2021m).

3.3.3. IRENA

Uluslararası yenilenebilir enerji ajansı için ilk öneri 1981 yılında Kenya, Nairobi'deki Birleşmiş Milletler Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konferansı'nda sunulmuştur. Konu, uluslararası zirve, konferans gibi çeşitli yerlerde tartışılmış ve son olarak 2004 yılında Bonn Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı'nda yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek amacıyla hükümetler arası bir organizasyonun oluşturulmasına yönelik destek verilmesi kararlaştırılmıştır. Ardından 26 Ocak 2009 tarihinde Almanya'nın Bonn kentinde Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) resmi olarak kurulmuş ve alınan kararlar doğrultusunda gerekli önlemler alınmıştır. Bugün IRENA 180'den fazla ülkede faaliyet göstermektedir (IRENA, 2021i).

IRENA, yenilenebilir enerjiye ilişkin politika, teknoloji, kaynaklar ve finansal bilgilerin bir deposu olarak faaliyette bulunan, ülkelere sürdürülebilir bir enerji geleceğine yönelik geçişlerinde yardımcı olan ve uluslararası işbirliği için önemli bir platform haline gelen hükümetler arası bir kuruluştur. IRENA, yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasını ve sürdürülebilir kullanımını desteklemektedir (IRENA, 2021i). Yenilenebilir enerji hedefleri doğrultusunda IRENA; yenilenebilir enerji istatistikleri, yenilenebilir enerji maliyet çalışmaları, yenilenebilir kaynakların

‘küresel atlas’ haritası ve yenilenebilir enerji kullanımı için bir yol haritasının ‘Remap’ dahil olmak üzere geniş bir ürün ve hizmet yelpazesi arz etmektedir (IRENA, 2021j).

Temiz Enerji Koridoru ile IRENA, düşük maliyetli yenilenebilir enerji opsiyonlarını ulusal sistemlere entegre etmeye, sınır ötesi ticareti kolaylaştırmaya ve yenilenebilir enerji için bölgesel pazarlar oluşturmaya yardımcı olmayı hedeflemektedir . Uygulama, her koridor bölgesinin özel gereksinimlerine ve önceliklerine göre şekillendirilir ve kaynak değerlendirmeleri, ulusal ve bölgesel planlar, yatırım çerçeveleri ve kapasite geliştirme, kamuoyu bilinçlendirme hizmetleri ve siyasi desteğe dayanır. Temiz Enerji Koridoru girişimi dört alt bölgede yaygınlaşmıştır: Orta, Doğu, Güney Afrika ve Orta Amerika (IRENA, 2021k).

3.3.4. REN21

REN21; bilimcileri, devletleri, sivil toplum kuruluşlarını ve endüstri paydaşlarını bir araya toplayan global bir yenilenebilir enerji topluluğu olarak 2004 senesinde Bonn Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı sonucunda kurulmuştur. Bu gönüllü koalisyon, yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasına destek olmak ve karar vericilerin bir an önce yenilenebilir enerjiye geçişini sağlamak amacıyla bir araya toplanmıştır. REN21'in misyonu, yenilenebilir enerji sektöründe gerçek zamanlı olarak neler olduğu hakkında kesin ve geçerli bilgiyi sağlamak için büyük miktarda yenilenebilir enerji verisi toplamak, birleştirmek ve entegre etmektir. REN21 üyeleri, tavsiye edilen üç yıllık çalışma planını incelemek ve REN21 Yönlendirme Komitesini belirlemek için her üç yılda bir toplanır. Bu yönlendirme komitesi, REN21 çalışma programı için stratejik yön sağlamak üzere REN21 topluluğunu simgelemektedir. REN21, yenilenebilir enerji sektöründe şu anda neler olduğu ve en son eğilimlerin gelecekteki gelişmeleri ne yönde etkileyeceği hakkında bilgi sunar. Ayrıca, enerji sektörü içindeki ve dışındaki paydaşlarla sektörler ve sektörler arasında yenilenebilir bir enerji geleceğinin nasıl gerçekleştirilebileceğinin tartışılması da bir diğer önemli faaliyettir (REN21, 2021).

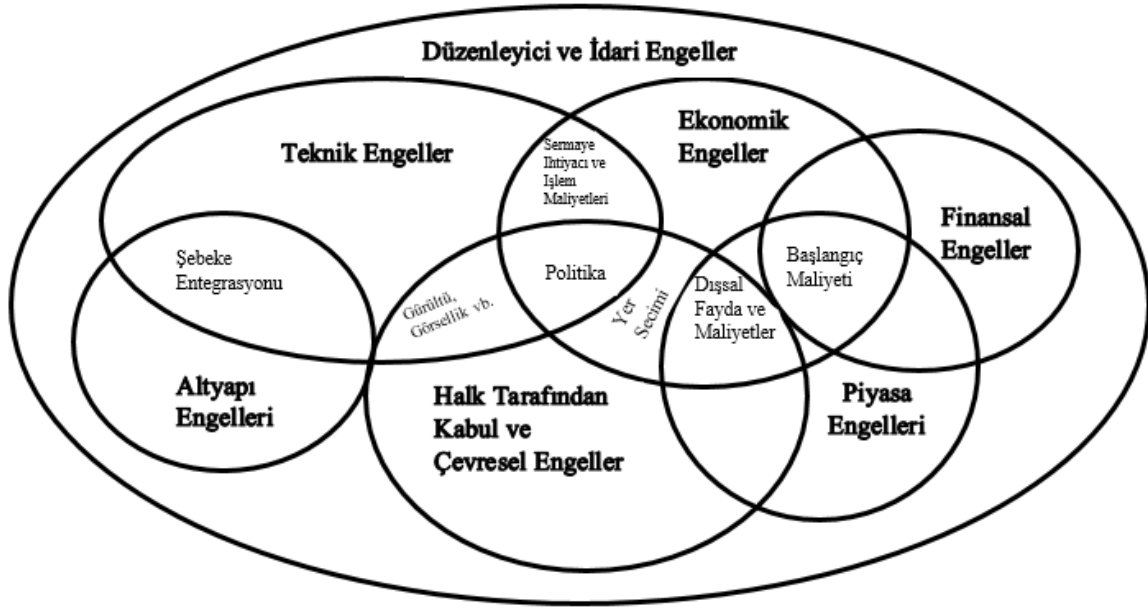
REN21, küresel kalkınma hakkında yıllık bir Yenilenebilir Enerji Küresel Durum Raporu ve Küresel Gelecek Raporu, ayrıca Şehirlerde Yenilenebilir Enerji Küresel Durum Raporu, Bölgesel Durum Raporları ve belirli odak alanlarına ilişkin Tematik Raporlar yayınlamaktadır. İlk olarak 2005'te yayınlanan Yenilenebilir Küresel Durum Raporu, yenilenebilir enerji piyasası uzmanları tarafından yapılan analizler de dahil olmak üzere endüstri ve politika eğilimleri hakkında en çok alıntı yapılan rapordur ve sağlam verilerle yenilenebilir enerjinin global durumunu en iyi şekilde sunmaktadır. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Konferansı (IREC), REN21'in en önemli faaliyetleri arasında yer almaktadır. Bu uluslararası üst düzey politika faaliyetlerinde, toplum önderleri, politikalar ve tecrübelerle tanıma ve tartışma imkanı bulmaktadır. Toplantının temel amacı, yenilenebilir enerjileri enternasyonal, ulusal ve yerel seviyelerde ilerletmek için ortak bilgi birikimi oluşturmaktır. Global enerjide yenilenebilir enerjiye transferi sağlayabilmek amacıyla IREC'in katılımcıları, müzakerelere katılan iş dünyası, devletler, sivil toplum örgütleri, bilim ve akademi gibi temsilcilerden oluşmaktadır. Merkezi hükümet iki yılda bir IREC'e ev sahipliği yapmaktadır (REN21, 2021).

3.4. Yenilenebilir Enerji Piyasalarının Gelişmesinin Önündeki Engeller

Paris Anlaşması'nın “global ortalama sıcaklıktaki yükselişi, sanayileşme öncesi döneme oranla 2°C'nin altında (tercihen yaklaşık 1,5°C) tutma” amacına erişebilmek için, global emisyonların (GHG) en önemli kaynağı olan enerji sektöründe mineral yakıtlardan tükenmeyen

enerji kaynaklarına geçiş oldukça önemlidir. İstenilen seviyeye erişebilmek için gelecek 15 yıl içinde düşük karbonlu enerji temelinde toplam yatırımda yaklaşık %29'luk bir yükseliş gerekmektedir. Ancak, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde tükenmeyen enerjinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının önünde birçok engel bulunmaktadır. Enerji sektöründe yenilenebilir enerjiye yapılan yatırım bu nedenle “2°C'nin oldukça altında” amacını karşılayacak kadar hızlı büyüyememektedir (Kaplan, 2021: 66).

Bazı AB ülkelerinde olduğu gibi yenilenebilir enerji geliştirme ve yayılımındaki başarılı uygulamalar, amaçlanan politika eyleminin engellerin üstesinden gelebileceği fikrini desteklemektedir. Tükenmeyen enerji projeleriyle ilgili riskler, hem önemli iktisadi faktörlerden hem de iktisadi nitelik taşımayan engellerden kaynaklanmaktadır. Yenilikçi tükenmeyen enerji dönüşüm teknolojilerinin kullanılması birden fazla ülkede oldukça yeni olduğundan, yenilenebilir enerji kaynakları geliştirmeye yönelik önceki girişimler esas olarak iktisadi faktörlere dayanmaktadır. En uygun piyasa koşullarında bile, belirli bir teknolojinin maliyeti karşı taraf alternatiflerinden daha yüksek olduğunda iktisadi engeller ortaya çıkmaktadır. Ancak piyasa ve altyapı engelleri, kamu kabulü ve çevresel engeller ile düzenleyici ve yönetsel engeller gibi iktisadi nitelik taşımayan engeller de tükenmeyen enerji teknolojilerinin maliyetlerinin şekillenmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu engelleri sınıflandırmak muhtemel olsa da, Şekil 2'de görüldüğü üzere farklı engel türleri birbirleriyle yakından ilişkilidir (OECD/IEA, 2011: 32).



Şekil 2. Yenilenebilir Enerjinin Önündeki Engeller

Kaynak: OECD/IEA, 2011:33.

3.4.1. Ekonomik ve Finansal Engeller

Piyasaların mevcut yapısı göz önünde bulundurulduğunda, pek çok durumda tükenmeyen enerji teknolojilerinin maliyeti, geleneksel seçeneklerden daha yüksek olacaktır. Bunun piyasa bozulmalarından mı yoksa gerçek iktisadi engellerden mi kaynaklandığı, küresel ısınmanın etkilerinden kaynaklanan belirsizlikler ve karbon emisyonlarının gerçek maliyeti hakkındaki belirsizlikler nedeniyle kesinlik bildirmesi mümkün değildir. Geleneksel enerji teknolojileri, 150 yılın üstünde bir süreyle düzenli bir araştırma ve eğitimin konusu olmuştur. Bu zaman dilimi, tükenmeyen enerji alanındaki araştırma düzeyinin çok ötesindedir. Ancak, tükenmeyen enerji teknolojilerinin maliyeti son dönemlerde hızla gerilemiştir (OECD/IEA, 2011: 34).

Mineral yakıtların gelecekte enerji arzını domine etmeye devam etmesi beklenmektedir. IEA tarafından hazırlanan Uluslararası Enerji Görünümü (2016) raporu, mineral yakıtların (petrol, doğal gaz ve kömür) 2040 yılına kadar global enerji tüketiminin %78'ini oluşturacağını öngörmektedir. Kömür, bolluğu, düşük fiyatı ve istikrarı sebebiyle birçok ülkede baskın enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Mineral yakıtların gelecek dönemlerde enerji arzını domine etmeye devam etmesi beklenmektedir. IEA aracılığıyla hazırlanan Uluslararası Enerji Görünümü (2016) raporu, mineral yakıtların (petrol, doğal gaz ve kömür) 2040 yılına kadar global enerji tüketiminin %78'ini oluşturacağını öngörmektedir. Kömür, bolluğu, düşük fiyatı ve istikrarı sebebiyle pek çok ülkede baskın enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Enerji fiyatları 2014 yazından günümüze kadar önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Haziran 2014'te 115,71 ABD\$/varil seviyesinden işlem gören Brent ham petrol, 20 Ocak 2016'da %76 gerilemeyle 27,10 ABD\$/varil olmuştur. Benzer şekilde, ARA Kömür Sözleşmesi kapsamında kömür maliyeti Nisan 2014'te 84 USD/tondan Şubat 2016'da 36.30 USD/tona, Haziran 2014'te 4.50 USD/MMBtu'dan Şubat ortasında 1,91 USD/MMBtu'ya düşerek keskin bir gerileme yaşamıştır. Fosil yakıtlar hala yenilenebilir enerjiden daha ucuzdur ve yenilenebilir enerji projeleriyle kıyasıya yarışabilmektedir. Ayrıca, konvansiyonel enerji için devlet sübvansiyonlarının seviyesi, tükenmeyen enerjiye göre çok daha yüksektir (Seetharaman, 2019:5).

Tükenmeyen enerji, daha az yakıt ve işletme maliyetleri sebebiyle tüm yaşam döngüsü açısından konvansiyonel enerji ile kıyaslanabilir, ancak daha fazla başlangıç maliyeti, konvansiyonel enerji kaynaklarına göre birim yatırım başına daha az kurulu kapasiteye neden olmaktadır. Tükenmeyen enerjiye yapılan yatırımlar bu sebeple tipik olarak aynı kapasite için daha fazla finanse etmeyi gerektirir. Geleneksel enerji yatırımlarına göre daha tehlikeli görülen sermaye piyasaları, tükenmeyen enerji projelerini finanse etmek için ek kredi faizi primi talep edebilir. Ayrıca yenilenebilir enerji teknolojileri de yüksek vergiler ve ithalat vergileri yükleyebilir. Bu vergiler, diğer teknolojilere ve yakıtlara kıyasla yüksek başlangıç maliyetini daha da kötüleştirebilir (Beck ve Martinot, 2004:366).

Ekonomik engel olarak değerlendirilmesi gereken bir başka konu da dışsallıklardır. Neredeyse tüm ülkelerde araştırma, üretim, dağıtım ve kullanım maliyetleri toplam yakıt maliyetine dahil edilir, ancak çevresel ve sosyal zarar maliyetleri göz önünde tutulmamaktadır. Önemli sağlık ve atmosferik etkilere karşın, konvansiyonel yakıtlarla ilişkili gözden kaçan maliyetleri (dış faktörler) fiyata dahil etmemektedir. Bu etkileri hesaba katmak, enerji üretiminde mineral yakıt kullanımının gerçek maliyetlerini değerlendirebilmek için kritik ve gereklidir (Seetharaman, 2019: 6).

3.4.2. Teknik ve Altyapı Engelleri

Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasının önünde altyapının sınırlı mevcudiyeti, işletme ve bakım konusunda bilgi eksikliği, yetersiz Ar-Ge girişimleri, standartların eksikliği ve enerji depolamada teknik zorluklar gibi pek çok teknik engel vardır (Seetharaman, 2019:6).

Altyapı engelleri temel olarak enerji sistemlerinin, üstelik şebekelerin tükenmeyen enerjiye uyum sağlaması ile ilgilidir (OECD/IEA, 2011:33). Tükenmeyen enerji projeleri elverişli olduğunda bile, enerji iletimi ve dağıtımı için eskiyen ve verimsiz altyapı (şebeke kayıpları, zayıf şebeke bağlantıları ve tükenmeyen enerji üretiminin gerçek zamanlı ölçümü bulunmaması), ekoverimliliği ve ekonomik verimliliği önlemektedir. Teknik engeller genellikle yetersiz teknolojiyi ve teknolojiye yardım edecek altyapı eksikliğini içerir. Güç sistemlerinin kapasite eksiklikleri sebebiyle yeni tükenmeyen enerji santrallerine uyum sağlayamaması işlevsel problemler ortaya çıkarmaktadır (IRENA, 2021g).

Stratejik programları uygulamak için gereken analizleri, yasal düzenlemeleri ve standartları sağlayacak Laboratuvar akreditasyonunun olmaması, yatırımcıları dış yardıma güvenmeye zorlamıştır (IRENA, 2013:3). Aynı zamanda, birtakım tükenmeyen enerji teknolojileri henüz kullanıma hazır değildir ve makul düzeyde güvenilirlik ve fiyat etkinliği elde etmek için önemli ölçüde erişim gerektirecektir (UNCTAD, 2019).

3.4.3. Halk Tarafından Kabul, Kalifiye Personel Eksikliği ve Çevresel Engeller

Tükenmeyen enerji teknolojileri büyük gelişmeler göstermesine karşın bu gelişmeler her zaman kamuoyu algısına aksedilmemiştir. Yatırım maliyetleri ve geri ödeme sürelerine ilişkin yetersiz veya yenilikçi olmayan bilgiler, tükenmeyen enerji dağıtımı için kamu desteğini engelleyebilmektedir. Kamu desteğinin olmaması, politika yapıcılarının tükenmeyen enerjiyi isteklendirebilmek için etkili yasalar çıkarmasını cazip göstermektedir. Özellikle gelişme gösteren ülkelerde, güneş ve rüzgar teknolojisinin eski tasarımlarıyla ilgili geçmiş deneyimler, bu teknolojilere yönelik bir önyargı oluşturmuştur. Tükenmeyen enerji sektöründe nitelikli işgücünün olmaması da ilerlemenin önünde ciddi bir engeldir. Diğer bir çevresel engel, özellikle rüzgar türbinleri gibi tükenmeyen enerji santrallerinin işletilmesinin ürettiği gürültüden kaynaklanan yaban hayatı ve kuşlara yönelik engeller üzerindeki negatif etkisidir (OECD/IEA, 2011: 38). Öte yandan jeotermal santralleri suyu ve doğayı kirlettiği için halk istememektedir.

3.4.4. Piyasa Engelleri

Yersiz fiyatlandırma yapıları, bilgi asimetrisi, etkin piyasa gücü, mineral yakıt sübvansiyonları ve maliyet muhasebesi yöntemlerinin toplumsal ve çevresel maliyetleri dahil etmedeki istikrarsızlığı gibi piyasa engelleri, tükenmeyen enerjilerin diğer enerji kaynaklarından daha iyi performans göstermesini ABD'ye kıyasla dezavantajlı hale getirmiştir (OECD/IEA, 2011).

Enerji piyasalarına göre tükenmeyen enerji ticaretini rahatlatacak hem yasal hem de düzenleyici bir sınırlandırma, maliyetleri yansıtan enerji fiyatları üreten rekabetçi ve bütünleşik enerji piyasalarının ilerlemesi için esastır. Saydam ilke ve şartlara yönelik rekabetçi ve bütünleşik enerji pazarlarının olmaması, bağımsız yatırımcıları tükenmeyen enerji projelerine yönelik yatırım yapmaktan caydıracaktır (IRENA, 2013: 2).

3.4.5. Düzenleyici ve İdari Engeller

Tükenmeyen enerji projeleri genellikle zorunlu veya zorunlu olmayan prosedürler ve düzenlemeler tarafından engellenmektedir. Aşırı bürokrasi ve yüksek işlem maliyetleri, kurumlar arası işbirliği sorunları, önemsiz teknik yükümlülükler, standart ve sertifikasyon yetersizliği ve tükenmeyen enerji projelerinin yerleştirilme sorunları bu projelere yatırımı engellemekte veya geciktirmektedir (Kaplan, 2021: 61).

Yeni tükenmeyen enerji projeleri genellikle uzun, karışık ve ağır onay süreçleri gerektirir. Zorunlu tüm belgeleri elde etmek uzun zamanı kapsayabilmektedir. Yetkili makamların genellikle taleplere anında yanıt verme yükümlülüğü yoktur. Öte yandan tükenmeyen enerji projeleri için birçok ülke ve yerel yönetimden izin alınması gerekmektedir. Tüm bu izinleri almanın maliyeti, projenin uygulanmasının zaten yüksek olan maliyetine eklenir. Ayrıca, çeşitli bakanlıklar ve kurumlar, enerji politikasıyla ilgili milli ve yerel yönetimler arasında işbirliği gereksinimi ve farklı yasalar arasındaki terminoloji farklılıkları kafa karışıklığına, ek maliyetlere ve gecikmelere yol açmaktadır (IRENA, 2013: 7).

Tükenmeyen enerji projeleri toplumsal, milli ve yerel politika amaçlarını karşılamak için zorunlu gereksinimler yerine riskten uzaklaşmaya yönelik gereksiz teknik mecburiyetler, ek ücretlendirmelere ve aksaklıklara sebep olur. Aynı zamanda çıkarılan kanunların milli enerji stratejileri ve inşaatlar, madencilik veya nehir yönetimi yönetmelikleri ile tutarsız olması nedeniyle bazı teknolojilerin kullanımı kısıtlanabilmektedir (IRENA, 2013: 7).

Yurt dışından temin edilen donanım ve bileşenlerin ithalatçı firmanın normallerini karşıladığından emin olmak için standartlar ve sertifikalar zorunludur. Bu standartların olmaması kafa karıştırıcıdır ve enerji üreticileri için gereksiz zorluklar yaratır (Seetharaman, 2019: 8).

Tükenmeyen enerji projelerinin yurtlanma bölgesi seçimi ve imarında bazı sorunlar oluşabilmektedir. Örneğin kamu ihale aşamalarının yetersiz kullanımı, tükenmeyen enerji projelerinin optimal yerler belirlenmeden veya belirli hazırlıklar yapılmadan ihaleye çıkmasına neden olabilir. Öte yandan tükenmeyen enerji üretim ve iletim altyapı projeleri ise farklı milli ve yerel yasalara adapte olmak zorundadır. Fakat hem yerel hem de merkezi yönetimin çeşitli aşamalarında yapılan milli, bölgesel ve yerel kalkınma planları çoğunlukla eksik bir şekilde koordine edilmektedir. Birçok belediyenin ayrıntılı imar planları yoktur ve izin verme süreci oldukça uzundur. Yerel seviyede, projeleri desteklemek amacıyla çoğunlukla tükenmeyen enerji projeleriyle doğrudan ilgisi bulunmayan yollara, köprülere veya diğer altyapılara yatırım yapılması gerekir. Aynı zamanda tükenmeyen enerji projeleri için arazi edinimi; parçalanmış arazi tapuları, eski tapu sicil bilgileri ve belirsiz mülkiyet sebebiyle karışık olabilir. Sahibi araziye elden çıkarıp yatırımcıya satmayı kabul etmezse, gerekli iletim ve dağıtım yolları için arazinin kamulaştırılması gerekebilir (IRENA, 2013:7).

3.4.6. Engellerin Üstesinden Gelme

Tükenmeyen enerji dağıtımı, yalnızca enerjiye yönelik talebi karşılamak için değil, aynı zamanda küresel ısınma ile ilgili düşünceleri gidermek için de gereklidir. Ancak, bu sektördeki hazır engeller, tükenmeyen enerjinin global gelişimini ve benimsenmesini engellemektedir. Tükenmeye enerji alımının önündeki bu engellerin üstesinden gelebilmek için (Seetharaman, 2019:9; IRENA, 2013:7);

- Tüketici dostu yöntemler uygulanarak yatırımcıları ve girişimcileri tükenmeyen enerji piyasalarına katılmaktan ve yatırım yapmaktan caydıran oldukça karışık idari prosedürler kolay ve kavranır olmalı, yerel ve milli seviyede uyum bulunmayan yürütme politikaları uyumlaştırılmalı ve kuruluşlar içinde koordinasyon sağlanmalı,
- Kamusal yatırımlarda tükenmeyen enerji tüketiminin iyileştirilmesi sonucunda tükenmeyen enerji proje altyapılarının planlanması, inşa edilmesi, işletilmesi gibi daha fazla iş çıkarılması sebebiyle oluşturulan ölçek ekonomilerinin etkisiyle azalan maliyetler ve kesin kullanıcılar için konulan fiyat aracılığıyla tükenmeyen enerji projeleri çekici hale getirilerek oldukça yüksek ortaklık memnuniyeti sağlanmalı,
- Tükenmeyen enerjiyi verimli ve uygun maliyetli bir şekilde oluşturmak, saklamak ve dağıtmak amacıyla başarılı AR-GE girişimleri onaylanmalı,
- Maliyetlerin düşürülmesi, tükenmeyen enerjinin temel sorunu olan düşük maliyetli mineral yakıtlar ile rekabet etmesi, yüksek maliyetlerden sorumlu olması, düşük arazi ve finansal sermaye bulmanın neden olduğu güç kaybı ve yetersiz enerji depolama sorununun en aza düşürülerek maliyet tasarrufu sağlanmalı,
- Finansal kurumlara kredi vermeyi özendirerek hem mini şebekeler hem de büyük ölçekli enerji santralleri için uzun dönemli, uygun fiyatlı özel finansmana erişim sağlanmalı,
- Tükenmeyen enerji projelerini tasarlamak, finansman sağlamak, yön vermek, işletmek gibi yeteneklerin iyileştirilmesi ve devam ettirilebilmesi için insan kaynakları bu doğrultuda oluşturulmalıdır.

4. TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

Bu bölümde tükenmeyen enerji potansiyeli kavramının ne olduğuna değinilmiştir. Başta Türkiye olmak üzere Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya ülkelerinin enerji potansiyelleri detaylı olarak incelenmiştir.

4.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Yenilenebilir enerji, dünya genelinde özellikle enerjide dışa tâbi olan ülkelerde dışa bağımlılığın düşürülmesinde, enerji kullanımının sürdürülebilir hale getirilmesinde ve çevre sorunlarının en aza indirilmesinde büyük önem arz etmektedir. Son dönemlerde yükselişe geçen yenilenebilir enerji sektöründe Türkiye’de de önemli ilerlemelerin olduğu görülmektedir (Soğukpınar, 2020: 52).

Türkiye jeopolitik yapısı itibarıyla yüksek bir potansiyele sahiptir. Başka ülkelerle karşılaştırıldığında özellikle güneş, jeotermal, rüzgar ve hidrolik enerji potansiyeli açısından iyi konumlandığı gözlemlenmektedir. Fakat bu kaynakların, özellikle güneş ve rüzgar gibi modern enerji kaynakları şeklinde bilinen kaynaklar olmak üzere kullanımı hala istenilen seviyede değildir. Türkiye, 2023 amaçları doğrultusunda gerçekleştirdiği politikalarda tükenmeyen enerjinin mevcut potansiyelini değerlendirmeye öncelik vermiştir (Karagöl ve Kavaz, 2017). Bu açıdan 2023 senesinde elektrik üretiminde kullanılan tükenmeyen enerji payının hidroelektrik enerjisi de dâhil olmak üzere en az %38,8 olması amaçlanmaktadır (SBB, 2019).

Tükenmeyen enerji kaynaklarının birçoğunun temel kaynağı güneş enerjisidir. Tablo 1’de tükenmeyen enerji türleri ve bunların temel kaynakları gösterilmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri ve Kaynakları

Yenilenebilir Enerji Çeşitleri	Enerjinin Kaynağı
Güneş Enerjisi	Güneş
Rüzgâr Enerjisi	Rüzgâr
Jeotermal Enerjisi	Yer Altı Suları
Hidrolik Enerjisi	Nehir ve Akarsular
Biyokütle Enerjisi	Biyolojik Atıklar
Dalga Enerjisi	Okyanus ve Denizler
Hidrojen Enerjisi	Su ve Hidroksitler

Kaynak: Karagöl ve Kavaz, 2017

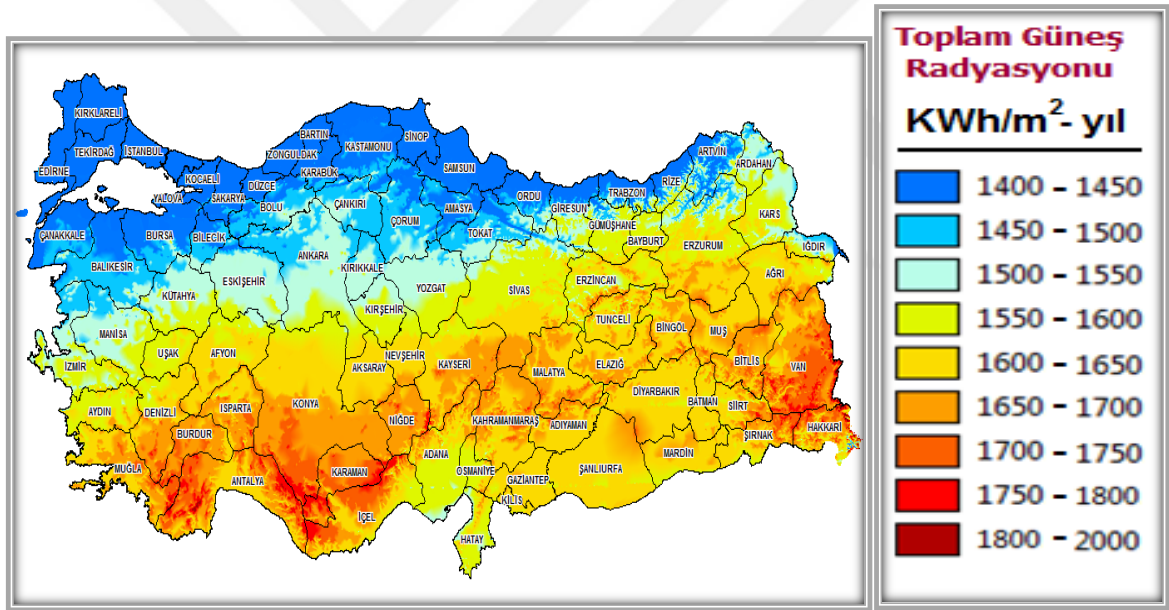
4.1.1. Güneş Enerjisi Potansiyeli

Güneş enerjisi, çevreye duyarlı olmasının yanı sıra kurulum ve kullanım kolaylığı gibi pek çok önemli özelliklere sahip yerli ve temiz enerji kaynağıdır. Düşük maliyetli olması güneş enerjisini daha cazip kılmaktadır. Aynı zamanda bu enerji kaynağı mineral yakıtların sebep olduğu

birtakım çevresel problemlerin iyileştirilmesine yönelik alternatif bir çözüm sunmaktadır. Güneş enerjisinden beklenen faydanın sağlanılmamasına rağmen son dönemlerde bu enerjiye yapılan yatırımların fazlaşması ve maliyetlerin düşmesi ile gittikçe ilgi artmaktadır. Tükenmeyen enerji kaynakları içinde güneş enerjisine daha çok önem gösteren ülkeler, bu enerji kaynağını elektrik üretiminde daha fazla kullanmak için bazı önemli yasal düzenlemeler ve teşvik yöntemleri geliştirmektedirler (Soğukpınar, 2020: 55).

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle ekvatorun kuzeyinde yer alır ve güneş enerjisi üretim potansiyeli çok yüksek bir ülkedir. Yıllık güneş enerjisi potansiyeli 88 MTEP/yıl'dır. Türkiye'nin güneşten çıkarabileceği enerji kapasitesi kuramsal olarak 380 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Ancak hesaplanan bu potansiyelin %40'ı ekonomik olarak kullanılabilir (Polat ve Şekerci, 2011).

GEPA'ya (Türkiye Güneş Enerjisi Atlası) göre, Türkiye'nin yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2.741,07 saat/yıl iken, bu süre günlük bazda incelendiğinde ortalama toplam 7,5 saat/gün olarak hesaplanmıştır. Ülkemizin güneşten elde ettiği ışıyım şiddeti incelendiğinde ise yıllık ortalama toplam 1527,46kWh/m²-yıl iken günlük ortalama toplam 4,1846kWh/m² şeklinde hesaplanmıştır. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası şekil 3'de gösterilmiştir (ETKB, 2020).



Şekil 3. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)

Kaynak: ETKB (2020).

Ülkemizin güneşlenme potansiyeli bölgesel olarak incelendiğinde yukarıdaki haritada da görüldüğü üzere, güneyden kuzeye doğru güneşlenme potansiyeli azalmaktadır. Akdeniz (2956 saat/yıl) ile Güneydoğu Anadolu (2993 saat/yıl) en güneşli bölgeler olarak bilinirken, Karadeniz (1971 saat/yıl) ise ülkemizin en az güneş alan bölgesi olarak kabul edilmektedir. Türkiye coğrafi yapısı bakımından İspanya dışında diğer Avrupa ülkelerine kıyasla güneş enerjisi potansiyeli daha fazla olan bir ülkedir. Ülkemizde 1 m²'lik bir alan yılda ortalama 1000-1450 kWh güneş enerjisi üretebilmektedir. Tablo 2'de enerji ve güneşlenme saatlerinin bölgesel dağılımı gösterilmektedir (Soğukpınar, 2020: 55).

Tablo 2. Türkiye'nin Yıllık Güneş Enerjisi Potansiyeli

Bölgeler	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² – yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

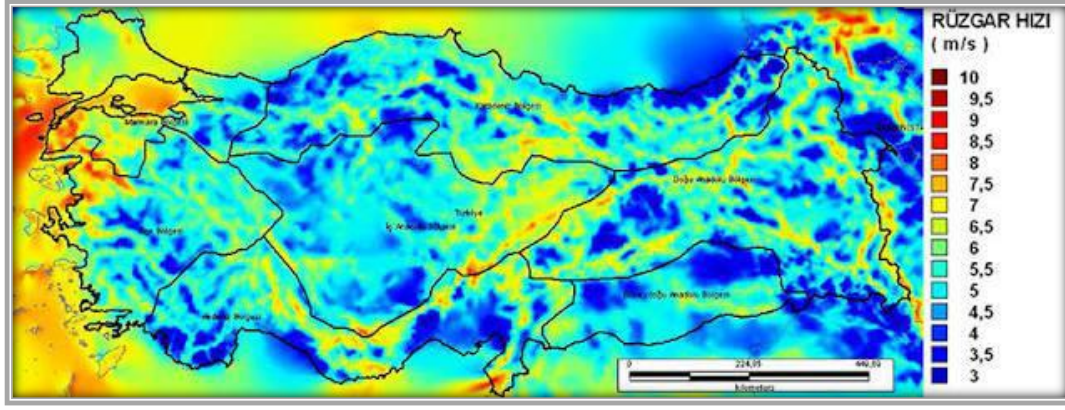
Elektrik İşleri İdaresi (EİE) aracılığıyla hazırlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasına (GEPA) göre, ülkemizde yaklaşık 56000 MW termik santral kapasitesiyle eşdeğer güneş enerjisi kapasitesinin olduğu gözlemlenmiştir (Koç ve Kaya, 2015).

4.1.2. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Güneş yüzeyindeki çeşitli ısınmalardan kaynaklanan rüzgar enerjisi potansiyeli, siklon ve antisiklon oluşumuna bağlıdır. Bu çeşitli basınç alanları atmosferin basıncının, sıcaklığının ve neminin farklı olmasına, bahsedilen bu farklılık ise rüzgar olarak adlandırdığımız hava kütlesi hareketlerine sebep olmaktadır. Bu kütlenin çalıştığı kuvvete rüzgar enerjisi potansiyeli denir. Dünyadaki güneş enerjisinin ortalama %2'si rüzgar enerjisine dönüştürülmektedir. Küresel rüzgar enerjisi potansiyelinin, iktisadi ve diğer sebeplerle yıllık 9.000 TWh olmak üzere, 50° kuzey ile 50° güney arasındaki bölgede yılda 26.000 TWh olduğu tahmin edilmektedir (MGM, 2020).

Türkiye'de, yerden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s veya daha yüksek rüzgar hızlarında, kilometrekare başına 5 MW kapasiteli rüzgar türbinlerinin kurulmasına izin verilmektedir. Bu varsayımlara dayanarak, oluşturulan rüzgar kaynağı bilgilerini içeren bir Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) oluşturulmuştur. Ülkemizde rüzgar enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmektedir (ETKB, 2020).

Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlasına (REPA) göre yerden 50 metre yükseldikçe rüzgar potansiyeli, Akdeniz, Marmara ve Ege bölgelerinde maksimum seviyelerdedir. Ülkenin geri kalan bölgelerinde ise orta ile düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. İç bölgelerde, özellikle Doğu Anadolu bölgesinde enerji yoğunlukları tüm yıl boyunca yok denecek kadar azdır (Serkendiz, Tatlı ve Öztürk, 2018). Türkiye'deki rüzgar enerjisi potansiyeli atlası Şekil 4'de gösterilmektedir.



Şekil 4. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)

Kaynak: ETKB (2020).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü aracılığıyla yapılan rüzgar hızı ölçüm raporuna göre, Türkiye'de 6,5 m/s'nin üzerindeki rüzgar hızlarına atıfta bulunularak, kara rüzgarları potansiyeli Türkiye'nin 131.756,40 MW, açık deniz rüzgar potansiyeli ise 17.393,20 MW olarak belirlenmiştir. Rüzgar türbinlerini iktisadi bir yatırım olarak görmek için türbinin montajı, türbinin kurulacağı araziden 50 m yükseklikte ortalama en az 7 m/s rüzgar hızında olması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyelinin 7 m/s'den fazla olması, Türkiye'nin karasal rüzgar enerjisi potansiyelinin 48.000 MW, açık deniz rüzgar enerjisi potansiyelinin ise 10.000 MW seviyesinde olduğunu göstermektedir (Soğukpınar, 2020: 56). Türkiye'nin kara ve deniz rüzgar potansiyeli Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. 50 m Yükseklikte Türkiye Kara ve Deniz Rüzgâr Potansiyeli

Rüzgâr Sınıfı	Rüzgâr Hızı (m/s)	Kara Potansiyeli (MW)	Deniz Potansiyeli (MW)
3	6,5-7	83906,96	6929,92
4	7-7,5	29259,36	5133,20
5	7,5-8	12994,32	3444,80
6	8-9	5399,92	1742,56
7	> 9	195,84	142,72
Toplam		131.756,40	17.393,20

Kaynak: ETKB (2020).

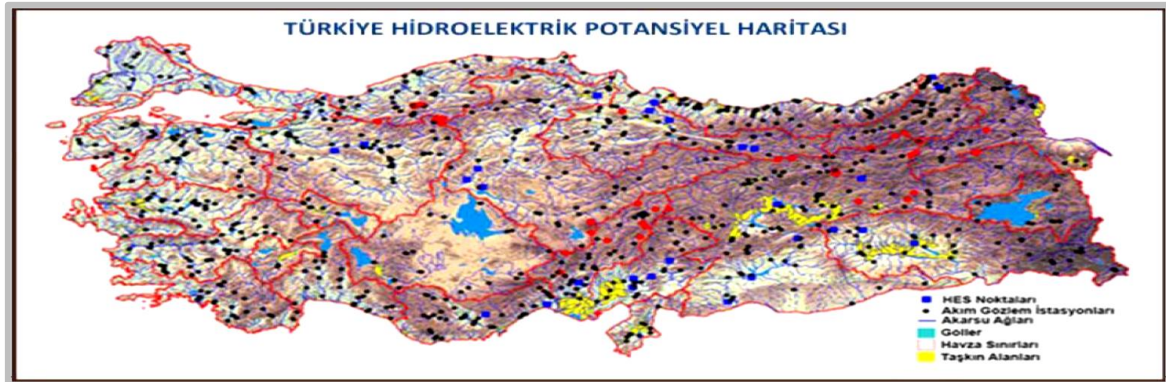
2018 yılında Türkiye'nin 48.000 MW'lık rüzgar enerjisi potansiyeli ve 7.005 MW'lık kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi dikkate alındığında, ülkemizin potansiyelinin çok altında olduğu tespit edilmiştir (Şenel ve Koç, 2015; TEİAŞ, 2018).

4.1.3. Hidroelektrik Enerjisi Potansiyeli

Hidroelektrik santraller (HES); diğer enerji kaynakları arasında çevreye duyarlı, kaynak verimliliği yüksek, hem yakıt hem de işletme maliyeti olmayan olsa bile yok denecek kadar az olan, temiz, yerli ve tükenmeyen enerji kaynağıdır. Enerjimizin %70'ini doğal gaz ve petrol olarak ithal ettiğimiz düşünüldüğünde, Türkiye'nin topografyası, iyi su kaynakları, iktisadi ve ekolojik koşulları hidroelektrik enerjiyi ülkemizin alternatif enerji kaynaklarından biri haline getirmektedir (Soğukpınar, 2020: 57).

Bir ülkenin teorik hidroelektrik kapasitesi, tüm doğal akarsuların %100 mevcudiyeti varsayılarak hesaplanır. Fakat bu potansiyelin hepsini kullanmak mümkün olmadığından, mevcut teknoloji kullanılarak değerlendirilebilen maksimum potansiyele teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli adı verilmektedir. Öte yandan, teknik olarak uygulanabilir tüm santraller iktisadi biçimde değerlendirilemez, bu nedenle teknik imkanların mevcut iktisadi durumda geliştirilebilen kısmına ise ekonomik hidroelektrik potansiyeli adı verilmektedir (DSİ, 2020).

Hidrolik kaynaklar ülkemizin tükenmeyen enerji potansiyeli arasında en önemli yere sahiptir. Teorik potansiyeli 433 milyar kWh olan hidrolik kaynaklarımızın teknik biçimde değerlendirilebilir gücü 216 milyar kWh olup iktisadi hidroelektrik enerji gücü ise 160 milyar kWh/yıl'dır. 2018 senesinde yaklaşık 59,9 milyar kWh hidrolik kaynaklı üretim gerçekleştirilmiştir. Yılları hesaplamalarına göre ise, işletmede mevcut 28.291MW'lık kurulu potansiyele sahip 653 adet HES Türkiye toplam kurulu potansiyelinin yaklaşık %31,9'una karşılık geldiği görülmektedir. Türkiye'nin teorik hidrolik gücü dünya ile kıyaslandığında %1'lik bir oranı, iktisadi gücü ise Avrupa ile kıyaslandığında %16'lık bir oranı içerdiği gözlemlenmiştir. Türkiye'nin teknik gücü ise dünya teknik gücünün %1,5'ine Avrupa'nın ise %17,6'sına karşılık gelmektedir (ETKB, 2020). Türkiye'nin Hidrolik Güç Haritası Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. Türkiye Hidroelektrik Enerjisi Potansiyel Haritası

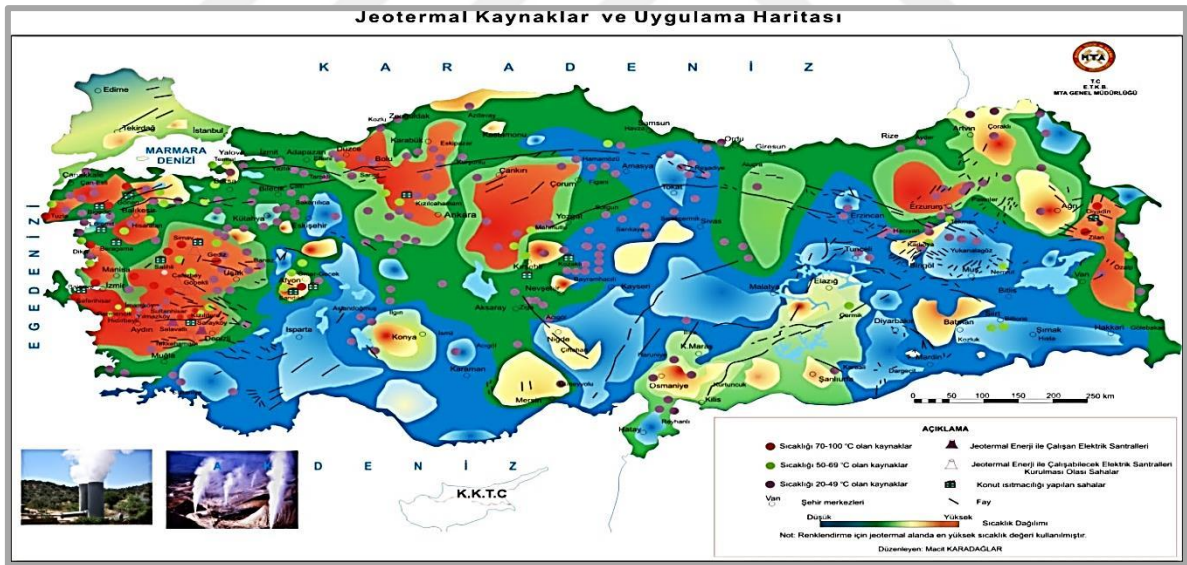
Kaynak: Yılmaz, 2018

Türkiye'nin akarsular ve debiler açısından hidrolik gücünün maksimum olduğu bölge Doğu Anadolu bölgesidir. Bu bölge, akarsuların akış şiddetinin maksimum olması sebebiyle hidroelektrik santraller açısından ülkemizdeki en uygun bölge olarak bilinmektedir. Günümüze kadar kurulmuş olan barajların çoğunluğu bu bölgede yer almaktadır. Marmara bölgesi ise akarsuların çok daha yavaş olması sebebiyle hidrolik enerji üretimi bakımından Türkiye'nin minimum verimine sahip bölgesidir (Soğukpınar, 2020: 58).

Türkiye'nin ana su kaynakları ve Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) can damarı olan Fırat ve Dicle nehirleri, ülkemizin su potansiyelinin ortalama %28,5'ini oluşturmaktadır. Dicle Nehri üstünde yapılması planlanan en büyük baraj Ilısu Barajı'dır. Ilısu projesi, dünyanın en önemli su projelerinden biri olan GAP'ın ana bileşenlerinden biridir. HES ile Ilısu Barajı, 1200MW'lık kurulu potansiyele sahiptir. 2400MW ile Atatürk, 1800MW ile Karakaya, 1330MW ile Keban barajından sonra Türkiye'nin 4. büyük barajı olma yolunda ilerlemektedir. Ilısu barajından yıllık enerji üretimi 3.833 GWh/saat olacak ve yıllık ortalama 400 milyon ABD doları ile ekonomiye katkı sağlayacaktır. Hidrolik enerji üretimine yönelik bir diğer önemli proje zinciri de Çoruh Havzası'nda faaliyete geçirilecektir. Çoruh Nehri temel plan içinde bulunan büyük yan kaynak projeleri (8.321 GWh/yıl) Türkiye'nin teknik gücünün ortalama %4'üne eşdeğerdir (DSİ, 2020).

4.1.4. Jeotermal Enerji Potansiyeli

Jeotermal enerji, yeryüzünün derinliklerinde oluşan mineral kütlelerin içinde toplanmış şekilde olan ısının akışkanları sızdıran çatlaklıklar yoluyla taşınarak bir haznede birikmesi sonucu oluşmuş ısı enerjisidir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, yegm.gov.tr). Bu enerji, uygun ve çevreye duyarlı olan yerli ve tükenmeyen bir toprakaltı kaynağıdır. Türkiye, jeopolitik yapısı sebebiyle aktif bir tektonik kuşakta bulunmaktadır ve dünya ülkeleri içinde jeotermal yönünden oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde toprak altından doğal olarak çıkan çeşitli sıcaklıklarda ortalama 1.000 adet jeotermal kaynak bulunmaktadır. Türkiye'nin jeotermal kaynakları ve kullanım haritası Şekil 6'da gösterilmektedir (MTA, 2020).



Şekil 6. Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası

Kaynak: MTA, 2020

Türkiye çok yüksek jeotermal potansiyele sahip bir ülkedir. Şekil 6'da da görüldüğü üzere bu potansiyel yüzdelik dilimde incelendiğinde %78'i Batı Anadolu bölgesinde, %9'u İç Anadolu bölgesinde, %7'si Marmara bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu bölgesinde ve geriye kalan %1'lik dilim ise diğer bölgelerde bulunmaktadır. Jeotermal kaynaklarımız %90 düşük ve orta sıcaklıkta olup ısıtma, termal turizm vb. doğrudan faydalanılabilir iken %10'luk bir kısmı ise elektrik enerjisi üretimi gibi dolaylı olarak faydalanılabilirliğe uygundur. Türkiye'nin tahmini jeotermal

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı aracılığıyla düzenlenen Türkiye Biyokütle Enerji Potansiyeli Atlasına (BEPA) göre atıktan geri kazanılan enerji miktarı Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4. Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA)

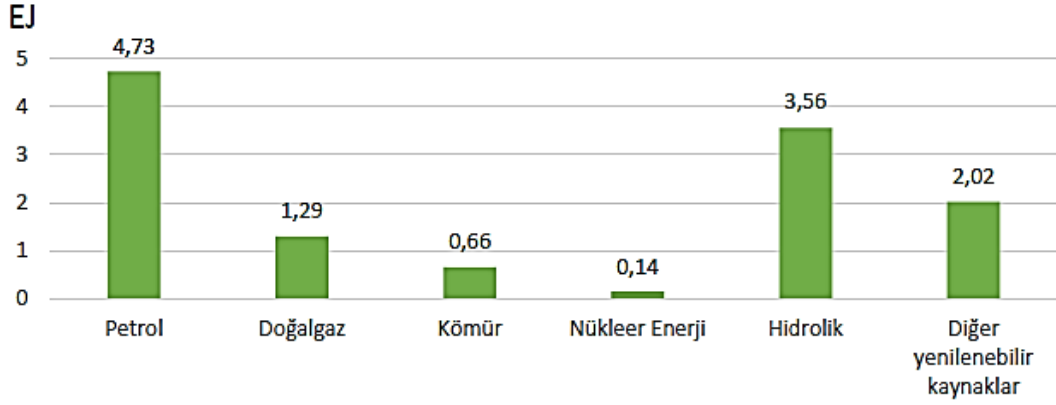
Hayvansal atıkların teorik enerji eşdeğeri (tep/yıl)	4.385.371
Hayvansal atıkların ekonomik enerji eşdeğeri (tep/yıl)	1.084.506
Bitkisel Atıkların Teorik Enerji Eşdeğeri (tep/yıl)	25.384.268
Bitkisel Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğeri (tep/yıl)	1.462.159
Belediye Atıkların Teorik Enerji Eşdeğerleri (tep/yıl)	3.373.011
Belediye Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğerleri (tep/yıl)	485.858
Orman Varlığı Atıklarının Enerji Eşdeğeri (tep/yıl)	859.899
Atıkların Toplam Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	34.002.549

Kaynak: Soğukpınar, 2020

Ekonomik enerji eşdeğeri hesaplaması, teknik biçimde değerlendirilebilir gücün mevcut ekonomik şartlar altında geliştirilebilecek bölümü şeklinde yapılırken teorik enerji eşdeğeri hesaplaması ise, bir kaynak gücünün %100 verimle incelenmesine göre yapılır. Tablo 3.4’ü incelediğimizde ülkemizdeki bitkisel atıkların hem ekonomik hem de teorik açıdan enerji eşdeğerleri en yüksek güce sahip atıklar oldukları gözlemlenmiştir. Başka bir atık türü olan belediye atıkları incelendiğinde ekonomik açıdan en düşük enerji potansiyeline sahip atıklar olarak kayda geçmiştir. Son olarak hayvansal atıklar ise hem teorik hem de ekonomik yönden bitkisel atıklardan sonra gelen ikinci en yüksek enerji eşdeğerine sahip atık oldukları bilinmektedir (ETKB, 2020).

4.2. Brezilya’nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

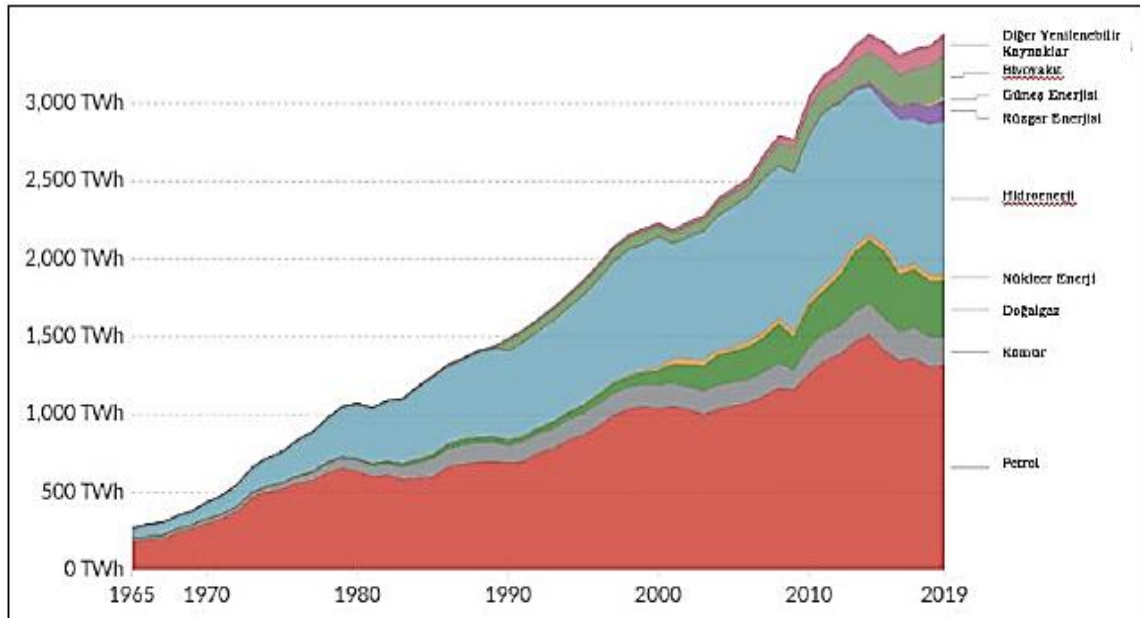
Latin Amerika’nın en büyük ülkesi olarak bilinen Brezilya, 210 milyonluk nüfusa ve yaklaşık 8,5 km²’lik yüz ölçümüne sahiptir. Bu ülke aynı zamanda bulunduğu kıtadaki diğer ülkelere kıyasla en yüksek enerji üretim ve tüketimini içermektedir. Brezilya, enerji gereksinimlerini hem tükenmeyen enerji kaynakları hem de fosil kökenli kaynaklardan karşılamaya çalışmaktadır. 2019 senesinde ülkede 12,4 EJ birincil enerji kaynaklarına yönelik kullanım yaşanmıştır. Bu kullanımda petrol %38,1’lik oranla (4,73 EJ) en büyük paya sahip iken hidroelektrik ise %28,7 oranıyla (3,56 EJ) ikinci sırada yerini almıştır. Bunun sebebi ise dünyanın en fazla suyunu taşıdığı akarsu kaynağı olarak bilinen Amazon Nehri’nin burada bulunmasıdır. Bu tüketim oranlarını daha sonra %16,3 oranı ile diğer tükenmeyen kaynaklar (2,02 EJ), %10,4 oranı ile doğalgaz (1,29 EJ) devamında %5,3 oranı ile kömür (0,66 EJ) en sonunda ise %1,1 oranı ile nükleer enerji (0,14 EJ) takip etmiştir (Statistical Review of World Energy, 2020) (Şekil 8).



Şekil 8. Brezilya’da birincil enerji kaynakları tüketimi (2019)

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 2020

Petrol ve hidroelektrik, 1965'ten beri Brezilya'nın birincil enerji kaynağı tüketiminin ön saflarında yer almaktadır (Şekil 9). Petrolün payı 1965'te %66'dan 2019'da %38'e düşmüştür. Ancak birincil enerji kaynaklarının tüketimi söz konusu olduğunda, petrol bir numara olmaya devam etmiştir. Birincil enerji kaynaklarının kullanımında hidroelektriğin payı ise 1965 senesinde %26,3 iken 2019'da %28,7'ye çıkmıştır. Genel olarak bakıldığında Brezilya'da geçmişten günümüze kadar birincil kaynakların kullanımında mineral kaynakların payı düşmüş, tükenmeyen enerji kaynaklarının payı ise yükselmiştir. Fakat mineral yakıtlar içinde bir tek doğalgazın payında bir yükseliş gözlemlenmiştir. Özellikle son dönemlerde güneş, rüzgar ve biyokütle enerjisindeki payların yükseldiği görülmüş, bu durum ise Brezilya'nın enerji kaynaklarının mineralden tükenmeyen kaynaklara doğru bir geçişte olduğunu göstermektedir (Statistical Review of World Energy, 2020) (Şekil 9).

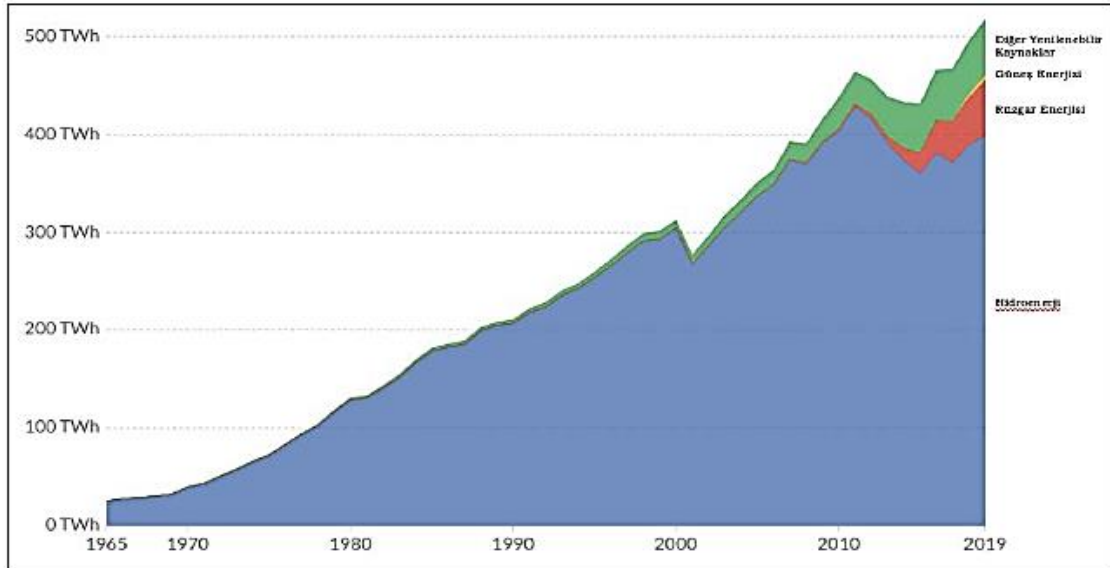


Şekil 9. Brezilya’da birincil enerji kaynakları tüketiminin yıllara göre değişimi (1965-2019)

Kaynak: Statistical Review of World Energy, 2020

Daha önce de belirtildiği gibi, Brezilya'nın elektrik üretiminde tükenmeyen enerji kaynaklarının en büyük payı hidroelektrik kaynaklarından gelmektedir. Ülkenin hidroelektrik kaynaklarına bağlı kurulu gücü 2010 senesinde 80.703 MW iken bu değer 2015 senesinde 91.650 MW'a, 2019 yılında ise 109.092 MW'a çıkmıştır (Şekil 10). Bu oran, dünya genelindeki kurulu hidrolik kapasitenin %8,3'ü gibi oldukça büyük bir bölümünü temsil etmektedir (IRENA, 2020).

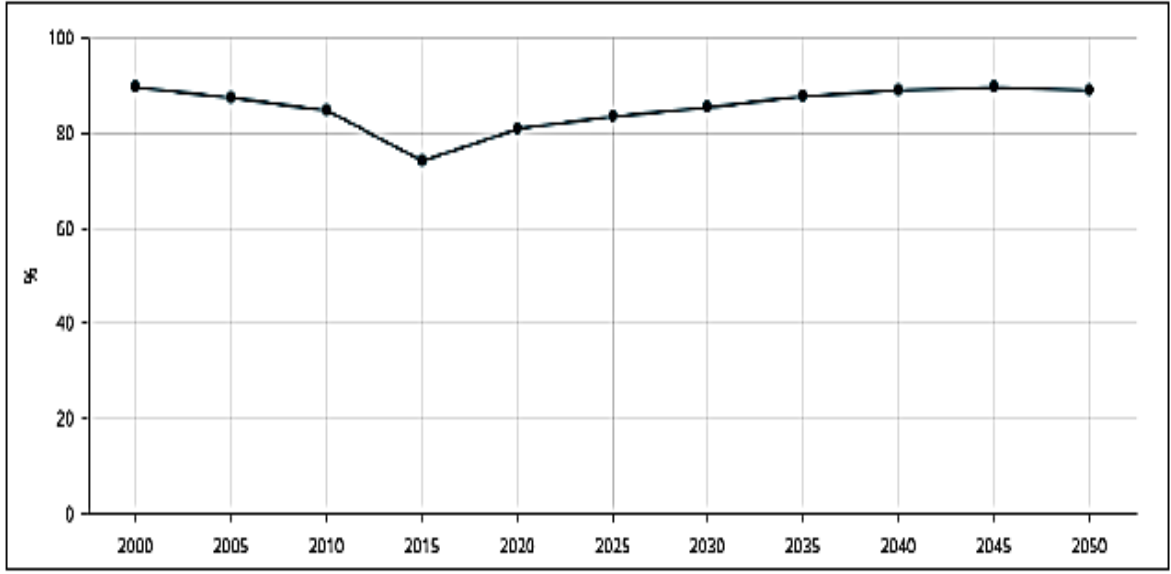
Brezilya, enerji üretiminde hidrolik güç açısından önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda bu ülke, bulunduğu bölgenin en büyük hidrolik gücünü içerir. Enerji sektörü Brezilya'da ki toplam elektrik kapasitesinin %64'ünü oluşturmakta ve elektrik enerjisine yönelik talebin ise %75'inden fazlasını karşılamaktadır (Brazil Statistics, 2018). Bu rakamlar ülke ekonomisinde hatta bölge ekonomisinde hidro enerjinin önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle bol su kaynağına sahip Amazon Havzası'nın, Brezilya'nın hidroelektrik enerjiye olan güvenini güçlendirmektedir. 14.000 MW kapasiteli Itapu Barajı, Brezilya-Paraguay sınırında, 11.233 MW kapasiteye sahip Belo Monte Barajı ile 8300 MW kapasiteli Tucuru Barajı ise ülkenin hatta dünyanın en önemli hidrolik enerji santralleri arasında bulunmaktadır (Belo Monte HydroPower Project, 2020).



Şekil 10. Brezilya'da yıllara göre yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik üretimi (1965-2019)

Kaynak: IRENA, 2020

Elektrik enerjisi kullanımı iktisadi iyileşmenin esas belirtilerindendir ve enerji sektöründe büyük öneme sahiptir. Brezilya, ikincil kaynaklarından biri olan elektrik enerjisi üretiminde dünyadaki birçok ülkeden daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı payına sahiptir. Geçmiş dönemlerden şimdiye kadar ülkede kullanılan elektriğin %80'i tükenmeyen kaynaklardan karşılanmaktadır. İleri projeksiyonlar, bu durumun önümüzdeki yıllarda giderek daha da artacağını ileri sürmektedir (Şekil 11) (Durukan ve Yılmaz, 2021: 351).



Şekil 11. Brezilya’da elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payı (2000-2050).

Kaynak: Durukan ve Yılmaz, 2021: 351

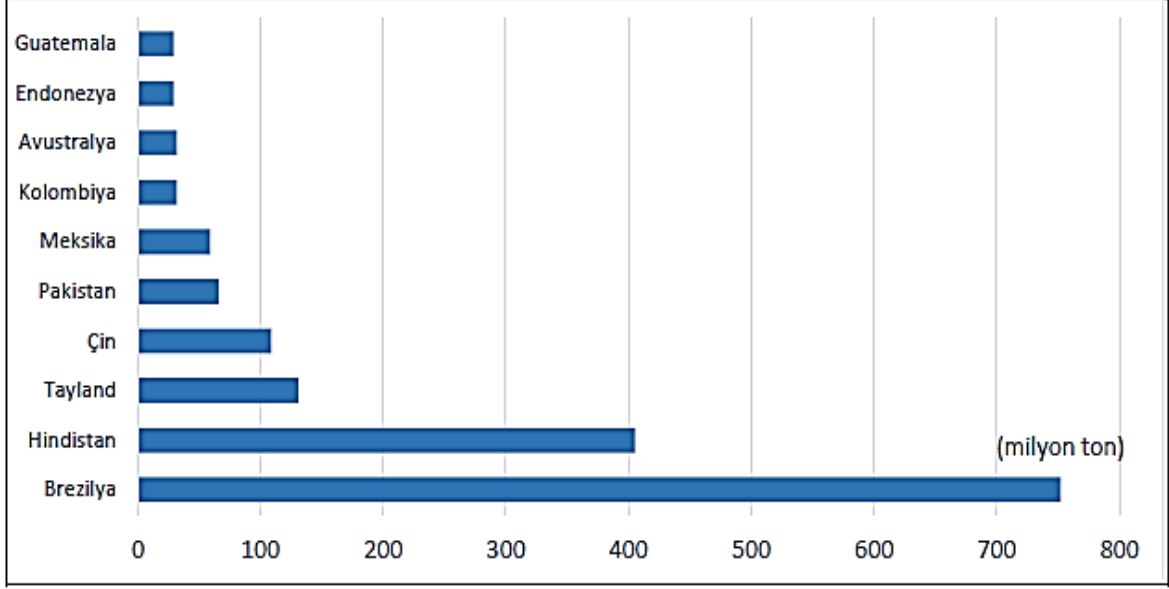
Brezilya’da kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi her yıl giderek artmaktadır. Ülkede kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi 2010 yılında 927 MW iken bu değer 2015 yılında 7633 MW ve 2019 yılında ise 15364 MW şeklinde yükselmiştir. Yüzölçümü bakımından oldukça geniş bir alana sahip olan Brezilya, rüzgar enerjisi potansiyeli açısından dünyada önde gelen ülkelerden biridir. 2018 senesi itibarıyla yerli rüzgar türbinlerinden yaklaşık 48489 GWh elektrik enerjisi elde edilmiştir. Görüldüğü üzere rüzgar enerjisi her geçen gün elektrik üretiminde giderek payını arttırmaktadır. 15 Haziran 2019 tarihinde Brezilya Ulusal Rüzgar Enerjisi Birliği aracılığıyla yayınlanan Infovento basın açıklamasına göre, ülkede 12 eyalette faaliyet gösteren 7.738 rüzgar santrali ile 637 tane rüzgar çiftliği bulunmaktadır. Brezilya'nın Kuzey Amerikalı GE, İspanya merkezli Siemens-Gamesa, yerel şirket WEG (WEGE3) ve Almanya'nın Nordex (Acciona) gibi büyük enerji şirketleri rüzgar enerjisine yatırım yapmaktadır. (Wind Energy in Brazil...).

Matematiksel konumu nedeniyle Brezilya’da güneş enerjisi potansiyeli üst seviyelerdedir. Dünyadaki gelişmelere kıyasla Brezilya’da son dönemlerde güneş enerjisi üretiminde hızlanma görülmektedir. 2010’da 2 MW’a, 2015’te 27 MW’a ve 2019’da 2485 MW’a ulaşan ülkenin güneş enerjisi kapasitesi, bu sene itibarıyla güneş panellerinden 3987 GWh elektrik üretmiştir (Durukan ve Yılmaz, 2021: 351).

Brezilya’nın önemli enerji kaynaklarından biri olarak bilinen biyokütle enerjisi, ateşin bulunduğu çağdan beri geleneksel olarak bilinen ve kullanılan bir enerji çeşididir. Bu enerjinin modern anlamda kullanımı ise günümüze çok yakın bir dönemde gerçekleşmiştir. Biyokütle enerjisi günümüzdeki kullanımlarında diyodizel, biyogaz, biyometanol, biyoetanol ve biyoyağ gibi çeşitli enerji kaynaklarına dönüşmektedir. En yaygın kullanılanları başlıca biyogaz, biyodizel ve biyoetanoldür. 2019 senesinde Brezilya dünya çapında 124.026 MW’lık biyokütle kapasitesi içinde 14.992 MW ile (%12,1) önemli bir paya sahiptir. Bu değer ile dünyada Çin’den sonra ikinci sırada yerini almaktadır (Durukan ve Yılmaz, 2021: 352).

Brezilya, çoğu biyokütle hammaddesi olarak kullanılan dünyanın bir numaralı şeker kamışı üreticisidir ve 2019’da 1.949 milyar ton olan dünya şeker kamışı üretiminin %38,6’sını (715

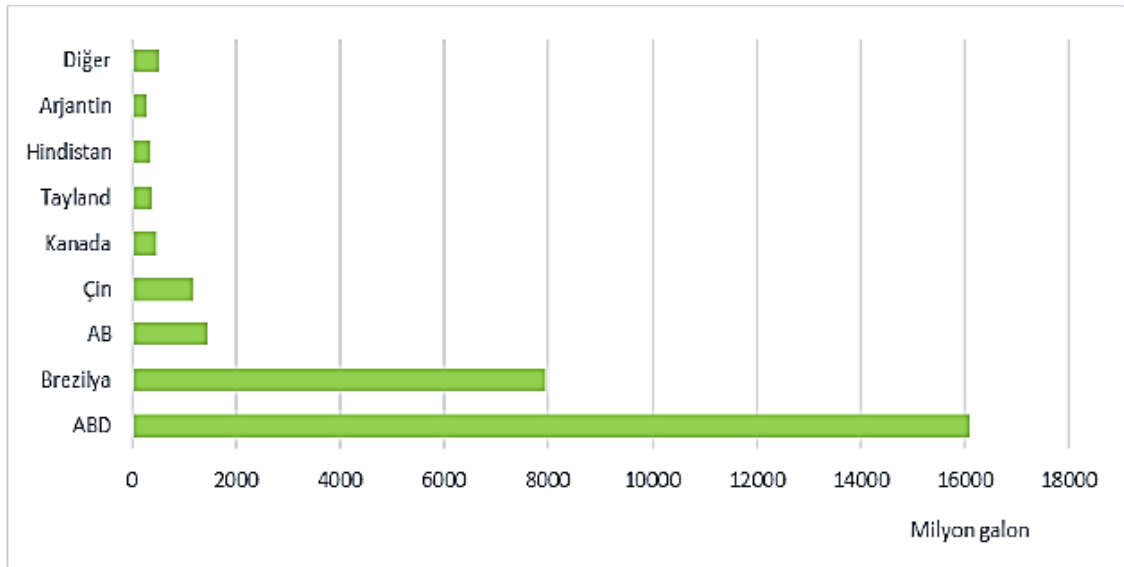
milyon ton) oluşturmaktadır. Aynı yıl içinde Brezilya'dan sonra Hindistan yaklaşık 405 milyon ton (%20,7), Tayland yaklaşık 131 milyon ton (%6,6) ve Çin ise yaklaşık 108 milyon ton (%6) üretim gerçekleştirmiştir (Knoema, 2020). Diğer büyük üreticiler ise sırasıyla. Pakistan, Meksika, Kolombiya şeklindedir (Şekil 12).



Şekil 12. Dünya en fazla şeker kamışı üretimi yapan ülkeler (2019)

Kaynak: Knoema, 2020.

Brezilya, sahip olduğu büyük potansiyel sebebiyle biyokütleden elde edilen enerjiyle ciddi atılımlar gerçekleştirmiştir (Alves, 2020). Ülke şeker kamışı ve mısır gibi ürünlerden sağlanan “alkol/etanol” ile standart dizel yakıtına belirli oranda bitkisel yağ karıştırılması sonucunda oluşan biyodizel üretiminde dünyada ilk sıralarda yer almıştır. 2018 yılında dünya genelinde üretilen 28.670 milyon galon etanolün %56’sı (16100 milyon galon) ABD’de ve %28’i (7950 milyon galon) ise Brezilya’da üretilmiştir (RFA, 2019) (Şekil 13).



Şekil 13. Ülkelere Göre Etanol Üretimi (2018)

Kaynak: RFA, 2019.

Dünyanın önde gelen etanol üreticilerinden biri olan Brezilya, hammadde olarak şeker kamışını kullanmaktadır. Brezilya'nın ulusal yakıt türü olarak bilinen ve 1975 yılında başlayan etanol üretim projesinin ardından 2000'li yıllarda etanol kullanımı yeni bir ivme kazanmıştır (Uludüz, 2007). Etanolün otomobiller için yakıt olarak kullanıldığı ve çevresel faydalarının olduğu bilinmektedir. Yaklaşık %25 civarında yakıtta harmanlama sağlayan Brezilya etanolünün araç yakıtı şeklinde kullanılması yönünden örnek teşkil etmektedir (Arge7, 2016). Biyoetanolün benzinde kullanılması oktan sayısını arttırmakta, bu da içten yanmalı motorlarda kullanım için fayda sağlamaktadır (Ünlü, 2019: 34). Egzoz gazları üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda; karışım oranındaki biyoetanolün artan oranları ile birlikte CO, CO₂ ve NO_x değerlerinde azalmalar gözlemlenmiş, araç yakıtlarına etanol eklenmesi de petrole bağımlılığı önemli ölçüde azaltmıştır. (Koçtürk ve Onurbaşı Avcıoğlu, 2012: 72).

Bilindiği üzere etanol üretiminin ana hammaddesi olan şeker kamışı, Brezilya'daki tarım ile yakıt sanayisinin en önemli ürünlerinden biridir. Ülkede 1 milyondan fazla insan şeker kamışı ve etanol üretimiyle uğraşmaktadır. Bu durum ise ülkenin etanol karışımı yakıtla uğraşma politikalarını desteklemektedir. Brezilya'da yılda yaklaşık 3 milyon motorlu taşıt üretilmekte, üretilen bu taşıtlar ise $\frac{3}{4}$ 'ü etanol veya benzin ile çalışmakta olup "Total Flex" adı verilmektedir (Türeyen, 2015). Flex araç sürücüleri hem benzin yada etanol hem de benzin, etanol karışımı ile taşıtlarını kullanabilmektedir. Bu tür yakıtların kullanılması, tüketicilere daha ucuz yakıt tedariki, petrole daha az bağımlılık, daha fazla kirlenici fosil yakıtların daha az kullanımı ve sürücüler için daha esnek seçenekler sağlamaktadır (Durukan ve Yılmaz, 2021: 353).

Etanol ve biyodizel olan iki ürünün Brezilya'daki dağıtım ve kontrolü, Latin Amerika'nın en önemli piyasa değerine sahip olduğu PETROBRAS adı verilen petrol şirketi aracılığıyla yapılmaktadır. Bu şirket sayesinde Brezilya 2006 senesinde kendi kendine yetebilen bir ülke konumuna gelmiştir (Türeyen, 2015).

4.3. Hindistan'ın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

1,4 milyar nüfusu ve hızla gelişen ekonomisi ile Hindistan, global enerji piyasasının en önemli oyuncularından biridir. Hindistan'ın enerji kullanımı yüksek olmasına rağmen, ağırlıklı olarak mineral yakıtlara dayalı bir enerji piyasasına sahiptir. 2017 yılı verileri incelendiğinde Hindistan'ın toplam birincil enerji arzı 881,9 mtep olarak belirlenmiştir. Birincil enerji arzı içinde kömürün payı %44.3 oranında, petrol %25.3 oranında, biyoenerji ve atık %21.2 oranında, doğalgaz %5.8 oranında, hidroelektrik %1.4 oranında, nükleer %1.1 oranında, rüzgar ve güneş ise %0.8 oranında olduğu gözlemlenmiştir. Yıllık %9 oranında büyümeyi amaçlayan Hindistan'ın, 2025 yılına kadar 5 trilyon dolarlık bir ekonomiye ulaşacağı düşünülmektedir. Sürdürülebilir ekonomik büyüme isteyen bu ülkenin, enerji kaynaklarını etkin kullanması, enerji sistemini ve altyapısını düzenlemesi gerektiği öngörülmektedir. Hindistan'ın enerji sistemi, elektrik üretimi için kömüre, ısıtma ve yemek pişirme için biyoenerjiye, ulaşım ve sanayi için ise petrole ve dayanmaktadır. Biyoenerji ve kömür milli kaynaklardan elde edilirken, ham petrol ve doğal gaz genel olarak ithal edilmektedir. Birincil enerji arzının yaklaşık üçte ikisi yerli kaynaklardan oluşmaktadır (İEA, 2020b: 20).

Ülke nüfusunun yaklaşık dörtte birinin elektriğe çok az erişimi var veya hiç yoktur. Bu sebeple enerji gündeminin ana konusu, tüm vatandaşların ekonomik biçimde enerjiye ulaşımın sağlanması olmuştur. Güneş teknolojisi hızla değişirken, hükümetler güneş ve diğer tükenmeyen

enerji kaynaklarının enerji yapısını değiştirebileceğine ve enerjiyi daha erişilebilir hale getirebileceğine inanılmaktadır (Sawhney, 2013: 297).

Hindistan, toplumsal ve ekonomik etkileri olan bir enerji geçişinin ortasında bulunmaktadır. Hindistan'da tanık olduğumuz enerji dönüşümü, ekonomik refahın yükselmesinin ve yeni iş fırsatlarının yaratılmasının önünü açacaktır. Tükenmeyen enerji potansiyeli yüksek olan bu ülke, son dönemlerde ilgili endüstrilerde önemli ilerlemeler kaydetmiştir. 2018 yılı verilerine göre 74 GW kurulu güce sahip olan ülke, 2022 yılına kadar 175 GW'a ulaşmayı amaçlamaktadır. Planlanan bu hedefe ulaşabilmek için yılda ortalama %25'lik bir artışın gerçekleşmesi gerektiği düşünülmektedir (Tongia ve Gross, 2018: 4). Hindistan Yeni ve Yenilenebilir Enerji Bakanlığı tarafından yapılan bir gelecek tahmininde, 2030 yılına kadar 500 GW'lık yenilenebilir enerji kapasitesinin eklenilebileceğini ve enerji sektöründeki kurulu gücün %40'ının yenilenemeyen mineral yakıtlardan sağlanacağını duyurmuştur (Jacobs ve diğerleri, 2019: 2).

Hindistan'ın tükenmeyen enerjiye geçişinin güçlü makroekonomik sonuçlarından biri, sektörde hızlı iş yaratma potansiyelidir. IRENA (2017) Hindistan raporuna göre, Hindistan 2022 hedefine ulaşırsa güneş enerjisinde 1 milyondan fazla, rüzgar enerjisinde ise 180.000'den fazla istihdam yaratılacağı düşünülmektedir. Diğer gelişmekte olan ülkelerde tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelme, mineral yakıt sektöründe iş kayıplarına yol açabilirken, Hindistan'da tükenmeyen enerji sektörünün gelişmesi istihdamı artıracak, sektör kapasitesini yükseltecek ve yeni istihdam fırsatları yaratacaktır. Bu sebeple sektörün gereksinim duyduğu işgücü uygunluk standartlarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Yeni ve Tükenmeyen Enerji Departmanı ve Yeşil İş Becerileri Konseyi, tükenmeyen enerji müfredatını eğitim sistemine entegre etmek için çalışmaktadır. Dolayısıyla kırsal kesimde yaşayan yoksul kesimin istihdam olanaklarının artması beklenmektedir.

Bu ülkede tükenmeyen enerji kaynakları potansiyeli jeopolitik ve iklim şartlarına bağlı kalacak şekilde bölgeden bölgeye değişmektedir. Hindistan'ın doğu bölgesinde jeotermal enerji potansiyeli, kuzey bölgesinde biyokütle enerji potansiyeli, orta ve güney bölgelerinde ise rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir. Ülkenin elektrik üretiminin %17,2'si tükenmeyen kaynaklardan karşılanırsa da, mevcut potansiyel bakımından yetersiz kullanıldığı öngörülmektedir. Kömür, bugün hala ülkedeki en verimli enerji kaynağı olarak bilinir ve elektrik üretiminin %60'ını karşıladığı gözlemlenmiştir (Raghuwanshi ve Arya, 2019: 291-292).

Dünyadaki birçok ülke gibi Hindistan da ilgili sektördeki ilk yatırımlarını hidroelektrik alanında yapmıştır. Hidroelektrik, ülkedeki en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Ancak son dönemlerde hidroelektrik enerjisinin toplam yenilenebilir enerji kapasitesi içindeki payı azalırken, diğer enerji kaynaklarının payı ise yükselmektedir. Modern tükenmeyen enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artması, rüzgar ve güneş enerjisi sektöründeki kapasiteyi önemli ölçüde artırmıştır. Rüzgar enerjisi için dünyanın en büyük beşinci kurulu kapasitesi olarak bilinen Hindistan, son sekiz yılda kapasitesini neredeyse üç katına çıkarmıştır. Güneş enerjisi, ülkenin geleceği açısından en önemli enerji kaynağı olarak görülmektedir. 2022'de 100 GW kapasiteye ulaşması beklenen Solar PV, son sekiz yılda 27 GW kapasite artışı göstermiştir (IRENA, Data&Statistics).

Yenilenebilir enerji kaynakları kapasitesindeki artış, bu sektöre yapılan yatırımları yansıtmaktadır. Sektöre yapılan yatırım yükseldikçe istihdam kapasitesinin de artması düşünülmektedir. 2050 yılında Hindistan'da düzenlenen bir senaryoda, enerji sektöründe 3,5 milyon insanın, yenilenebilir enerji sektöründe ise 3,2 milyon insanın istihdam edilebileceği

öngörülmektedir. Başka bir deyişle, 2050 yılına kadar yenilenebilir enerji sektörü, Hindistan genelinde şu anda fosil yakıt sektörünün yarattığından beş kat daha fazla iş fırsatı yaratabilecektir. Güneş enerjisi (2 milyon) ve biyokütle enerjisi (1,1 milyon) başlıca istihdam kaynaklarıdır (Jacobs ve diğerleri; 2019: 3). Tablo 5 Hindistan için yenilenebilir enerji istihdam verilerini sunmaktadır.

Tablo 5. Hindistan Yenilenebilir Enerji İstihdam Verileri (Bin)

YE Sektörü	2018
Güneş (FV)	114,8
Rüzgar	58,1
Biyo Yakıtlar	35,1
Hidroelektrik	347,1
Güneş (ısıtma/soğutma)	20,6
Katı Biyokütle	58
Biyogaz	85
Toplam	718,7

Kaynak: IRENA Data&Statistics, <https://www.irena.org/Statistics>

Hindistan'da yenilenebilir enerji ile ilgili işlerde çalışan 718,7 bin kişi bulunmaktadır. 2013 yılında ülkedeki yenilenebilir enerjide çalışan sayısı 391.000 olarak saptanmıştır. 2013 yılı verileri ile yapılan bir karşılaştırma, sektörün istihdam edilebilirliğini ortaya koymaktadır. Beş yıl içinde sektör 327.000 yeni iş yaratmıştır. Yenilenebilir kaynak işlerinin en fazla olduğu sektör hidroelektriktir, ancak güneş enerjisi ve biyoenerji ile ilgili sektörlerin gelecekte daha fazla işe sahip olması muhtemeldir. Binlerce hanenin elektriği bulunmamakta ve yüzbinlerce insan, özellikle kırsal kesimlerde yoksulluk sınırının oldukça altında yaşamaktadır. Dolayısıyla tükenmeyen enerji kaynakları, bir yandan yoksul kesimin elektrik ihtiyacını karşılayabilirken, öte yandan kırsal istihdama önemli katkılar sağlayabilecektir (IRENA, 2014).

4.4. Çin'in Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Asya, yenilenebilir enerji kullanımında en hızlı büyüyen bölgedir, bu bölgedeki birçok ülke (Çin, Japonya ve Hindistan gibi) enerji tüketimi için hala mineral yakıtlara güvenmektedir. Fakat elektrik, ısıtma/soğutma ve ulaşım sektörlerinde artan enerji talebi, bölgede çeşitli yenilenebilir enerji fırsatları sunmaktadır (REN21,2019a: 10). Çin, son dönemlerde etkileyici bir ekonomik büyüme elde ederek dünyanın en fazla enerji kullanıcısı ve sera gazı emisyonu üreticisi ülkelerden biri haline gelmiştir. İktisadi büyüme ile enerji kullanım oranının yüksek olması Çin yönetimini tükenmeyen enerji teknolojilerini isteklendirmek için yeni enerji politikaları kullanmaya itmiştir. Çin hükümeti, hem ulusal hem de yerel düzeyde uyguladığı sistematik politikalarla enerji ve kömür kullanımında dışa bağımlılığını azaltmayı hedeflemektedir (Kaya ve Bayraktar, 2019:167). Bu hedefe ulaşmak için 2010-2018 yılları arasında tükenmeyen enerji sektörüne 758 milyar ABD doları yatırım yapılmıştır (Kaya, 2020:6).

CNREC aracılığıyla 2019 yılında yayımlanan Tükenmeyen Enerji Görünüm Raporu'na göre, ülkedeki toplam enerji kullanımının %90'ını mineral yakıtlar oluşturmaktadır. 2050 senesine dönük enerji değişimi ile beraber mineral yakıtların toplam enerji kullanımındaki oranının %35'e kadar

düşmesi amaçlanmaktadır. Aynı zamanda 2050 senesinde elektrik üretiminin %49'luk kısmının rüzgâr enerjisinden, %24'lük kısmının ise güneş enerjisinden karşılanacağı beklenilmektedir. Bu enerji değişimlerinin makroekonomik sonuçlarının olması kaçınılmazdır. Enerji değişiminin; sektördeki tükenmeyen enerji üretim, yatırım ve istihdam imkanlarını arttırdığına inanılmaktadır (Kaya, 2020:6).

Solar Power Europe aracılığıyla 2019 senesinde yayımlanan rapora göre, Çin güneş enerjisinde tüm ülkeler içinde toplam %34'lük bir kapasiteye sahiptir. 2018 senesinde bilinen güneş enerjisi kapasitesine 44.5 GW'lık bir değer eklemiştir. Bu raporda Çin'de, 2023 senesine kadar kapasitesine 273 GW'lık yeni bir güneş enerjisi kapasitesi eklenebileceği ileri sürülmektedir. Bu sektöre özgü yeni yatırımların artması, istihdam imkanlarının gelişeceğine işaret etmektedir. Aynı şekilde rüzgar enerjisinde de bu gelişmelerin yaşanacağı öngörülmektedir. IRENA tarafından 2019 yılında yayımlanan "Rüzgarın Geleceği" isimli raporda ise karadaki rüzgar enerjisi kapasitesinin 2050 yılına kadar 2150 GW değerine çıkacağı tahmin edilmektedir. Öte yandan yerli açık deniz rüzgar enerjisinden yararlanmaya başlandığı söylenebilir. 2018'de 13 yeni açık deniz rüzgar projesine 11,4 milyar ABD doları harcadıktan sonra Çin, 2020'de devreye girmesi beklenen toplam 6,7 GW'lık 24 açık deniz rüzgar projesine 18 milyar ABD doları yatırım yapmayı planlıyor. Hem karada hem de denizde rüzgâr enerjisine artan yatırım, sektörde yeni işler yaratacaktır (Kaya, 2020:6).

Çin aynı zamanda dünyanın en büyük kurulu hidroelektrik kapasitesine sahip ülkesidir. Dünyanın hidroelektrik kapasitesinin %28'i bu ülkede bulunmaktadır. İlaveten 2018 yılında global kapasite artışının %35'i yurt içinde gerçekleşmiştir (REN21, 2019b: 86). Geleneksel tükenmeyen enerji kaynağı olan hidroelektrik santrallerinin inşası, kurulumu, işletilmesi ve bakımı sırasında pek çok istihdam yaratılmaktadır. 2018 yılına ait veriler incelendiğinde, dünyadaki hidroelektrik işgücünün %15'i Çin'de istihdam edilmektedir. Tablo 6'te Çin'in tükenmeyen enerji alanındaki istihdam verileri gösterilmektedir (Kaya, 2020:6).

Tablo 6. Çin Halk Cumhuriyeti YE İstihdam Verileri (Bin)

Yenilenebilir Enerji Sektörü	2018
Güneş (FV)	2.194
Rüzgar	510
Biyo Yakıtlar	51
Hidroelektrik	308,2
Güneş (ısıtma/soğutma)	670
Katı Biyokütle	186
Biyogaz	145
CSP	11
Jeotermal	2.5
Toplam	4.077,7

Kaynak: IRENA Data&Statistics, <https://www.irena.org/Statistics>

Çin'de 2010-2019 yılları arasında yenilenebilir enerji sektörüne 758 milyar ABD dolarlık yatırım yapılmıştır. Yapılan bu yatırımlar sektörde istihdam yaratmıştır. 2013 senesinde Çin'de bu sektörle ilgili işlerde 2.6 milyon civarı kişi istihdam edilirken bu oran 2018 yılında 4.1 milyon civarına yükselmiştir. Tükenmeyen enerji kaynakları arasında en fazla istihdam sağlayan sektör

güneş enerjisi sektörüdür. Yerel lojistik ağı ve ölçek ekonomileri, Çin'i güneş fv sektöründe dünyanın en büyük üreticisi haline getirmiştir. 2013 yılında Çin'de güneş enerjisinde yaklaşık 1,6 milyon kişi istihdam edilmiş ve 2018'de bu rakam 2,2 milyona çıkarak yaklaşık 600.000 yeni istihdam yaratmıştır (IRENA, 2014).

Çin'de güneş enerjisinden sonra en önemli kaynak olarak kabul edilen bir diğer sektör ise rüzgar enerjisi sektörüdür. Çin'de üretim yapan rüzgar santralleri çoğunlukla kendi ülkesindeki talebi karşılamaktadır. “Envision” adlı şirket, güneş enerjisi şirketlerine kıyasla dünya genelindeki rüzgar ekipmanı tedarikinden daha küçük bir pay alarak rüzgar enerjisi şirketleri arasında öne çıkmaktadır. Kara rüzgar enerjisine kıyasla daha yoğun teknoloji içeren ve daha fazla maliyet isteyen açık deniz rüzgar enerjisinin gelişmesiyle beraber gelecek yıllarda bu sektördeki istihdam imkanlarının artması beklenmektedir. Güneş termal kapasitesinde de dünya lideri olan Çin, sektörde 670.000 kişiyi istihdam sağlamaktadır. Dünya çapında 801.000 kişi güneş enerjisi sektöründe (ısıtma/soğutma) çalışmaktadır. Bu da sektördeki işlerin %83'ünün Çin'de yapıldığını göstermektedir (Kaya, 2020:6).

Çin'in enerji geçişinde 14. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2021-2025) önemli bir dönüm noktası olacaktır. Güneş ve rüzgar enerjisi üretiminde maliyetlerin düşürülmesiyle yeni santralin inşasına hız verilecektir. Güneş ve rüzgar enerjisi kapasitesine 2021-2025 yılları içinde yaklaşık olarak her yıl 53 GW ile 58 GW yeni enerji kapasitesinin eklenmesi öngörülmektedir. Bu olayın güneş ve rüzgar enerjisi sektöründeki istihdam imkanlarını iyileştirmesi beklenmektedir (CNREC, 2019: 3).

4.5.ABD'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Amerika Birleşik Devletleri dünyanın en büyük enerji üreticilerinden ve enerji tüketicilerinden biridir. Son dönemlerde, Amerika Birleşik Devletleri, özellikle kaya gazı (şeyl gazı) gelişiminin bir sonucu olarak, dünyanın önde gelen net ihracatçılarından ve enerji üreticilerinden biri haline gelmiştir. Teknolojik iyileşmeler, ABD enerji firmalarına geleneksel olmayan petrol ve gaz rezervlerini kullanma fırsatları yaratmıştır. Kaya gazı üretiminin artması, ABD enerji endüstrisini, Rusya Federasyonu ve Suudi Arabistan gibi geleneksel enerji üreticileriyle rekabet edecek hale getirdi (Guliyev, 2020: 2). Enerji harcamalarında ağırlıklı olarak mineral yakıtları kullanan Amerika Birleşik Devletleri, enerji harcamalarının %80,4'ünü mineral yakıt kaynaklarından, %11,3'ünü tükenmeyen kaynaklardan ve %8,3'ünü nükleer enerjiden sağlamaktadır (U.S. Energy Department, 2018).

Amerika Birleşik Devletleri, enerji politikası için mineral yakıtları kullanmaya devam ederken, yenilenebilir enerji sektöründe de çeşitli politikalar uygulamaktadır. Bu politikaların temel amaçları şunlardır: Kırsal alanlarda istihdam olanakları yaratarak sera gazı yayınımlarını en aza indirmek ve kırsaldaki gelirleri arttırmaktır (Herath ve Tyner, 2019:1). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tükenmeyen enerji iyileştirme politikası, ilk petrol krizinden sonra güneş enerjisindeki Ar-Ge araştırmalarını finanse etmek için çıkarılan yasalarla başlamıştır. Neredeyse 50 yıldır, tükenmeyen enerji hem merkezi hem de federal düzeylerde farklı teşvik önlemleriyle desteklenmektedir (Kaya, 2020: 14).

IRENA tarafından sunulan 2018 senesi verilerine göre ABD, tükenmeyen enerji kapasitesine sahip ikinci ülke konumundadır ve elektrik enerjisinin yaklaşık %20,5'ini bu kaynaklardan karşılamaktadır. Bu durum 2010-2018 dönemleri arasında ciddi artışlara yol açmıştır. ABD'nin tükenmeyen enerji kapasitesi 2018 yılında 249 GW seviyesine çıkmıştır. Bu yükselmenin en büyük

sebebi ise güneş ve rüzgar enerjisine yönelik yapılan yatırımlardır. 2010 ve 2018 dönemleri arasında güneş enerjisi kapasiteyi 50 GW, rüzgar ise 56 GW olarak arttırmıştır. FS-UNEP/BloombergNEF (2019) verilerine bakıldığında ise, 2018 yılında tükenmeyen enerjiye 46,5 milyar ABD doları tutarında yeni yatırım yapılmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri tükenmeyen enerji kaynakları konusunda hem yüksek bir kapasiteye hem de global dönüşüme liderlik etme potansiyeline sahiptir. Öte yandan, dinamik bir inovasyon kültürü bulunmaktadır. Girişimci bir iş dünyası, bol finansman olanakları ve yetenekli bir iş gücü ile karakterize edilen bir ülke konumunda olan ABD, doğru politikaları ve destek mekanizmalarını uyguladığında, 2030 yılına kadar tüm enerji tüketiminin %27'si yenilenebilir kaynaklardan elde edebilir. Bu potansiyelden faydalanılmak istenildiğinde, bu sektöre yıllık olarak 86 milyar ABD doları yatırım yapılması gerekmektedir (IRENA, 2015b: 2). Yenilenebilir enerji dönüşümü istihdam fırsatlarını doğurmaktadır. ABD'deki iş fırsatları özellikle rüzgar, biyokütle ve güneş enerjisi sektörlerinde yüksektir. Tablo 7 ülkeye göre yenilenebilir istihdama ilişkin verileri belirtmektedir (Kaya, 2020:6).

Tablo 7. ABD YE İstihdam Verileri (Bin)

Yenilenebilir Enerji Sektörü	2018
Güneş (FV)	225,4
Rüzgar	114
Biyo Yakıtlar	310,8
Hidroelektrik	66,5
Güneş (ısıtma/soğutma)	12,1
Katı Biyokütle	79,3
Biyogaz	7,0
CSP	4,8
Jeotermal	35
Toplam	854,9

Kaynak: IRENA Data&Statistics, <https://www.irena.org/Statistics>.

ABD'de 855.00 kişiye tükenmeyen enerji sektöründe dolaylı yada doğrudan olacak şekilde iş bulma imkanı tanınmıştır. Bu ülkede güneş, rüzgar ve biyokütle enerjisi olmak üzere üç sektörde en çok istihdam sağlanmaktadır. Sektörler içinde rüzgar enerjisi incelendiğinde 114.000 kişinin istihdam edildiği gözlemlenmiştir. Buradaki istihdamın büyük bir kısmını rüzgar türbinlerinin imalatında ve inşasında çalışanlar oluşturmaktadır. Dünya üzerinde en büyük rüzgar türbini üreticilerinden biri olarak bilinen General Electric (GE), ülkedeki yeni kurumların yarısından sorumlu olarak sektörde önemli bir paya sahiptir. Güneş enerjisi endüstrisi, son on yılda Amerika Birleşik Devletleri'nde önemli ölçüde büyüme gerçekleştirmiştir. Bu sektördeki büyüme istihdam artışını da beraberinde getirmiştir. 2013-2018 dönemleri içinde sektörde yıllık bazda yaklaşık %11 istihdam artışı sağlanmıştır (EESİ, 2019: 4). Yenilenebilir enerjiye yönelik çalışmaların çoğu biyokütle/biyoyakıt üzerine yapılmaktadır. ABD, biyokütle üreticilerinin yaptıkları yatırımları teşvik etmek için uzun dönemli bir politika çerçevesi oluşturmuştur. 2022 senesine kadar ülkedeki biyokütle miktarının yaklaşık 36 milyar ABD galonuna çıkacağı öngörülmektedir (Henley ve Fundira, 2019: 253). Biyokütlelerin üretimi ve tüketiminde ulaşım, tarım ve sanayi gibi bazı

sektörlerde çok sayıda insanın istihdam edilmesi, bahsedilen sektördeki iş imkanlarını arttırmaktadır. ABD, direkt ve endirekt işler olmak üzere biyokütle sektöründe 310,8 bin kişi çalıştırılmaktadır (Kaya, 2020:6).

4.6. Almanya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Almanya, tükenmeyen enerji politikalarına başlayan ülkeler arasında ilk sırada yerini almaktadır. Ülkenin enerjide dışa bağımlılığının yüksek olması ile birlikte kömüre yönelik üretimin yol açtığı çevre sorunları, farklı enerji kaynaklarına geçişi hızlandırmıştır. Öte yandan, nükleer enerjiden aşamalı olarak vazgeçmenin başlamasıyla birlikte, enerji geçişi siyasi düzeyde uzlaşmaya varmıştır (IRENA, 2015a: 15). 2018 yılı baz alındığında toplam enerji üretiminde tükenmeyen enerji kaynaklarının payı %16,5 iken, elektrik üretiminde tükenmeyen enerji kaynaklarının payı ise %38 olarak belirlenmiştir. İlk kez bu tarihte yenilenebilir enerjinin payı mineral yakıtlardan üretilen elektriğin payını geçmiştir. Bu iyileşmenin arkasında, piyasaya yönelik oluşan siyasi beraberlik, maliyetlerin önemli derecede düşmesi ve tükenmeyen enerji politikalarının başarısı bulunmaktadır (Kaya, 2020:4).

Ülkede enerji dönüşümü, tükenmeyen enerjiye yönelik yenilikçi süreçlerin ve iş imkanlarının artırılması adına kilit rol üstlenmektedir. Elektrik piyasasındaki dönüşüm ısı ve ulaştırma sektörüne yayılırken, ısı ve ulaştırma sektöründe tükenmeyen enerji kaynaklarına dayalı iş imkanlarının artması beklenilmektedir. Almanya temiz enerji kaynakları için yüksek hedefler belirlemiştir. Bu hedefler içinde tükenmeyen enerjilerin, 2050 yılına kadar toplam enerji tüketiminin %60'ından fazlasını ve elektrik tüketiminin ise %80'inden fazlasını karşılaması beklenmektedir. Uzun dönemli dönüşüm sürecinde atılacak her adım kaçınılmaz olarak yeni iş alanlarına yönelik imkanlar yaratacağı varsayılmaktadır. Tükenmeyen enerjini iyileşmesi birçok avantajı beraberinde getirir. Sera gazı emisyonlarını azaltmak, endüstri inovasyonunu teşvik etmek, yatırımı artırmak ve istihdam yaratmak bu faydalardan bazılarıdır. Ülkede temiz enerjiye yönelik taleplerin artması, öncelikle bakır, cam, çelik ve elektronik gibi pek çok sektörü etkisi altına almaktadır. Bugün, ülke çelik sanayisinin ana müşterileri, rüzgar türbinleri ve ekipmanları üreten şirketlerdir. Enerji geçişi, ülkenin birçok yerinde yeni tesislerin kurulması ve işletilmesi sırasında imalat ve hizmet sektörlerinde yeni iş imkanları sunmaktadır (BETD, 2019: 7).

Almanya, 2050 senesine kadar nükleer ve kömür enerjisi kullanımını aşamalı olarak kaldırarak enerji sistemini tümüyle dönüştürmeyi amaçlamaktadır (Hansen ve diğerleri, 2019: 1). Nükleer enerji ve kömür şu anda elektrik üretiminin yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Bu kaynakların tükenmeyen kaynaklarla değiştirilmesi, yenilenebilir enerji sektörünün iyileşmesine ve uzun dönemli yeni iş fırsatlarının oluşmasına yol açacaktır. Kömür madenciliği geçen yüzyılda Alman ekonomisinin esas direklerinden biri olmuştur ve bazı federal eyaletlerde hala lokomotif bir endüstri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, ekonominin önemli bir sektörü olan linyit, ciddi derecede iş imkanları sunmaya devam etmektedir. Bu sebeple, kömürden kademeli biçimde vazgeçmenin ekonomik ve sosyal sonuçları bulunacaktır (IEA, 2020a: 167). Terk edilmiş kaynakların kullanımı/ikame edilmesi, kaçınılmaz olarak yeni sanayi ve istihdam sektörleri yaratacaktır. Bu sebeple, Almanya'nın yenilenebilir enerjiye yönelik sektörlerinde uzun dönemli istihdamın ve kalifiye eleman talebinin artması beklenilmektedir (Kaya, 2020:4).

Yenilenebilir enerjiye yatırım uzun yıllardır küresel ölçekte yönetilirken, son dönemlerde Alman yatırımında azalma yaşandığı gözlemlenmiştir. 2018 senesinde sadece 7,5 milyar dolar yatırım yapılmıştır. Bu durum özellikle karadaki rüzgar enerjisindeki düşüşten kaynaklanmaktadır.

Öte yandan, güneş ve biyokütle enerjisinin kapasitesini artırmanın da bir sınırı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla son beş yılda bu sektördeki iş imkanlarının azaldığını gözlemlenmektedir. Yeni yatırımların azalması, teknolojik gelişmeye bağlı olarak otomasyon sistemlerinin artması, Çin'in güneş enerjisi sektöründeki pazar payının önemli ölçüde artması ve karada rüzgar enerjisinin azalması bu durumun ana nedenleridir. Öte yandan Almanya, yenilenebilir enerji gelişiminin ilk aşamasında bu alanda önemli devlet desteği sağlanmaktaydı. Yenilenebilir enerji sektörünün gelişimine yönelik azalan hükümet desteği, yeni yatırım ve istihdamdaki düşüşe neden olan bir başka faktördür. Aşağıdaki tablo 8'de, Alman yenilenebilir sektörü için istihdam verilerini gösterilmektedir.

Tablo 8. Almanya YE İstihdam Verileri (Bin)2

Yenilenebilir Enerji Sektörü	2013	2018
Güneş (FV)	56	29,3
Rüzgar	138	140,8
Biyo Yakıtlar	26	15,5
Hidroelektrik	13	4,6
Jeotermal	17	3,9
Katı Biyokütle	52	44,9
Güneş (ısıtma/soğutma)	11	4,5
Biyogaz	49	35,0
CSP	1	-
Toplam	371	284,8

Kaynak: IRENA Data&Statistics, <https://www.irena.org/Statistics>.

Almanya, rüzgar türbini ve ekipmanlarının üretimi ve dışa satım konusunda dünyanın önde gelen ülkelerinden biridir, bu sebeple rüzgar enerjisi, yenilenebilir enerji sektöründe en fazla istihdama sahiptir. Rüzgar türbinlerinin imalatı, montajı ve işletilmesinde ortaya çıkan iş alanları nedeniyle sektördeki iş fırsatları çoktur. 2013 yılından günümüze kadar rüzgar endüstrisinde önemli boyutlarda işsizlik durumu yaşanmamıştır. Ülkedeki yeni kurulumların sayısı büyük ölçüde artış göstermemiş ve dünyanın önde gelen şirketlerinin yurt dışına türbin ve ekipman ihraç etmesi nedeniyle istihdam kaybı güneş enerjisine oranla daha az olduğu gözlemlenmiştir (Kaya, 2020:4).

Çin firmalarının güneş enerjisi sektöründe yaptığı rekabetler, bu sektörü olumsuz yönde etkilemektedir. Fotovoltaik (FV) üretim yapan Alman firmalarının, Çinli firmalarla küresel yönde rekabet edebilmesi oldukça zor bir durumdur. Bu sebeple fotovoltaik dış satım olanakları nispeten sınırlıdır. Öte yandan, yeni yerli kapasitenin sınırlı gelişmesi de yerli üretimi azaltmaktadır. Bu sebeplerden dolayı fotovoltaik sektöründeki iş imkanlarında düşüşler yaşanmaktadır. 2013 senesinde 56.000 kişi fotovoltaik sektörde istihdam edilirken bu değer 2018 senesinde 29.000 kişiye düşerek sektörde 27.000 kişinin işsizlik problemiyle yüzleştiğini göstermektedir. Almanya'nın güneş enerjisi üretiminde Çin ile rekabetine dayanamadığı ve pazar payını oldukça kaybettiği söylenmektedir. Tükenmeyen enerji gibi diğer enerji sektörlerinde de istihdam kaybının yaşandığından bahsedilebilmektedir. Rüzgar enerjisi, global şirketlerin varlığı nedeniyle bu süreçten kayıpsız çıkmayı başarmış bir sektör olarak değerlendirilmektedir. Almanya'da yenilenebilir enerjideki iş kayıplarının geçici olması beklenilmektedir. 2050 hedefi çerçevesinde elektriğin %80'i tükenmeyen enerji kaynaklarından karşılanması gerektiği düşünülürken öte yandan

nükleer enerji ve kömür üretiminin %50'si elektrik üretiminde aşamalı olarak durdurmayı düşünen Almanya'da da istihdam fırsatlarının yeniden artması öngörülmektedir (Kaya, 2020:4).



5. TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARININ DURUMU

Son bölümümüzde yenilenebilir enerji teşvik politikası kavramı detaylı olarak açıklanmaya çalışılmış olup ilk olarak Türkiye'nin yenilenebilir enerji teşvik politikalarının SWOT Analizi yapılmıştır. Devamında ise seçilmiş ülkeler olan Brezilya, Hindistan, Çin, ABD ve Almanya'nın teşvik politikaları incelenerek Türkiye ile kıyaslaması yapılmıştır.

5.1. Yenilenebilir Enerjide Uygulanan Teşvik Politikaları

1980'ler ve 1990'lı yıllarda belirli sayıda ülke tükenmeyen enerjiyi isteklendirme stratejilerine sahipken, 1998 ve 2007 yılları arasında 22'si gelişmekte olan bir ülkede olmak üzere 66 ülke umut verici stratejilere sahiptir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde detaylandırılacak olan bu politikanın asıl amacı, tükenmeyen enerjinin toplam birincil enerji içindeki payının üretim oranını artırmaktır (REN21, 2008: 21).

Karbondioksitin sera gazlarının temel bileşeni olduğu düşünüldüğünde, karbon emisyonlarının indirgenmesi global bir endişe kaynağıdır. Bu durumda, örneğin tükenmeyen enerji kullanımının arttırılması ve teknolojik yeniliğin isteklendirilmesi gibi CO2 emisyonlarını minimize eden çeşitli önlemler alınabilir. Ayrıca hükümetler, tükenmeyen enerji üretimini iyileştirmek ve aynı zamanda enerji tasarrufu için enerjinin verimli kullanımını sağlamak amacıyla tarife garantileri, tükenmeyen enerji standartları ve vergilendirme planları gibi destekleyici teknikler kullanılmaktadır. (Abolhosseini vd., 2014: 3).

Güçlükler, fırsatlar ve benimsenen stratejiler bölgeler, ülkeler ve hükümet seviyeleri arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Artan tükenmeyen enerji seviyeleri ile politika yapıcılar yenilenebilir enerjiyi mineral yakıt, nükleer ve hidroelektrik için tasarlanmış mevcut enerji sistemlerine entegre etmeye başlamaktadır (REN21, 2018: 49). Diğer tükenmeyen enerji kaynaklarının hesaplanan girdi ve çıktı maliyetleri çoğunlukla yeni mineral yakıtların üretiminden daha yüksek kaldığından, bu tür kaynakları iktisadi olarak çekici hale getirmek için politik bir ihtiyaç vardır ve çoğu zaman desteğe ihtiyaç duyulmaktadır (IEA, 2013: 16).

Tükenmeyen enerji kaynakları artan sayıda ülkeler ve şartları giderek daha çekici bir hale getirmektedir. Kaynak açısından bölgelerdeki jeotermal ve hidroelektrik enerjiler günümüzde yeni mineral yakıt enerji tesisleri ile rekabet halindedir. Aynı zamanda büyük ölçekli bioenerji santralleri hammadde fiyatları ve stok seviyeleriyle ilişkili olarak rekabetçi bir konumdadır. Ayrıca en etkin teknolojileri içeren tükenmeyen enerjilerden, kara meltem ve fotovoltaiik üretim herhangi bir teşvik olmadan bazı piyasalarda rekabet edebilir seviyeye geldiği gözlemlenmiştir. Yararlı bazı rüzgâr enerjisi kaynaklarının bol olduğu piyasalarda yeni düzenlenecek fosil yakıt (kömür, petrol) ile çalışan enerji santrallerinin aksine rekabet gücü bulunan bir hale gelmiş elektrik üretim maliyeti mevcuttur (IEA, 2013: 16).

Politika yapıcılar tükenmeyen ulaşım, ısıtma, soğutma gibi teknolojileri iyileştirmek ve teşvik etmek amacıyla kamu finansmanı, hedefler, düzenlemeler ve vergi teşvikleri içeren tamamlayıcı stratejiler kullanmaya devam etmektedir. 2017 yılı sonlarında tükenmeyen enerji politikası amaçları olan ülke sayısı 176'dan 179'a yükselmiştir (REN21, 2018: 49).

Politika uygulama, maliyet düşürme ve teknoloji iyileştirme arasındaki etkileşim, enerji sektöründe hızlı bir değişime sebep olmakta ve politika yapıcılarının hem aktif hem de pasif yanıtlarını teşvik etmektedir. Birçok ülke, pazarlarını ve düzenleyici ortamlarını uyarlayarak,

yatırım için yenilikçi, kazançlı, esnek ve yeşil teknoloji opsiyonlarının dağıtımını kolaylaştırmak için tasarlanmış mekanizmalar sergilemektedir (REN21, 2018: 49).

Modern enerji hizmetlerine ulaşımı arttırmak adına, gelişmekte olan ülkelerdeki birçok karar alıcı, özellikle kırsal bölgelerde maliyetin düşük olması sebebiyle geleneksel merkezileştirilmiş güç ağlarının yaygınlaştırılmasına bir seçenek olarak tükenmeyen enerji katkılı mikro şebekelerin potansiyelini en üst seviyelere çıkarmak için mekanizmalar tasarlamaktadır (REN21 , 2018: 49).

Yenilenebilir enerjiye yönelik yerel taahhütler genellikle, yenilenebilir enerjinin iktisadi faydalarına ek olarak, küresel ısınmayı azaltma, yerel hava ve su kalitesini iyileştirme ve yerel istihdam yaratma potansiyelinden kaynaklanmaktadır (REN21, 2018: 49).

Yenilenebilir enerji, enerji üretimi, ısıtma, soğutma ve ulaşım için yenilenebilir teknolojilerin yaratılmasını sağlayarak karakterize edilir. Ulusal enerji güvenliğini ve iktisadi büyümeyi teşvik etmek, istihdam yaratmak, yeni endüstriler geliştirmek, emisyonları azaltmak, yerel kirliliği azaltmak ve uygun fiyatlı ve güvenilir enerji sağlamak gibi pek çok politika hedefini dünya çapında teşvik eder (REN21 , 2018: 20). Bu tükenmeyen enerji teknolojilerinin teşvikini sağlayan başlıca üç motivasyonu vardır: Bunlar; enerji güvenliği, iktisadi etkiler ve karbon emisyonunu indirmek şeklinde belirlenmektedir (Abolhosseini vd., 2014: 3).

Tarihi yenilenebilir enerji politikalarının çoğu 2017'de de uygulanmaya devam etmiştir. Dünya çapında birincil enerjide yenilenebilir enerjinin payını arttırmak, yenilenebilir enerji büyümesi, hedeflenen üretim kapasitesi ve kamu politikasının bir kombinasyonu tarafından yönlendirilmekte ve enerji teknolojisindeki gelişmelerle birlikte tükenmeyen enerjiye yönelik doğrudan politika desteği, yeniden enerji üretimine yoğunlaşarak ısıtma, soğutma ve ulaşım sektörlerinde geciken tükenmeyen teknolojileri desteklemektedir (REN21, 2018: 20).

Tükenmeyen enerji kaynaklarının global güç karışımında payını yükseltmesi sebebiyle tükenmeyen enerji gelişimi oldukça kompleks bir duruma gelmiştir. Politika belirsizlikleri bazı ciddi pazarlar için yatırım beklentilerini gölgelemektedir. Güneş panellerinin sağlam bir şekilde yerleştirildiği birkaç ülkede, makroekonomik karışıklıklarla yüzleşmenin yanında gerçekleştirilen vergi indirimleri ile beraber güneş enerjisi yatırımları daha dengeli bir hale gelmiş ve yükselişe geçmiştir. Bununla birlikte bazı kesimlerde değişen tükenmeyen modellerin oldukça yüksek penetrasyon sonucu oluşan entegrasyon zorluklarının da oluştuğu söylenmektedir. Aynı zamanda tükenmeyen enerji endüstrileri özellikle PV (fotovoltaik) güneş ve rüzgâr, daha konsantre bir oluşum ve konsolidasyon sürecine girmiştir (IEA, 2013: 15).

Tükenmeyen enerji kullanımının arttırılması sonucunda bir ülkenin enerji güvenliğinde meydana gelen gelişmeyle birlikte iktisadi büyümenin yükseltilmesi, istihdam oluşturulması, yeni endüstrilerin iyileştirilmesi, karbon emisyonlarının düşürülmesi ve tüm canlılar için hem ekonomik hem de güvenli enerjilerin sağlanması başta olmak üzere pek çok politika amacına yardımcı olmaktadır (REN21, 2018: 49). Tükenmeyen enerjide rekabetin ivme kazandığı görülmektedir ancak politika ve pazar sistemlerinin yatırıma yönelik kilit öneme sahip olması beklenilmektedir. Destekleyici politika sınırlarının beklenen uzun dönemli uygulanabilirliği, benimseme ivmesinin sürdürülmesinde kilit bir rol oynayacaktır (IEA, 2013: 15).

Tükenmeyen enerji politikaları, mineral yakıt sübvansiyonları ya da karbon vergisi mekanizması gibi daha kapsamlı enerji sektörü politikalarının yalnızca bir bileşimidir (REN21, 2018: 49). Etkin enerji ile çevre politikalarını planlamak için politika yapımcılarının enerji kullanımı ve iktisadi büyüme arasındaki bağlantıyı anlamaları büyük önem taşımaktadır (Öztürk, 2010: 347).

Yukarıda detaylı olarak açıklanan tükenmeyen enerjinin, birincil enerji arzındaki payını yükseltmek ve kazancına ortak olmak her ülke için ana hedeflerden biridir. Bu tür teşvikler belirli mekanizmalarla sağlanabilmektedir. Bu teşvik politikası türlerini Eser ve Polat (2015) çalışmalarında, düzenleyici ve mali teşvik adı altında iki başlıkta incelemiştir.

5.1.1. Düzenleyici Yenilenebilir Enerji Teşvik Politikaları

Tükenmeyen enerjinin önünde mineral ve nükleer yakıtlara yönelik desteklemeler beraberinde geleceğe yönelik maliyeti üzerine herhangi bir değerlendirmeye tabi tutulmaması, kısmen küçük yatırımcıların kamusal şirketlerinin muhalefeti ile rastlaşması, daha önemli merkezi çözümler için hükümet tercihi gibi problemlerle karşılaşmaktadır. Ayrıca tükenmeyen enerji kaynaklarının yönetiminde yönetim tecrübesi yetersizliği, yatırım riski ya da bulanıklık gibi konularda eklenmektedir. Bunların yanında düzenleyici ve kurumsal sorunları da içermektedir. Bunun gibi etkenler tükenmeyen enerji kaynaklarının pazara yayılım şartlarını zayıflatmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise yukarıda bahsedilen ifadelerle ilaveten uzak kesimlere üretilen enerjiye uzun ulaşım yolları, verimsiz ulaşım ile iletişim altyapısı, eğitimli eleman yetersizliği gibi zorluklar oluşmaktadır. Aynı zamanda siyasi, düzenleyici ve piyasa istikrarına ilişkin belirsizlikler nedeniyle gelişmekte olan ülkelerde tükenmeyen enerji projelerine yatırım yapma riskleri yüksektir. Bu engeller hayati öneme sahip yenilenebilir enerji üretimini engellemektedir ve bunları aşmak için adımlar atılmalıdır (Mendonça, 2009: 13-14).

Karbon vergileri, sera gazı yayınımlarını düşürmenin bir yoludur ancak birçok devlet yeteri kadar katı olmadıkları için yeni enerji kaynaklarının iyileştirilmesinde özel yatırımları çoğaltmak için pozitif destek önlemleri uygulamaktadır. Yukarıda bahsedilen koşullar incelendiğinde düzenleyici tükenmeyen enerji politikalarının iyileştirilmesi, ilgili ülkeler için elverişli politikaların uygulanması ve sonuçların çıkarılması gerektiği gözlemlenmiştir. Bu durumda bazı yazarlar çalışmalarında genellikle düzenleyici politikalardan, prim garantisi, sabit fiyat garantisi (FIT), kota uygulamaları, yenilenebilir enerji sertifikaları (REC) gibi çeşitli konular üzerinde durmuştur. Bu politika katkıları kısaca ifade edilecek olursa;

Teşvik tarifeleri ya da FIT (sabit fiyat getirisi) olarak bilinen tükenmeyen enerji standartları bakımından küresel çapta en kapsamlı olanı yenilenebilir enerji destek politikasıdır (Cox ve Esterly, 2016: 1). Bu politika aracı tükenmeyen yeşil elektriği şebekeye devretmek için uzun vadeli alım sözleşmeleri sunarak tükenmeyen enerji yatırımlarını cazip kılan bir faktördür. FIT politikası, öğrenmeyi isteklendirerek ve yeşil teknolojilerin yaygınlaştırılmasını hızlandırarak tükenmeyen enerji maliyetini indirgemeyi amaçlamaktadır. Bu sisteme göre devlet, pazar fiyatının üstünde saptanan tarifelerden tükenmeyen enerjiyi satın almaktadır. Sonuç olarak, politikanın başarısı veya başarısızlığı tarifelerin geçen süre zarfında nasıl ayarlandığıyla ve belirlendiğiyle ilişkilidir. Avrupa'nın bazı kesimlerinde farklı biçimlerde uygulandığı görülmektedir (Alizamir vd., 2016: 52).

Enerji üreticilerine FIT politikaları uzun dönemli anlaşmalar sunarak belirli tükenmeyen enerji kaynaklarının aşırı olan maliyetlerini gidermektedir. Fiyat esaslı bir araç olan FIT'ler genellikle belirli enerji kaynağı düzeyinde uygulanır ve ülkeden ülkeye farklı şekilde ayarlanmaktadır. Özellikle belirli bir tükenmeyen enerji teknolojileri için enerji üreticilerinin fiyatını elektriğin pazar fiyatının üzerinde sabitleyen bir rejimdir. Tipik olarak her bir enerji kaynağı için uyarlanır ve belirli bir kaynak için diğer kaynaklara ve fosil yakıt teknolojilerine kıyasla üretim maliyetlerindeki farklılıkları dengeleyebilir. FIT politikaları geliştiren hükümetler bu

nedenle daha az gelişmiş teknolojilerin benimsenmesini artırmayı hedefleyebilir. (Criscuolo ve diğerleri, 2014: 8-9).

Tükenmeyen enerji sertifikaları ise FIT'lerin yanı sıra düzenleyici politikada en yaygın kullanılan sistemlerden biridir. Fiyata dayalı FIT politikasının tersine tükenmeyen enerji sertifika politikası miktar esaslıdır. Araç, büyük şirketler tarafından üretilen güç miktarını yükseltmeyi amaçlamaktadır. Bu sistem enerji tedarikçilerinin tükenmeyen enerji paylarını elektrik paylarına dâhil etmelerini gerekli kılmaktadır. Üretilen her bir enerji birimi için ticari sertifika alırlar. Bunlar ayrıca ticari yeşil sertifikalar olarakta adlandırılmaktadırlar. FIT'ın tersine, kullanım yeri daha çok özel pazarlardır. Bu sebeple artan rekabet yoluyla farklı teknoloji çeşitlerinin ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadırlar (Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 881). REC'ler, kamu hizmetlerinin elektriğinin bir yüzdesini uygun yenilenebilir kaynaklardan sağlamasını gerektirir. Bu durum yenilenebilir enerji kaynakları için farklıdır, çünkü REC'ler, tedarikçiler tarafından yenilenebilir enerji alımlarını belgelemek için verilir. REC'ler için önemli problemlerden biri, olgun yenilenebilir enerji teknolojilerinin beklenen faydalarıdır (Criscuolo ve diğerleri, 2014: 8-9).

Prim garanti programları, enerji piyasasında üreticilere satılan yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen gelirlere ek olarak güvenceli bir prim öder. Bu sistem özellikle son yıllarda ivme kazanmaya başlamıştır. Danimarka ve Hollanda'da birincil destek aracı olarak uygulanmaktadır. Bazı ülkelerde, sigorta primleri sabit fiyat garanti planları ile birlikte çalışır, ancak genel olarak ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilir. Ülkeler için güvenli ek gelir sağlamanın yanı sıra, enerji fiyat risklerine yakalanma kondisyonu da bulunmaktadır (Kanellakis vd. 2013: 1022).

Kota uygulamaları ise öncelikle Japonya, Birleşik Krallık ve ABD'de uygulanmaktadır. Bu uygulamada tükenmeyen enerji fiyatını saptamak yerine bir kota uygulaması yoluyla dağıtılan enerji miktarını belirlemek olmaktadır. Kotalar uygulandıktan sonra, belirli miktarda yeşil elektrik üretmek için sertifikalar satın alınır. Bu sertifikalar hem alınıp satılmakta hem de gelecekte değiştirilebilmektedir. Uygulanan bu deneysel çalışmalar kota uygulamalarının daha yüksek bir maliyette olduğunu ve çok daha az miktarda tükenmeyen enerji ürettiğini doğrulamaktadır (Mendonça, 2009: 15).

5.1.2. Mali Teşvikleri İçeren Yenilenebilir Enerji Politikaları

Uygulanan vergi teşvikleri, sübvansiyon ve hibe ile tükenmeyen enerji kaynaklarına duyulan önem yükseltilmeye çalışılmaktadır (Eser ve Polat, 2015: 2017). Vergi muafiyetleri birçok ülke tarafından tükenmeyen enerji kullanımlarını arttırmak için finansal bir teşvik olarak kullanılmaktadır. Tükenmeyen enerji aracılığıyla üretilen gücün; yatırım, üretim ve tüketim gibi birçok alanda vergi kredileri mevcuttur. Ayrıca tükenmeyen enerjiyi isteklendirmeyi planlayan politikalar, tükenmeyen enerji dağıtımının piyasaya girmesini kolaylaştırmak adına yenilenebilir araç gereç satın alma ve kurulumunda vergi kredileri kullanılabilir (Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 880).

5.2. Türkiye'de Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları

Türkiye'de yenilenebilir enerji teşvik politikalarının başlangıcı 2005 yılına kadar gitmektedir, ancak genel olarak 2010'dan bu yana getirilen yeni düzenlemeler yenilenebilir enerji trendine ivme kazandırmıştır. Pek çok gelişmiş ülkeyle karşılaştırıldığında Türkiye, teşvik ve yatırım çalışmalarının uygulamasında geri kalmış gibi görüne de bol miktarda yerli ve yeşil enerjide

egemen olan Türkiye açısından hem çevresel hem de daha yaşanılabilir bir Türkiye için bahsedilen politikaların korunması, kullanım alanlarının genişletilmesi, iktisadiyi, çevreyi ve ülke vizyonunu pozitif yönde etkileyecektir. Bu bölüm, Türkiye'de daha fazla kullanım alanı bulan teşvikleri ve yatırımları detaylandırmaktadır. Birinci sırada sabit fiyat garantileri, lisanssız üretim ve mali teşvikler (KDV muafiyetleri, gümrük muafiyetleri vb.) gelmektedir (Yılmaz ve Hotunoğlu, 2015: 83).

5.2.1. Sabit Fiyat Garantisi

Türkiye’de 2005 senesinden beri yaygın olarak kullanılan sabit fiyat garantisi (SFG), YEK Kanununun ilk versiyonunda bütün tükenmeyen kaynaklar için 5,5 Euro Cent/kWh olarak saptanmıştır. Fakat saptanan bu miktar pazar fiyatının altında kalmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanunu'nda yer alan SFG tarifeleri, ikincil düzenleme eksikliği ve pazara uygun olarak belirlenen düşük tarifeler sebebiyle yenilenebilir enerji alanında istenilen düzeyde yatırımın gerçekleştirilmesini engellediği için 2010 yılının son çeyreğinde kabul edilen 6094 sayılı Kanun'da YEK Kanunundaki SFG tarifeleri büyük oranda arttırılarak kaynaklara göre değiştirilmiştir. 18 Mayıs 2005 - 31 Aralık 2015 tarihleri arasında faaliyette olan ve olacak YEKDEM uygun üretim lisansı sahipleri için (30 Haziran 2021 2949 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı) 30 Haziran 2021 tarihinden itibaren Tablo 3.1 USD'deki fiyatlar 10 yıl için geçerli kılınmıştır. 1 Temmuz 2021'den itibaren, Tablo 9'daki TL fiyatlandırması, 31 Aralık 2025'e kadar 3453 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile faaliyet gösteren YEK sertifikalı üretim tesisleri için 10 yıl boyunca geçerli olacaktır.

Tablo 9. YEKDEM Sabit Fiyat Garantisi Tarifeleri

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD doları cent/kWh) (30/06/2021 tarihine kadar)	Uygulanacak Fiyatlar (TL/kWh) (01/07/2021 tarihinden itibaren)
a) Hidroelektrik üretim tesisi	7,3	0,4
b) Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3	0,32
c) Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5	0,54
ç) Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (Çöp gazı dâhil)	13,3	Çöp gazı: 0,32 Biyometanizasyon: 0,54 Termal bertaraf: 0,50
d) Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3	0,32
e) 5 Ekim 2019 tarihinden itibaren isteğe bağlı bağlantı sözleşmesi almaya uygun tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik lisanssız elektrik üretim faaliyetleri kapsamındaki tesisler	EPDK tarafından TL Kuruş/kWh olarak bildirilen kendi abone grubu için tek seferlik aktif perakende enerji maliyeti	

Kaynak: 6094 Sayılı Kanun (Değişik:25/11/2020-7257/22 md.), 3453 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı.

6094 sayılı yasa, yerli araç gereçlerin üretimini iyileştirmek için tarifelere ek uygulamalar getirilmiştir. Bu nedenle, tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik üretim tesislerinde kullanılan ve 31 Aralık 2015 (BKK no 2013/5625 ve 31 Aralık 2020) tarihinden önce faaliyete geçen lisanslı

tüzel kişilere ait makine ve/veya elektrikli makinelerin yurtiçinde üretilmesi gerekmektedir. Bu santraller tarafından üretilen ve santralin işletmeye alınmasından itibaren beş yıl süreyle elektrik şebekesine veya dağıtım şebekesine verilen elektrik enerjisi için I sayılı cetvelde (Tablo 4.1) gösterilen fiyatlar geçerliken, Kanuna Ek II sayılı cetvelde listelenen fiyatlarda ilave edilecektir (Tablo 10). 1 Temmuz 2021'den 31 Aralık 2025'e kadar, 3453 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile faaliyet gösteren YEK belgesine sahip üretim tesisleri için Tablo 10'daki TL fiyatlandırması beş yıl süreyle geçerli olacaktır (Kaplan, 2021: 106).

Tablo 10. YEKDEM Yerli Katkı İlave Tarifeleri

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı Fiyatları (ABD doları cent/kWh) (30/06/2021 tarihine kadar)	Yerli Katkı Fiyatları (TL/kWh) (01/07/2021 tarihinden itibaren)
A) Hidroelektrik üretim tesisi	1) Türbin	1,3	
	2) Jeneratör ve güç elektroniği	1,0	0,08
B) Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	1) Kanat	0,8	
	2) Jeneratör ve güç elektroniği	1,0	
	3) Türbin kulesi	0,6	0,08
	4) Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç)	1,3	
C) Fotovoltaik (PV) enerjiye dayalı üretim tesisi	1) PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekanik imalatı	0,8	
	2) PV modülleri	1,3	
	3) PV modülünü oluşturan hücreler	3,5	
	4) İnvertör	0,6	
	5) PV modeli üzerine güneş ışınımı odaklayan malzeme	0,5	0,08
D) Yoğunlaştırılmış enerjiye dayalı üretim tesisi	1) Radyasyon toplama tüpü	2,4	
	2) Yansıtıcı yüzey levhası	0,6	
	3) Güneş takip sistemi	0,6	
	4) Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3	
	5) Kulede güneş ışınımı toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4	
	6) Stirling motoru	1,3	
	7) Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekanik	0,6	
E) Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1) Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8	
	2) Sıvı veya gaz yataklı buhar kazanı	0,4	
	3) Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6	
	4) Buhar veya gaz türbini	2,0	0,08
	5) İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9	
	6) Jeneratör ve güç elektroniği	0,5	
	7) Kojenerasyon sistemi	0,4	
F) Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1) Buhar veya gaz türbini	1,3	
	2) Jeneratör ve güç elektroniği	0,7	0,08
	3) Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7	

Kaynak: 6094 Sayılı Kanun, 3453 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı.

2020 yılında 821 santral YEKDEM mekanizmasından yararlanmıştır ve bu katılımcıların kurulu gücü 21.146.1 MW'dir. 2020 yılında YEKDEM katılımcılarının üretimi 2019'a göre %4,2

azalarak 73,48 TWh'ye ulaşmıştır. Bunun %40,4'ü hidroelektrikten ve %28,3'ü rüzgar enerjisinden sağlanmıştır. 2020 yılında yaklaşık YEKDEM fiyatı 2019 yılına göre %27,2 yükselişle 630,4 TL/MWh olmuştur (EPDK, 2021a:VIII).

5.2.2. İhale Uygulaması

2016 senesinde yayınlanan YEKA Yönetmeliği, ihale usul ve esaslarını tanımlamıştır. Bundan ötürü kamusal ve devlete ait taşınmazlar (hazine taşınmazı) ile özel mülkiyete ait mülklerde büyük ölçekli YEKA (tükenmeyen enerji kaynak alanları) yapılacaktır. Aynı zamanda YEKA açısından incelenmesini sağlamak için YEKA bağlantı kapasite tahsis ihalesi (yarışma) yapılacaktır. YEKA İntifa Hakkı Sözleşmesi boyutunda özgülünen kapasitenin minimum %70'inin YEKA biçiminde yorumlanması esastır. YÜKT (Yurt İçinde Üretim Karşılığı Tahsis) ve YMKT (Yerli Malı Kullanım Karşılığı Tahsis) kapsamında YEKA, yerli parça üretmek ve kullanmakla yükümlüdür (Kaplan, 2021: 108).

YEKA yönetmeliğine göre, YMKT ve YÜKT boyutunda YEKA'lar adına alınan enerji üretim lisanslarının 30 yıl gibi bir süresi olup, bu zaman sonunda arazi kullanım hakkını veren ilgili kuruluşun kanunlarına göre işlem oluşturulur. YEKA tarafından üretilen elektrik enerjisi, anlaşmada ifade edilen süre zarfında ve YEKA Kullanım Hakkı Sözleşmesinde geçen fiyat üzerinden YEKDEM çerçevesinde yorumlanır. Mücbir sebepler dışında hiçbir sebepten ötürü süre uzatımı veya fiyat artışı yapılmaz.

Tüm tükenmeyen enerji kaynakları için bir ihale prosedürü mevcuttur. Ancak bugüne kadar YEKA programı çerçevesinde yalnızca güneş ve rüzgar enerjisi ihaleleri yapılmıştır. Türkiye'nin ilk YEKA ihalesi, Konya Karapınar'da kurulacak olan 1.000 MW kapasiteli güneş enerjisi santrali (GES-1) için Mart 2017 tarihinde yapılan ihaledir. En yüksek teklifi kWh başına 8,00\$/cent düşen GES-1 ihalesi, kWh başına 6,99\$/cent düşen en düşük teklif olan ihaleyle sonuçlandırılmıştır. Kazanan şirket tarafından inşa edilen santralin üretilen elektrik enerjisi, 15 yıl içinde teklif sunulan satın alma fiyatı garantisi üstünden karşılanacaktır. Spesifikasyon, ilk 500 MW için %60 ve ikinci 500 MW için %70 yerelleştirme oranını hedeflemektedir. Proje içeriğinde, Türkiye'de senede en az 500MW güneş enerjisi modüllü üretim kapasitesine sahip bir solar panel fabrikası oluşturulacak ve Karapınar YEKA'da 10 yılda 1000MW bağlantı kapasitesi verilecek. Kurulan santral senede 2,5 milyar kWh elektrik üretecek ve 1 milyonu aşkın hanenin ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşılayacaktır (ETKB, 2021i).

1000 MW kurulu güce sahip bir RES için Türkiye'de ilk YEKA rüzgar türbini ihalesi (RES-1) 3 Ağustos 2017 tarihinde yapılmış ve 26 Şubat 2018 tarihinde YEKA Kullanım Hakkı Sözleşmesi imzalanmıştır. Maksimum fiyatı kWh başına 7 \$/cent olarak sunulan bir teklif, kWh başına 3,48 \$/cent ile en iyi teklif tarafından kazanıldı. Bu fiyatla kazanan konsorsiyum, 15 yıl satın alma garantisi ve 49 yıl lisans hakkı kazanmıştır. Eskişehir'de 50 MW, Kırklareli'nde 406 MW, Sivas-Gürün'de 90 MW, Edirne'de 294 MW ve Sivas-Kangal'da 160 MW olmak üzere toplamda 1.000 MW rüzgar yatırımı ile beş farklı RES kurulumu gerçekleştirecek ve bu kurulumlar işletilecektir. İnşa edilecek tüm RES'lerde, ulusal sertifikalara ve istenen yerli katkı oranlarına sahip rüzgar türbinleri ve türbin saha bileşenleri kullanılacak ve minimum %65 yerli içerikle rüzgar türbinlerini üretecek fabrikalar kurulacaktır (ETKB, 2021i).

Toplam kurulu gücü 1000 MW olan bir RES projesi için ikinci YEKA RES ihalesi (RES-2) 30 Mayıs 2019 tarihinde yapılmıştır. Rüzgar potansiyeli oldukça yüksek olan Balıkesir, Çanakkale, Aydın ve Muğla, her biri 250 MW kurulu güce sahip rüzgar türbini alanları olarak belirlenmiştir.

Tavan fiyatın kWh başı 5,5 \$/cent şeklinde saptanan ihalelerde, Balıkesir bölgesi için 3,53 \$/cent, Çanakkale bölgesi için 3,67 \$/cent, Aydın bölgesi için 4,56 \$/cent ve Muğla bölgesi için 4 \$/cent ile minimum teklif sunan katılımcılar belirtilen ihaleyi kazanmışlardır. Bu şirketler dört bölgede toplam 1 milyar dolarlık yatırım yapacaklardır. Santralin onay süresi inşaat süresi dahil 49 yıl, kabul garantisi ise 15 yıldır. RES, 1,2 milyon hanenin yıllık elektrik ihtiyacını karşılayacak en az 3,5 milyar kWh yıllık üretim kapasitesine sahip olacaktır (ETKB, 2021i).

Dördüncü bir YEKA kullanımı YEKA GES-3 (Mini YEKA GES) solar enerjiye yönelik olarak YMKT metoduna göre gerçekleştirilecektir. Solar enerji kaynağına yönelik seçilen 36 şehirde yaklaşık 1000 MWe gücündeki bağlantı kapasitelerini ve yayımlanacak YEKA özgüllemeleri için her biri 10 MWe, 15 MWe ve 20MWe biçimde 74 farklı YEKA ihalelerinin yapılması kesinleştirilmiştir. Rekabetçi ihale, 3 Temmuz 2020 tarih ve 31174 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış ve 8 Mart 2021 ile 12 Aralık 2021 tarihleri arasında 132 firmadan 709 başvuru almıştır (ETKB, 2021i).

5.2.3. Lisanssız Üretim

Yatırımcıları tükenmeyen enerji pazarına çekmek amacıyla kullanılan başka bir ciddi isteklendirme sistemi, küçük enerji santralleri için lisanssız üretim hakkıdır. 2013 senesinde duyurulan Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği'ne göre elektrik enerjisinin üretim, iletim, dağıtım, ihracat, ithalat gibi pek çok uygulamaları için lisans edinilmesi zorunludur. Fakat kurulu gücü en fazla bir megavat ya da Bakanlar Kurulu hükmüyle belirlenmiş azami kurulu güce kadar olan tükenmeyen enerji kaynaklarına dayalı santraller ile ürettiği enerjinin hepsini iletim ya da dağıtım sistemine vermeden faydalanan, tüketimi ve üretimi ortak ölçüm noktasında bulunan tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik üretim tesisleri lisans ve ön lisans alma ile şirket kurma sorumluluğundan muaf tutulmuştur (Kaplan, 2021: 110).

2019 yılında çıkarılan Elektrik Piyasalarında Lisanssız Üretim Yönetmeliği, tükenmeyen kaynaklardan elektrik enerjisi üreten gerçek veya tüzel kişiler tarafından elektrik üretimi yapıldığında ön lisans ve lisans alma zorunluluğundan muaf tutulmuştur. Ayrıca, aylık faturalandırma, her fatura döneminde şebekeye sağlanan fazlalığı 10 kW'a indirmiş ve YEKDEM çerçevesinde mevcut elektrik şirketlerinin çıkarlarına göre belirlediği tek fiyattan 10 yıllık bir süre içinde 10 kW'a kadar elektrik enerjisinin satın alınmasını sağlamıştır (Kaplan, 2021: 110).

TEİAŞ tarafından çıkarılan kurulu güç raporuna göre, Türkiye'nin 2020 yılında lisanssız kurulu gücü yıllık %8,1 artışla 6.823,50 MW'a ulaştı. Bunun %91,7'si (6,257,6 MW) güneş enerjisi santrallerinden gelmektedir.

5.2.4. Arazi ve İletim Sistemi Kullanım Bedeli Teşvikleri

5346 sayılı kanunun 8. Maddesindeki karara göre, 31 Aralık 2025 tarihine kadar sektöre girecek olan Kanun çerçevesindeki tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik üretim tesislerinden, lisans başlangıcından itibaren ilk 10 yıl süresince işletme ve yatırımların kira ve intifah hakkı ile kullanma izin harcına %85 indirim yapılmaktadır. Orman köylüleri için imar geliri, ağaçlandırma veya erozyon kontrolünden elde edilen gelir alınmamaktadır. Ayrıca, bir hidroelektrik santralının baraj alanında yer alan, kanun sınırları içinde Devlet Hazinesi'ne ait olan ve Devlet kontrol ve tasarrufunda bulunan gayrimenkuller için Maliye Bakanlığınca düzenlenen ücretsiz kullanım izni verilmektedir. Öte yandan 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun süreli 4. Maddesinin birinci bendi kararlarına göre, 31 Aralık 2025 tarihine kadar geçen sürede ilk defa işletmeye yönelecek

Üretim lisansına sahip kuruluşlara, üretim tesislerinin işletmeye alınmasından başlayarak 5 yıl süreyle sistem kullanım karşılığı olarak %50 indirim yapılacaktır (Kaplan, 2021: 110).

5.2.5. Harç ve Damga Vergisi Teşvikleri

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunun süreli 4. Maddesi kararlarına istinaden 31 Aralık 2025 tarihine kadar geçen sürede ilk defa üretim sertifikasına sahip firmalara, üretim yapan fabrikaların yatırım döneminde, ilgili fabrikaların gerçekleştirdiği eylemler, harçtan ve düzenlenen evraklar damga vergisinden muaftır. Buna ek olarak 31 Aralık 2025 tarihine kadar ön lisans eğitimini tamamlamış ve üretim tesisi amak isteyen yatırımcıların ön lisans eğitiminin geçerlilik süresi dahilinde kuracağı tesiste aynı ayrıcalıklara sahiptir (Kaplan, 2021: 111).

5.2.6. Biyoyakıt Zorunlukları ve TV Muafiyeti

2012 senesinde yayımlanan Benzin Türlerine Etanol Harmanlaması Hakkında Tebliğde ne sürülen harmanlama zorunluluğuna göre, 1 Ocak 2013 tarihinden başlayarak, rafinerici (arıtmaevi) lisansına sahip kişiler vasıtasıyla kara tankerlerini doldurma üniteleri aracılığıyla iletilen benzin çeşitlerinin minimum %2 (V/V), 1 Ocak 2014 tarihinden beri ise minimum %3 (V/V)'lik bir oranla yerli ziraat mahsullerinden oluşturulmuş etanol içermesi zorunludur. Aynı zamanda 2017 yılında düzenlenen Tebliğdeki bazı değişimlere göre dağıtıcı lisansına sahip kişiler aracılığıyla bir sene içinde, kara tankeri dolum üniteleri dışında rafinericiden elde edilen ve dışalım yapılan benzin çeşitlerinin toplamına, en düşük %3 (V/V)'lik bir oranla yerli ziraat mahsullerinden oluşturulmuş etanolün karıştırılmış olması zorunludur (Kaplan, 2021: 111).

2018 senesinden itibaren yürürlükte olan Motorin Türlerine Biyodizel Harmanlaması Hakkında Tebliğ ile, dağıtıcı lisansına sahip kişiler aracılığıyla, bir sene içerisinde, dışalım yapılan ve kara tankeri dolum üniteleri dışında rafinericiden elde edilen mazotun toplamına, en düşük %0,5 (V/V) oranında yerli ziraat mahsulleriyle birlikte biodizelin karıştırılmış olması zorunludur. Aynı zamanda 4 Nisan 2005 tarihi ve 2005/8704 sayılı Kabine Kararı ile, yerli ziraat mahsullerinden temin edilen biyoetanol ile harmanlanmış benzin teslimlerinde, zel Tüketim Vergisi (ÖTV) Kanunu'nun 12. maddesine göre %2 oranına kadar TV indirimi getirilmiştir (Kaplan, 2021: 111).

Ayrıca 31.12.2013 tarihinde yayımlanan TV Genel Tebliği (Seri No: 29) ile, Türkiye'de yetiştirilen ziraat mahsullerinden ya da Türkiye'de biriktirilen bitkisel kökenli atık yağlardan elde edilen oto biodizel ile mazotun karıştırılması sonucu üretilen oto biodizelli mazotun teslimlerinde %2 oranına kadar TV indirimi getirilmiştir (Kaplan, 2021: 111).

5.2.7. Yatırım Teşvik Programları

Türkiye'nin 2012 yılının Nisan ayı içinde halka açılan yeni Yatırım Teşvik Programı, 15.06.2012 yılı ile 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar'la faaliyete geçmiş ve temin ettiği destekler, 01.01.2012 yılından itibaren başvurmak şartıyla teşvik ruhsatına bağlanan bütün yatırımlar adına geçerli kılınacaktır (Kaplan, 2021: 111).

Tablo 11. Yatırım Teşvik Programı Uygulamaları

Destek Unsurları	KDV İstisnası	Gümrük Vergisi İstisnası	Vergi İndirimi	Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği	Gelir Vergisi Stopajı Desteği*	Sigorta Primi (İşçi Hissesi) Desteği*	Faiz Desteği**	Yatırım Yeri Tahsisi
Genel Teşvik Uygulamaları	✓	✓			✓			
Bölgesel Teşvik Uygulamaları	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Büyük Ölçekli Yatırımların Teşviki	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Stratejik Yatırımların Teşviki	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓

*6. Bölgede elde edilen yatırımlar için uygulanır.

** Bölgesel Teşvik Uygulamalarında 3., 4., 5. veya 6. Bölgelerde yatırım yapılması durumunda sunulmaktadır.

Kaynak: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Yatırım Teşvik Uygulamaları. Haziran 2021.

Yatırım Teşvik Sistemi; Tablo 11’de de görüldüğü üzere 4 temel başlıktan oluşmaktadır. Bunlar; Genel Teşvik Uygulamaları, Bölgesel Teşvik Uygulamaları, Büyük Ölçekli Yatırımların Teşviki Ve Stratejik Yatırımların Teşviki. Yatırımcılar mevduatın büyüklüğüne, sektörüne, lokasyona ve üretilecek mal ve hizmetlere uygun hibe başvurusu kapsamında destek olabilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar yerel ve genel yatırım teşvik programlarından yararlanabilecektir. Faaliyetler ile bu faaliyetler kapsamında sağlanan destekler aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

- ✓ **KDV İstisnası:** Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında ulusal ve uluslararası elde edilecek sermaye malı makine ve donanım ile belge kapsamındaki yazılım ile maddi olmayan hak alım ve satım için KDV (katma değer vergisi) ödemesi yapılmaması durumunda uygulanır.
- ✓ **Gümrük Vergisi Muafiyeti:** Yatırım Teşvik Belgesini kapsayacak şekilde yurt dışından tedarik edilen sermaye malı ile donanımı için gümrük vergisi ödemesinin yapılmaması durumunda uygulanır.

- ✓ Vergi İndirimi: Yatırım amaçlı katkı payı tutarına ulaşıncaya kadar indirimli gelir ve kurumlar vergisi uygulamasıdır.
- ✓ Sigorta Primi İş Veren Hissesi Desteği: Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yatırımla elde edilen ilave istihdam için ödenmesi zorunlu tutulan sigorta priminin minimum ücrete karşılık gelen kısmının belirli bir süre zarfına işverenin aksine Bakanlık tarafından karşılanmasıdır.
- ✓ Gelir Vergisi Stopajı Desteği: Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yatırım yoluyla elde edilen ilave istihdam için ödenmesi zorunlu tutulan gelir vergisi stopajının minimum ücrete karşılık gelen kısmının 10 yıl aralıklarla kayıtlardan silinmesidir. Yalnızca 6.bölgede düzenlenecek yatırımlar adına hazırlanan teşvik belgelerinde öngörülür.
- ✓ Sigorta Primi (İşçi Hissesi) Desteği: Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında yatırım yoluyla elde edilen ilave istihdam için ödenmesi zorunlu tutulan sigorta primi işçi hissesinin minimum ücrete karşılık gelen kısmının 10 yıl aralıklarla kayıtlardan silinmesidir. Yalnızca 6.bölgede düzenlenecek yatırımlar adına hazırlanan teşvik belgelerinde öngörülür.
- ✓ Faiz Veya Kâr Payı Desteği: Yatırım Teşvik Belgesi kapsamında minimum bir yıl süreyle kullanılan, vadeli krediler adına temin edilen finansman desteğidir. Bu belgede kayıtlı sabit yatırım tutarının yaklaşık %70 civarında kullanılan krediye yönelik ödenecek kâr ya da faizin bir bölümü Bakanlığımızca giderilmektedir. 3.4.5. ve 6. bölgelerde düzenlenecek yatırımlar adına hazırlanan teşvik belgelerinde öngörülür.
- ✓ Yatırım Yeri Tahsis: yatırım Teşvik Belgesi çerçevesinde hazırlanmış yatırımlar, hem öncelikli hem de bölgesel yatırımlar adına Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca saptanan usul ve esaslar kapsamında yatırım yeri tahsis edilmesidir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021).

5.2.8. Elektrik Gideri İndirimi

2010 senesinde yayınlanan, “Çevre Kanununun 2. Maddesine Göre Atıksu Arıtma Tesisleri İsteklendirme Tedbirlerinin Uygulanmasında Uyulması Gereken Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” ile atık su arıtma tesislerinde tüketilen ve ödemesi gerçekleştirilen geçen seneye ait elektrik enerjisi harcamaları 2872 sayılı Çevre Kanununun 29. Maddesine göre Bakanlar Konseyince belirlenecek oranda, Bakanlık bütçesinden bu amaçla ayrılan ödenekler, atıksu altyapı tesislerinin ilgili yöneticilerine iade edilmektedir (Resmi Gazete, 2014).

5.2.9. Finansal Kuruluşların Sağladığı Destekler

Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı (TurSEFF), EBRD, Uluslararası Finans Kurumu (IFC), KOSGEB, Türkiye Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı (MidSEFF), Dünya Bankası, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB), ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı gibi birçok milli ve milletlerarası kuruluşlar aracılığıyla hem tükenmeyen enerji yatırımları hem de yeni güç kapasitesi ile ısıtma için enerji üretimine özgü destek (hibe) ve kredi biçiminde mali destekler verilmektedir (Kaplan, 2021: 113).

5.3. Brezilya’da Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları

Her ne kadar enerji üretimi global olarak mineral yakıtlardan karşılsa da Brezilya’da bu kaynaklar ikinci plana atılarak farklı bir durumun yaşandığı gözlemlenmiştir. Nükleer kaynaklar ile hidrolik enerjilerin kullanım sırası incelendiğinde, diğer ülkelerden farklı olarak Brezilya ilk sıralarda yerini almaktadır. Yapılan hesaplamalara göre enerjinin yaklaşık %44,1’i, elektrik arzının ise %89’u tükenmeyen enerji tarafından karşılanmaktadır. Bu kaynaklardan en önemli paya sahip olanı hidroelektriktir ve enerji arzının yaklaşık %81,7’sini oluşturmaktadır. Bu sebepten ötürü Brezilya, dünyanın en temiz enerji kaynaklarını kullanmada lider konumdadır. Brezilya’daki ilk yenilenebilir enerji projeleri, 1970’li yıllarda ve daha çok kuzeydoğudaki kırsal kesimlerinde tamamlanarak bu alandan faydalanılmaya başlanılmıştır. İlerleyen dönemlerde çeşitli programlar ile tükenmeyen enerji konusu desteklenmiştir. 1994 senesinde kırsal kesimlere, elektrik tedarik etmek için farklı iki hükümet programı uygulanmaya başlanmıştır. Bu programlardan birincisi olan PRODEEM (Eyaletlerde ve Belediyelerde Enerji Geliştirme Programı) ile yenilenebilir enerji konusu, ikinci program olan Işık Program’ıyla da elektrik şebekesinin yaygınlaşması planlanmıştır. 2001 senesinde ülkede elektrik krizi yaşanmıştır. Yaşanan bu kriz sebebiyle enerji kaynaklarının çoğaltılması ve enerji sektörüne yönelik yapılanma modeli gibi bir takım konular gündeme gelmiştir. Elektrik üretiminde kaynak çeşitlendirilmesi konusu ile su ve rüzgar enerjisi üzerine 2001-2004 yılları arasında geçerli olan PROEÓLICA programı ile 1050 MW’lık rüzgar enerjisi, 2001-2003 yılları arasında geçerli olan PCH-COM programı ile de 1200 MW’lık küçük hidrolik santraller 2001 yılında teşvik edilmiştir. İlerleyen zamanlarda teşvik gibi birtakım acil uygulama yöntemlerine yönelik çeşitli planlar toplum görüşüne sunulmuştur. Bahsi geçen plan ile sabit seyreden durumun rekabetçi konuma gelmesi ve bazı teknolojik ilerlemeleri teşvik etmek amacıyla tükenmeyen enerjiye yönelik programlar için finansman sisteminin yeniden oluşturulması önerilmiştir. Elektrik sektörünün yeniden aktifleştirilmesi planı, 2002 senesinde uygulamaya koyulmuştur. Yapılan bu önlem planı ile ülkedeki maliyetlerin tüketicilerin yararına olmasına ve sübvansiyonların netleştirilmesine yönelik birtakım teşvik politika çalışmaları başlamıştır. Yeni düzenlemelerden sonra PROINFA (Alternatif Enerji Kaynakları Teşvik Programı) şeklinde isimlendirilen, 20 yıl aralıklarla Madencilik ve Enerji Bakanlığı aracılığıyla belirlenen, tarife garantisi yoluyla elektrik üreten üreticileri hem kısa hem de uzun dönemli teşvik eden bir yöntem oluşturulmuştur. Bu yöntem ile ulusal biçimde birbiriyle bağlantılı biyokütle, küçük hidrolik santraller ve rüzgar enerjisi kullanarak bağımsız üreticilerin elektrik üretimine katılımlarının arttırılması planlanmıştır. Yöntem hem tükenmeyen enerji kaynaklarının alternatif teşviki için birçok düzenlemeleri içermiştir hem de sonrasında 10.438/02 sayılı Kanuna çevrilmiştir (Cavaliero ve Silva 2005: 1747-1748; Ruiz ve diğ., 2007: 2989). PROINFA birbirinden bağımsız iki uygulamayı içermektedir. İlk uygulama, 30 Aralık 2006 tarihine kadar uygulanmaya başlanması planlanan (2002-2006 dönemlerini kapsar), 3300 MW kapasiteli hedefi olan tesisler tarafından faaliyete geçtikten sonra 15 yıl aralıklarla, her kaynağın kendine özgü teknolojisiyle eşleşen ekonomik değerde, devlet aracılığıyla kullanılması garanti edilen elektrik alımı uygulanmıştır. Ancak bahsedilen bu sistem ile amaçlanan oranın 1100 MW’lık kotası giderilememiştir. Küçük hidrolik santraller ve rüzgara yönelik bazı projelerle sözleşme yapılarak, PROINFA’nın belirlenen kurulu güç hedefine ulaşılmıştır. 2005 yılından günümüze tükenmeyen enerji kaynakları içinde rüzgar enerjisi, biyokütle ve küçük hidrolik santraller olmak üzere bu üç alternatif kaynak arasında eşitlik olacak biçimde ihale yöntemi uygulanmaya başlanmıştır. İhale yöntemi kurulumu için öncelik, çevre lisansı bulunan tesislere verilecek, sonrasında ön çevre lisansı bulunan tesisler tercih

edilecektir. Aynı zamanda üretim ekipmanı üreticilerinin ihaleye katılabilmeleri için, kullanılan ülke ekipmanlarının en az %50 olması gerekmektedir. Bu programın ikinci kısmına (2006-2022) geçebilmek için ise 3300 MW kapasite hedefine erişebilme zorunluluğu bulunmaktadır. 20 yıl içinde bahsedilen bu üç alternatif kaynağın yıllık ülke elektrik kullanımının %10'unu karşılaması gerektiği öne sürülmektedir. En büyük elektrik şirketiyle sözleşme 20 yıl süreyle imzalanmaya devam edecektir. Bu sistem sayesinde yıllık enerji geri kazanım programı ile yıllık elektrik büyümesinin en az %15'ini yerel tüketici pazarına sağlaması amaçlanmıştır. Bu sistem kapsamında tedarikçilere, her bir kaynağın spesifik ekonomik değeri ile üretim maliyetlerini karşılamak için ülkenin en büyük elektrik kuruluşundan sağlanan değer arasındaki fark olarak hesaplanan krediler verilecektir. Bu krediler, 10.438/02 sayılı yasa ile oluşturulan enerji iyileştirme hesabından elde edilmektedir. Bu evrede, imzalanan sözleşmeler geçerliliğini koruyacak olup, enerji kaynağı ile yıllık elektrik alım miktarının onayı için tükenmeyen enerji sertifikalarının düzenlenmesi gerektiği düşünülmüştür. 2003-2008 dönemlerinde PRODEEM sistemini içeren Light for All programı ile 12 milyon insanın elektriğe en düşük maliyetle erişebilmesi hedeflenmiştir (Cavaliero ve Silva 2005: 1747-1748; Ruiz ve diğ., 2007: 2989). Brezilya'da yılları esas alan kanunlar ve teşvikler Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Brezilya'da Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Yasalarla Desteklenen Teşvik Türleri

Yıl	Yasalar ve Düzenlemeler	Özellikler
2002	Kanun No. 10.438- PROINFA	Rüzgâr enerjisi, biyokütle yakıtlı tesisler ve küçük ölçekli hidrolik santral için tarife garantisi oluşturur.
2004	Kanun No. 10.848- Müzayede	Elektrik piyasasına yönelik anlaşmalar ve çalışma kuralları tanımlanmıştır. Yenilenebilir enerji dahil olmak üzere farklı pazar türleri için teklifler belirlenmektedir.
2005	Kanun No.11.097 Biyoyakıt	Etanol ve biyodizelin beraber, biyoyakıtların milli enerji sistemine katılması ile Brezilya'nın enerji kaynaklarının çoğaltılması.
2007	Kanun No. 11.448	Projelerin altyapı yatırımları için şirketlere sağlanan vergi muafiyeti.
2012	ANEEL'in 482 Nolu kararı	Dağıtılmış küçük ölçekli elektrik üreticileri aracılığıyla dağıtım şebekelerine erişim şartlarını ve bunlar tarafından şebekelere bahsedilen fazla gücü ölçmek için faydalanılabilecek net ölçüm sistemi tanımlanmıştır.
2014	656 sayılı Kanun Hükmünde Kararname	Rüzgâr Türbinlerine özgü vergi muafiyetini içermektedir.
2015	Bakanlık Kararnamesi 538	Dağıtılmış üretime özgü vergi teşvikleri ile kredi limitlerini içermektedir

Kaynak: De Melo ve diğ., 2016: 228.

Tablo 12'de PROINFA, sistemi ile global boyuttaki tükenmeyen enerji programları ele alınmıştır. Bu sistemde sözleşme süresi 20 yıl olan projeler için bir tarife programı olan enerji alım tarifesi tanımlandığı gözlemlenmiştir. Bu tür bir destek, global olarak tükenmeyen kaynaklara yönelik hem en sık kullanılan hem de hızlı dağıtımını teşvik eden bir mekanizmadır. Ancak Brezilya'da, maliyetli, verimsiz ve gelişmemiş olması sebebiyle kullanılmamaktadır (Dutra ve Szklo, 2008: 67). Brezilya'da tükenmeyen enerji konusunda aşağıda belirtilen bazı teşvik türleri kullanılmaktadır.

• **Net Ölçüm/Faturalama Politikası:** Evler ve küçük işletmeler gibi daha az kullanım sağlayan tüketiciler tarafından, dağıtılmış üretim kaynaklarını enerji sistemlerine entegre etmek için bir mekanizma olarak yaygın biçimde kullanılır. Net ölçümün temel konsepti, şebekeye bağlı kullanıcıların ağa kendi ihtiyaç fazlasını girerek kullanımı dengelemesine izin vermektir (Aquila ve diğ., 2017: 1096-1097). Brezilya’da Nisan 2012 tarihinde ANEEL (Elektrik Düzenleme Kurumu) tarafından ulusal net ölçüm programı oluşturulmuştur. Bu programda, kullanıcılar tarafından oluşan enerji ihtiyacı fazlası, sonrasında elektrik maliyetlerini düşürmek için elektrik kredileri karşılığında tekrardan şebekeye iade edilir. Tüketicilerin ürettiğinden daha fazla elektrik kullanması durumunda ise şebeke aracılığıyla sağlanan elektriğin tekrardan kullanılmasına izin verilir. Üretilen yada şebekeye verilen enerji şebekeden tüketilen elektrikten para birimi yerine elektrik kredisi (kWh) olarak düşülmektedir (Mattar ve diğ., 2015: 1). Fatura döneminde enerji üretimi tüketimi aşarsa, aşan kısım bir sonraki ayda kredilendirilir. Tüketim üretimi aştığında ise, eksi bakiye tüketiciler tarafından cari elektrik faturaları şeklinde ödenmelidir. Aylık gelen elektrik faturaları tüketici birimlerine bakiye bilgisi sağlamaktadır. Ayrıca, aynı kurumlar vergisi numarası ile aynı mükellef sicil numarasına kayıt yaptıran kurumlar için birden fazla kullanıcının gruplandırılmasına izin verilmektedir (Washbrun ve Pablo-Romero, 2019: 218; Holdermann ve diğ., 2014: 613). Kasım 2015 tarihinde net ölçüm programında bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler aşağıda gösterilmektedir (Ramalho ve diğ., 2017):

- i. Sistemin kapasite limitleri yeniden tanımlanmış, maksimum mikro kapasite 75 kW'a düşürülürken, mini kapasite 5 MW'a yükseltilmiştir.
- ii. Enerji kredisine verilen tazminat süresi 60 aya kadar uzatılmıştır.
- iii. İki ek iş modeli uygulanmıştır.

• **Biyoyakıt Yükümlülüğü:** 2005 senesinde Maden ve Enerji Bakanlığı, motorin ile şeker kamışı ve bitkisel yağlar gibi etanol karışımı şeklinde olan biyodizel yakıt şartlarını oluşturan temiz yakıt pazarını aktifleştirmek için bir kanun çıkarmıştır. Biyodizel yakıt şartı 1 Ocak 2008 senesinde faaliyete geçmiş ve kullanımı zorunlu tutulmuştur. 2009 yılında ise birden fazla benzin istasyonu biyodizel yakıt satmaya başlamıştır. Yıllara göre biyodizel karışım oranları Tablo 13’de verilmiştir (Yaşar, 2022:120).

Tablo 13. Brezilya’da Kullanılan Biyodizelin Yıllara Göre Karışım Oranları

Yıllar	Karışım Oranları	Yıllar	Karışım Oranları	Yıllar	Karışım Oranları
2007	%2	2010	%5	2018	%10
2008	%3	2014	%7	2019	%11
2009	%4	2017	%8	2020	%12

Kaynak: IEA/IRENA Veri Tabanı, 2021g.

Mart 2021 tarihinde Brezilya biyodizel karışım oranını %12 den %13’e çıkarılmıştır. Brezilya’nın biyoyakıt yönetmeliğinin bir parçası olarak, benzine minimum etanol karışımı şart koşulmuştur. Bu karışım oranının %20’den az olmaması ve %27’den fazla olmaması zorunluluğu getirilmiştir (IEA/IRENA Veri Tabanı, 2021h).

• **İhaleler:** 2004 senesinde uygulanmaya başlanan bu sistemin, tarife garantisi mekanizması yerine düşük maliyetli ihalelerin tükenmeyen enerji alanında daha yararlı olacağı düşünülmektedir. İhale sistemi ile adaletli oran sağlamak, bir taraftan elektrik üreticilerini ödüllendirip diğer taraftan fiyatlardaki dengesizliği önlemek

ve son olarak teknoloji maliyetini dengelemek amaçlanmıştır. 2007 senesinde sistem, özel olarak tasarlanan yenilenebilir jeneratörler için teknolojilerin ihale edilmesine izin verecek şekilde değiştirilmiştir (Aquila ve diğ., 2017: 1096-1097). Dönüşümün ardından 2008 yılında biyokütle kaynak teknolojisi için ilk özel ihale yapılmıştır. Ülkede iki tür ihale sistemi vardır. Bunlar; yeni enerji ihaleleri ile kapasite enerji ihaleleridir (Yaşar, 2022:122).

• **Yeni Enerji İhaleleri (Alternatif Enerji İhaleleri);** Brezilya’da ilk defa ihaleye giren projelere bakıldığında (A3 ihaleleri) için üç yıl önceden (A5 ihaleleri) ise beş yıl önceden ihaleleri yapılmaktadır. İhaleler sona erdikten sonra sözleşmeli jeneratörlerin açık arttırmadan itibaren beş yıla kadar elektrik üretimine başlamak zorundadır. Hâlihazırda üretim sürecine katılmış ve devam eden (A1 ihaleleri) ihaleleri, enerji dağıtımına başlamadan dört ay veya bir yıl önce ihaleleri yapılmaktadır. Resmi ihale duyuruları ANEEL tarafından Brezilya Maden ve Enerji Bakanlığı’nın belirttiği yönergelere uygun bir şekilde müzayedenin kazananını ve en düşük tarife şartları belirlenerek hazırlanmaktadır. İhaleye katılan şirketler tahmini tüketime göre teklif sözleşmesi yapmaktadır. İhalede galip gelen şirketler ile sözleşme yenilenmektedir. Yapılan sözleşmelere bakıldığında bu sözleşmelerin süreleri teknolojik altyapıya bağlı olarak 20 ile 30 yıl arasında değişmektedir. Hidroelektrik santraller için 30 yıllık izin veren devlet rüzgâr ve biokütle projeleri 20 yıllık izin vermesi örnek olarak gösterilebilmektedir (Da Silva ve diğ., 2016: 330).

Tablo 14. Brezilya’da Yenilenebilir Elektrik Alternatif Enerji İhaleleri

Sıra No	Açık artırma türü	İhale Tarihi	YEK Çeşidi	Verilen kapasite (MW)
1	1. enerji ihalesi	2007 Haziran	Biyokütle	97
2	2. enerji ihalesi	2010 Ağustos	Küçük hidro	541
			Küçük hidro	101
			Biyokütle	65
			Rüzgâr	1520
3	12. enerji ihalesi	2011 Ağustos	Rüzgâr	1068
			Biyokütle	198
4	13. enerji ihalesi	2011 Aralık	Rüzgâr	977
			Biyokütle	100
			Büyük hidro	135
5	14. enerji ihalesi	2012 Aralık	İptal edildi	
6	15. enerji ihalesi	2012 Aralık	Rüzgâr	289
			Büyük hidro	294
7	16. enerji ihalesi	2013 Ağustos	Büyük hidro	400
			Küçük hidro	218
			Biyokütle	647
8	17. enerji ihalesi	2013 Kasım	Rüzgâr	867.6
9	18. enerji ihalesi	2013 Aralık	Rüzgâr	2338
			Küçük hidro	308
			Biyokütle	162
			Büyük hidro	700
10	19. enerji ihalesi	2014 Haziran		
11	20. enerji ihalesi	2014 Kasım	Rüzgâr	926
			Biyokütle	611
			Küçük hidro	43
12	3. alternatif enerjisi	2015 Nisan	Rüzgâr	90
			Biyokütle	389
13	22. enerji ihalesi	2015 Ağustos	Biyokütle	Bekliyor
			Rüzgâr	
			Doğal gaz	
			Küçük hidro	

Kaynak: IEA/IRENA Veri Tabanı, 2021ı.

• **Rezerv (Kapasite) Enerji İhaleleri;** Yenilenebilir enerji kaynaklarını hizmete sunmak amacıyla kullanılan teknolojik altyapıyı özel destek mekanizmasıdır. Kaynak kapasitesini arttırmak ve ek kapasiteyi daraltmak hedeflenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ait kapasite ihaleleri hakkındaki bilgiler Tablo 4.7’de verilmektedir (Ferdane,2021:123) .

Tablo 15. Brezilya'da Yenilenebilir Elektrik Kapasite İhaleleri

Sıra No	Açık artırma türü	İhale Tarihi	YEK Çeşidi	Verilen kapasite (MW)
1	1. kapasite açık artırma	2008 Ağustos	Biyokütle	1284
2	2. kapasite açık artırma	2009 Aralık	Rüzgâr	1806
3	3. kapasite açık artırma	2010 Ağustos	Küçük hidro Biyokütle Rüzgâr	30 648 528
4	4. kapasite açık artırma	2011 Ağustos	Rüzgâr Biyokütle	921 297
5	5. kapasite açık artırma	2013 Ağustos	Rüzgâr	1500
6	6. kapasite açık artırma	2014 Ekim	Güneş Rüzgâr	890 769
7	7. kapasite açık artırma	2015 Ağustos	Güneş	Bekliyor
8	8. kapasite açık artırma	2015 Kasım	Güneş	Bekliyor

Kaynak: IEA/IRENA Veri Tabanı, 2021ı.

• **Vergi Teşvikleri;** Brezilyada yenilenebilir enerji kaynaklarının konjonktürel yapısına bakıldığında bu kaynaklara ait teknolojinin çoğuna yabancı yatırımcıların sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple üretimin büyük bir kısmı da bu şirketler tarafından yapılmaktadır. Bu sebeple devletin yabancı yatırımcıların ülkeden çekilmesini engellemek için birçok kolaylık sağlaması son derece zaruri bir yaklaşımdır. Teknoloji üretiminde geri kalan brezilya birçok konuda ithal ikameci bir politika izlemektedir. Bu sebeple yüksek ithalat vergilerinde hibe veya indirim gibi seçeneklerin olması üretim artışına destek olabilmektedir. Vergi indirimlerine bakıldığında özellikle üretimde aktif kullanılan güneş panelleri ve rüzgâr türbinlerinin dış alımında vergilerde indirimde gidilmektedir. Ülkede yenilenebilir enerjiye etki eden vergilerin oranlarının yüksek olduğu ve bu sebeple sık sık düzenlemeler yapıldığı bilinmektedir. Satışlarda ve belirli hizmetlerde vergi teşviklerine dönük yaygın olarak kullanılan katma değer vergisi ICMS’dir. ICMS yenilenebilir enerji kaynaklarının satış fiyatı üzerinden alınan vergilerde muafiyet sağlamaktadır. Örneğin güneş enerjisi santrallerinde 30 MW’ a kadar ilk 10 senesinde dağıtım ve iletim masraflarından %80 indirim yapılmaktadır. Rüzgar türbini satın alınması için muafiyetler sağlayan Sosyal Entegrasyon Programı (PIS) ve Sosyal Güvenlik Vergisine Katkı (CONFIS) 2014 yılında 656 sayılı kanun hükmünde kararname ile kabul edilmiş ve yürürlüğe girmiştir (Aquila ve diğ., 2017: 1097). Bu vergilendirme sistemine göre alternatif rezervlerden kendi üretim mekanizmasına sahip olmak isteyen tüketicilere en az

%40 olmaz üzere vergiden muafiyet kolaylığı sağlanmaktadır. Ancak tüketime sunulan küçük enerji santralleri ICMS'den muaftır. Çünkü ICMS yapısı gereği sadece belli bir güç kaynağı dikkate alınarak değil, tüketime dâhil olan tüm enerji bazında fiyatlandırma yapılmaktadır (Pereira ve diğ., 2015: 58). REID (Altyapının Geliştirilmesi için Özel Teşvik Rejimi) adında bir vergi sistemi oluşturan devlet altyapı çalışmaları için bazı ekipman aletlerini satın alan veya ithal yolla envanterine katan şirketlere vergi muafiyeti sağlamaktadır (De Melo ve diğ., 2016: 228). Öte yandan Brezilya'daki etanol ve şeker üreticilerini kapsayan ihraç edilen mahsulün hesaplanan fiyatının yüzdesi olarak vergi kredisi alma fırsatı devlet tarafından bu ihracatçılara sunulmaktadır. 10-31 Aralık 2014 arasındaki dönem için vergi kredisi ihracat değerinin %0.3'üne denk gelmektedir. 2015 yılının ilk ayından itibaren ihracat mallarının yabancı ülkelere satılmasından elde edilen gelir üzerinden hesaplanan vergi indirimi %3'e çıkarılmıştır (Ferdane, 2021: 125).

• **Krediler:** Brezilya'da kredi limitlerinin oluşturulması, iyileştirilmiş dağıtım ve donanım satın alımını kolaylaştırmak için oldukça önemlidir. "Luzno Campo" adı verilen Brezilya'nın en büyük kırsal elektrikleştirme programı, 1999 yılında federal hükümet tarafından kırsal elektrifikasyondaki durgunluğa çözüm için başlatılmıştır. İlk etapta 2002 senesine kadar yaklaşık beş milyon kişinin faydalanacağı ve yaklaşık bir milyondaki hanelere elektrik gücünün tedarik edilmesi amaçlanmıştır. 2000 senesinde 40'tan fazla ayrıcalık sahibi kişiler ile gerçek değeri 2,7 milyon olarak bilinen, kaynak talebine neden olan sözleşme imzalanmıştır. Bahsedilen program sayesinde yatırımın yaklaşık %75'i kadar ayrıcalık sahibi kişilere kredi verilmektedir. Bahsedilen kredi, iki yıl ödemesiz, %6 faiz oranı ile geri ödeme süresi 5-10 yıllı kapsamaktadır (IEA/IRENA Veri Tabanı, 2021j).

Renovabio Politikası kapsamında projelerin iyileştirilmesini desteklemek amacıyla Ulusal Kalkınma Bankası (BNDES), özel finansmanlar sağlamaktadır. Enerji ve çevresel verimlilik ile üretim sertifikasyonunu geliştirmeye yönelik teşviklerle Çevresel, Yönetişim ve Sosyal krediler aracılığıyla biyoyakıt sektörüne doğrudan destek sağlamaktadır. Bahsedilen şartlardan faydalanabilmek için 31 Aralık 2022'den önce şirketlerin başvuru yapması gerekmektedir. Ülkenin öz kaynağından çıkan bölgesel şirketler geri ödemeli kredi döneminde programın karbon emisyonu azaltım hedeflerini karşılayan şirketler için tercihli faiz oranları ile sertifikalı biyoyakıt üretim kredilerine başvurabilmektedirler. Proje tarafından elde edilen CO2 verimliliği ne kadar yüksek olursa yapılan indirimin oranı da o kadar yüksek olmaktadır. Yukarıda bahsedilen programın toplam bütçesi yaklaşık 1 milyar BRL şeklinde hesaplanmıştır. Her kredinin en yüksek değeri için proje başına koyulan sınır 200 milyon BRL'dir. Her üretim başına ise 100 milyon BRL ödeneceği tahmin edilmektedir. Ödeme süresiyle ilgili olarak 2 yıla varan ödemesiz dönemde içinde bulundurulmak üzere toplam 8 yıla kadar ödeme süresi belirlenmiştir (bndes.gov.br).

• **Sübvansiyonlar:** Brezilya, Inova Energia adı verilen program ile elektrik tarifelerinden toplanan tutarlarla enerji sektöründe belirli enerji Ar-Ge ve inovasyonunu teşvik etmek için kurumlara ve şirketlere finansal teşvikler sağlamıştır. Ulusal Kalkınma Bankası (BNDES), ANEEL ve İnovasyon Ajansı (FINEP) arasında yapılan anlaşma sonucunda ortaya çıkan sistemler, şirketlerin ve araştırma enstitülerinin yenilenebilir enerji, akıllı şebekeler ve enerji tasarruflu araçlar gibi yenilikçi teknolojilerin iyileştirilmesini ve ticarileştirilmesini teşvik etmeyi amaçlamıştır. Bu program, tükenmeyen enerji alanında sübvansiyon ile hibe sunmaktadır (Yaşar, 2022: 129).

5.4. Hindistan'da Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları

1,3 milyar nüfusu ile Hindistan, Çin'den (1,4 milyar) sonra dünyanın en kalabalık ikinci ülkesi olarak bilinmektedir. Şüphesiz nüfusta yaşanan artış ve iktisadi büyüme enerjiye duyulan talebi arttırmaktadır. Ayrıca bu durum doğal kaynaklar üstünde de büyük baskı oluşturmaktadır. Nüfus artışı ve buna bağlı enerji tüketimi, şehirlerde tıkanıklığa, kirliliğe ve temel hizmetlerin sağlanamamasına sebep olmaktadır (Heyden, 2014: 93).

Toplam enerji kullanımının %40 civarını petrol ve doğalgaz gibi mineral kaynaklardan sağlayan Hindistan, kullandığı petrolün yaklaşık %65'ini, doğalgazın ise %55'ini ithal etmektedir. Başka önem arz eden mineral kaynak ise kömürdür. Hindistan, kömür kullanımında dünyada üçüncü sırada yerini almaktadır (Batı, 2013: 154). Tükenmeyen enerji kaynakları, güvenilir kaynaklara sahip olmak ve sınırlı enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltmak için Hindistan'ın en iyi enerji alternatiflerinden biri olarak kabul edilir. Heyden bu durumu 'tükenmeyen enerji kaynakları, Hindistan'ın enerji güvenliği korkularını gidermek için uygun bir seçenek sunar' şeklinde değerlendirmektedir (Heyden, 2014:101).

Dünyanın en büyük dördüncü rüzgar enerjisi üreticisi olan Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra coğrafi fizibilite açısından güneş enerjisi için en iyi ikinci ülke olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda Hindistan'ın tükenmeyen enerji kapasitesi 36,5 GW (Haziran 2015 itibarıyla) olarak hesaplanmakta olup, 2022 yılına kadar 100 GW güneş enerjisi kapasitesi ve 60 MW rüzgar enerjisi kapasitesi olacak biçimde planlanmıştır (KPMG, 2016: 39).

Ülkenin tükenmeyen enerji teknolojilerindeki başarısı, devlet kurumlarının kurulması ve bu alanda teşvik edici politikaların uygulanması ile sağlanmıştır. Hindistan, tükenmeyen enerji teknolojilerini desteklemek için devlet tarafından çeşitli mali teşvikler getirmiştir. Bu mali teşvikler, gümrük vergisi, muafiyetleri, gelir vergisi indirimi, hızlandırılmış amortisman, sermaye sübvansiyonları ve ayrıntılı proje raporları için teşvikler olarak anılmaktadır (Meisan, 2006: 18).

Hindistan'da halihazırda uygulanan tükenmeyen enerji teşvikleri ise şunlardır: Teşvik programları kapsamındaki doğrudan yabancı yatırım teşvikleri, tarife garantileri, , amortisman hızlandırma, üretime ilişkin teşvikler, yenilenebilir enerji tedarik yükümlülükleri ve vergi teşvikleri olarak belirtilebilir (KPMG, 2016: 38-39). Bu araçlarla üretime yönelik teşvikler; tarife garantisinin bir parçası olarak, rüzgar enerjisi projeleri, 4 ila 10 yıllık bir süre için sağlanan birim enerji başına 0,50 INR tutarında ve MW başına 10 milyon INR ile sınırlı olarak sübvansede edilmektedir (Ulusoy ve Daştan, 2018: 371).

2005 senesinden sonra faaliyette bulunan şirketler için kesintiye ek olarak %20 oranında indirim yapılmasına izin verilmektedir. Tükenmeyen enerji sistemlerinin maliyetini azaltmak için bazı ürünlerde vergi muafiyeti gerekmektedir (Ulusoy ve Daştan, 2018: 146). Hindistan'da kimi eyaletlerde rüzgar enerjisi malzemeleri ÖTV'den muaf tutulurken kimi eyaletlerde ise rüzgar enerjisi programları için arazi tahsis edilmiştir (Çelikkaya, 2018: 371). Ayrıca tükenmeyen enerji şirketleri için yaklaşık %80 civarında hızlandırılmış amortisman imkanı sunmaktadır. Tükenmeyen enerji malzemeleri için %5 indirimli KDV uygulanmaktadır. 2017 yılından önce elektrik üretimine başlayan şirketlerden elde edilen kazançlar 10 yıl süreyle gelir vergisinden muaftır. Temiz Enerji Fonu, araştırma ve geliştirme faaliyetlerini finanse etmek için 2011 yılında kurulmuştur (Çelikkaya, 2018: 370).

5.5. Çin’de Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları

Çin Halk Cumhuriyeti, hem üretimde hem de tüketimde neredeyse her sektörde tükenmeyen enerji teknolojilerinde en yüksek paya sahip ülke olduğundan, ülkenin eğilimlerini, anlayışlarını, uygulamalarını ve politikalarını incelemek kaçınılmaz olmuştur (Ülgen, 2018: 83).

5.5.1. Enerji Politikası ve Endüstrisinin Gelişimi

1978 senesinde gerçekleştirilen ekonomik reform sonrası Çin, hızlı bir büyüme sergileyerek dünyanın ikinci büyük ekonomisi durumuna gelmiştir. Enerji açısından kaynakların fazlaca kullanımı önemli çevresel problemlere sebep olmuştur. Bu ülke nüfusunun yaklaşık üçte ikisi kırsal kesimlerde yaşadığı için bu alanlara sağladığı enerji miktarında da önemli artışlar gerçekleşmiştir. Elektrik kesintileri, özellikle uzak bölgelerde ve kırsal alanlarda ekonomik kalkınmanın önündeki en büyük engel olmuştur. Bu nedenle uzak bölgelerde yaşanan elektrik kesintilerinin bir çözümü olarak tükenmeyen enerji kaynaklarının kullanımı ön planda tutulmuştur. Çin hükümeti 1970’lerin sonlarında tükenmeyen enerji kaynaklarının hem kırsal hem de uzak bölgelerdeki kullanımı için aşamalı politikalar uygulamıştır (Peidong ve diğerleri, 2009:83). Uygulanan bu politikaların amacı, başta kırsallardaki biyogazlar olmak üzere tükenmeyen enerji teknolojilerini çeşitli teşvikler yoluyla iyileştirmek olmuştur. 1990’lara gelindiğinde ise Çin hükümeti, rüzgar, biyogaz, güneş ve su kaynaklarının büyük bir potansiyele sahip olduğunu fark etmiş ve Çin’in sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunmak için çeşitli projeler hayata geçirmiştir. Ayrıca hükümet, fonlar ile çeşitli proje teşvikleri yoluyla tükenmeyen enerji teknolojilerinin araştırılmasını ve geliştirilmesini güçlü bir şekilde desteklemektedir ve vergi indirimleri ile diğer teşvikler yoluyla tükenmeyen enerji sanayisinin iyileştirilmesi için çaba sarf etmiştir (Ülgen, 2018: 83).

Uzun süredir düzenlemeler olmasına rağmen Çin, 2005 yılında tükenmeyen enerji kullanımına bakışını değiştirmiş ve yenilenebilir enerji kanununu çıkarmıştır. Bu kanunun amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini ve kullanılmasını teşvik etmek, enerji arzını iyileştirmek, enerji yapısını sağlamlaştırmak, arz güvenliğini sağlamak, çevreyi korumak, sosyal ve ekonomik kalkınmayı teşvik etmektir. Bu kanunun dördüncü maddesinde tükenmeyen enerji kullanımını ve ilerleyişini ulusal devletin başlıca amacı olarak belirlemiş, geleceğe yönelik yeni hedefler koymuş ve pazar gelişimi için etkili önlemler almıştır (National People’s Congress, 2005). Bu yasa nedeniyle Çin ilk kez yönetmelik ve ilkeler yardımıyla tükenmeyen enerji geliştirme konusunda somut hedeflere doğru ilerlemiş ve çeşitli mekanizmaların desteğiyle büyümüştür (Schuman ve Lin, 2012). Kanunun bazı temel ilkeleri vardır; ilk olarak ulusal enerji izleminde tükenmeyen enerji kullanımının önemini belirginleştirmek, ikinci olarak pazar engellerini kaldırmak, üçüncü olarak tükenmeyen enerji için bir pazar oluşturmak, dördüncü ve son olarak ise bu sektörde tanınırlığı ve gerekli niteliği oluşturmaktır. Kanun ile belirlenmiş olan katkı payları ve cezalar, tüketici sınıfına göre farklı tanımlanmış ve bu cezalarla beraber kullanılan teşvik teknikleri şirketlerin belirlenen tükenmeyen enerji izlemleri ve amaçları doğrultusunda hareket etmelerine sebep olmuştur. Ayrıca kanun ile uzun dönem için araştırma ve geliştirme planları, teknik standartlar ve kaynak araştırmaları sağlamıştır (Martinot, 2010).

Kanunun yürürlüğe girmesiyle birlikte geçmişte olmayan birtakım yasaklar ve zorlamalar uygulanmaya başlanmış ve tükenmeyen enerji maliyeti enerji kullanıcıları içinde bölüştürülmüştür. FIT tarifelerine ilaveten rüzgar enerjisi ve biyokütle enerjisinde doğrudan yabancı sermaye yatırımcıları da çekmek için fiyatlandırma mekanizmaları oluşturulmuştur (Martinot, 2010). 2007

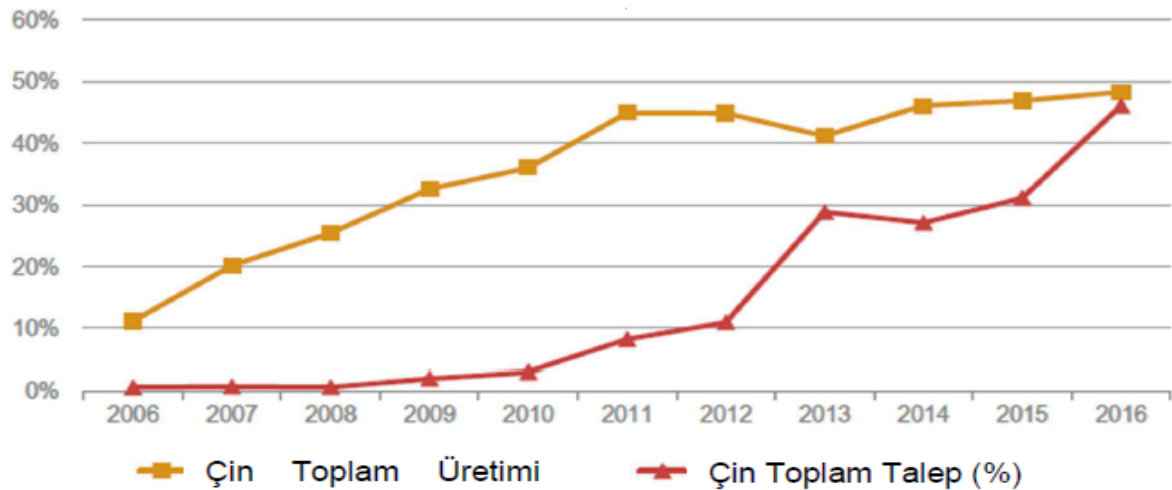
yılının Ağustos ayında Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu 2010 ve 2020 seneleri için orta ve uzun vadeli yeni hedefler belirleyerek tükenmeyen enerji planları oluşturulmuş ve ilk defa bu planlarda hem genel tükenmeyen enerji hedefleri hem de çeşitli kaynaklar için özel hedefler paylaşılmıştır (Hong ve diğerleri, 2013). Belirlenen bu plana göre hidrolik güç dışı kaynakların elektrik üretimindeki toplam payı 2010'da minimum %1 iken 2020'de ise bu değer %3 olarak hedeflenmiştir. Kanun 2009 yılında değiştirilmiş ve 2010 yılında yeniden yürürlüğe girmiştir. Bu değişimde ilk olarak tükenmeyen enerji teknolojilerinin iletim ve dağıtımına dayalı lokal ve milli şebekelere katılımı için ayrıntılı geliştirme ve koordinasyon planları üretilmiştir. Bunun sebebi ise özellikle rüzgar enerjisinin hızla gelişmesi, ancak iletim ve dağıtımının aynı hızda yanıt vermemesidir. Rüzgar enerjisi projeleri için lokal izinlerin merkezi izinlerden bağımsız olması bu projelerin şebeke üzerinde fiziksel etkisi hesaplanmadığından şebekeye erişimde de sorunlar yaratmıştır. İkinci olarak görevli tedarik şirketleri tükenmeyen kaynaklardan elektrik satın almak zorundaydı ve bölgede yeteri kadar ihtiyaç bulunmasa dahi elektriğin alınmasıyla birlikte milli şebekeye iletilerek çeşitli yerlerde kullanılması sağlanmaktaydı. Aynı zamanda bu uygulamanın süresi ve seviyesi, fayda için belirlenmiş cezalara sahipti. Son olarak ise Hazine Bakanlığı'nın enerji fonu, genel gelirden transferlere izin verecek şekilde güçlendirilmiştir. Bunun nedeni, eski sistem kapsamındaki elektrik ek ücretinin FIT ve diğer teşviklerin maliyetini karşılamamasıdır (Martinot, 2010).

Çin 1980'lerden beri tükenmeyen enerji teknolojileri geliştirmektedir. O zamanlardan itibaren güneş, jeotermal, rüzgar ve deniz biokütlesi teknolojilerine uzun bir süre yatırım yapılmış ve çeşitli teşvikler sağlanmıştır. Geçmişte, kırsal alanlara güç sağlamak için çoğunlukla rüzgar, hidrolik güç ve güneş enerjisi kaynaklarına öncelik verilmiştir. Köyleri Elektriklendirme Programı adı altında 2003-2004 yılları içinde hidrolik güç ve güneş enerjisi yoluyla 1,3 milyon kişiye elektrik tedarik edilmiş ve takip eden yıllarda odak, Çin'in dağıtık üretimden merkezi üretime kaymıştır (Martinot, 2010). Yenilenebilir Enerji Büyüme Projesinin bir parçası olarak, sazları yakıt olarak kullanan 25 MW Jiangsu Redong projesini uygulamak için Danimarka ile işbirliği başlatıldı ve biyokütle kaynaklarına sahip çeşitli alanların potansiyeli ortaya çıktı (Zhao Y. ve diğerleri, 2011).

2004 yılında Çin sınırları içinde uygulanan elektrifikasyon programı hariç yalnızca FV endüstrisi ve uygulamaları için gelişmeleri ele alacak olursak Almanya vb. bazı ülkeler yüksek FIT sayılarını kapsayan FV teşvik programlarını gerçekleştirmeye başlamıştır. Bu gelişme uluslararası FV piyasasında bir geleceğin olduğuna yönelik bariz işaretlerden biri olmuştur ve fırsatın farkına varan Çinli yatırımcılar ölçek ekonomisini kullanarak maliyetleri azaltmak için yeni girişimlerde bulunmuşlardır (Wang, 2010). 2006'da Tükenmeyen Enerji Kaynakları Yasası'nın kabul edilmesi, 2004 ile 2008 yılları içinde %100'e ulaşan FV endüstrisinin büyümesini daha da hızlandırmıştır. 2009 senesinde Avrupa borç krizi patlak vererek güneş enerjisi ürünlerine olan talebi azaltmış ve 2012 yılına gelindiğinde Çinli üreticiler için daha da kötüleşen AB ve ABD'nin sübvansiyon karşıtı uygulamaları, ürünün pazara girmesinin zorlaşmasına neden olmuştur (Zhao ve diğerleri, 2017). Çin'in fotovoltaik endüstrisi deniz aşırı ticarete bağlıdır, bu nedenle sübvansiyon karşıtı alınan önlemler büyük bir etkiye sahiptir ve devlet lokal fotovoltaik pazarını canlandırmak için adımlar atmaktadır. Ulusal iki güneş teşvik programı olan Altın Güneş Tanıtım Programı ile Çatı Teşvik Programı oluşturulmuştur ve iki yıl içinde Altın Güneş Programı 500MW fotovoltaik kurulumunu yapmıştır. Sonrasında yavaş yavaş geliştirilen program 2012 yılı sonlarında 2872 MW kurulum elde ederken, aynı yıl fotovoltaik bina projelerinin kurulu güce sağladığı katkı 551,2 MW olmuştur.

Bunun yanı sıra FV İmtiyaz Programı olarak uygulanan bu programın amacı hem lokal piyasayı geliştirmek hem de fotovoltaik kaynaklarından üretilen elektrik için bir karşılaştırmalı fiyat ölçmektir. İlk aşamada çeşitli sektörlerde 10 MW'lık projeler ihale edilmiş, ikinci aşamada kapasite 60 MW'a çıkarılarak proje sayısı arttırılmıştır. Kapasite artışlarına ek olarak, 2009 yılında 0,1784 USD/kWh olan şebeke fiyatları, 2010 yılında 0,01193-0,01622 USD/kWh seviyesine gerilemiştir (Zhao ve diğerleri, 2017).

Sanayi ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı, FV sektörünün yapısını ayarlamak ve yönetim ve teknolojiye yenilik sağlamak amacıyla 2013 yılında FV İmalat Sanayi Standartlarını uygulamaya koymuştur. Bu standartlar üretim parçaları için birleştirici olup kalite, ölçek, teknoloji ve diğer alanlarda birleştirici sınırlar koymaktadır. Örneğin, bir üretim işletmesi bağımsız bir Ar-Ge organizasyonunun bölgesel düzeyinde veya üzerinde olmalı ve Ar-Ge ve süreç geliştirme harcamaları, toplam cironun %3'ünden az olmamalıdır şartı koyulmuştur. Benzer şekilde, yeni ve mevcut girişimlerin dönüşüm verimlilikleri de açıkça gösterilmiştir. Polikristal ve monokristal gözeler için dönüşüm sırasıyla %18 ve %20'den az değildir ve modüller için sırasıyla %16,5 ve %17,5'ten az değildir. Standartları karşılamayan şirket ve projeler, yerel teşviklerden ve ihracat vergi kredilerinden yararlanamamaktadır. Şekil 14'de Çin'in global pazardaki üretimini ve talebini göstermektedir (Bahar, 2017).



Şekil 14. Çin'in Küresel FV Pazarında Arz ve Talep Gelişimi

Kaynak: Bahar, 2017

Çin fotovoltaik sanayisinin ilerleyişi ve kullanılan teknolojileri kontrol ederek hem uluslararası piyasada giderek yükselen bir pay edinmiş hem de kullandığı yerli teknolojileri belirli bir seviyenin üzerinde tutarak kaynaklarından en iyi biçimde yararlanmayı güvence altına almıştır. Yukarıdaki şekilde Çin'in yıllık bazda global FV pazarında üretim ve talep paylarını görmek mümkündür. Şekilde sadece Çin yapımı üretim gösterilmektedir ve AB ve ABD'nin anti-teşvik uygulamalarının etkisinden kaçınmak için Tayvan'da kurulan Çin sermayeli şirketlerin işleri dahil edilmemiştir. Bu üretimlerin eklenmesi, Çinli şirketlerin PV üretimindeki global pazar payının 2017'de %70'e çıktığını göstermektedir (Fraunhofer ISE Institute, 2018).

5.5.2. Mevcut Durum ve Hedefler

Geçtiğimiz senelerde yaşanan bazı olaylar Çin'in enerji politikasının temelden değişimine sebep olmuştur. Lokal boyutta ekonomi yavaşlamış ve sanayi ekonomisinden hizmet ekonomisine yönelme başlamıştır. Bu yönelme sonrası birincil enerji kullanımında yavaşlama başlamıştır. Kömürün neden olduğu hava kirliliği toplumsal bir probleme dönüşmüş, sürdürülebilir enerjiye geçiş öncelikli bir konu haline gelmiştir. Tüm bu gelişmeler ve ihtiyaçlar bağlamında 17 Ocak 2017'de Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu 13. Beş Yıllık Enerji Kalkınma Planını yayımlamıştır. Yayınlanan bu plana göre üretim ve talep yapısı iyileştirilmiş ve ikili alternatifler gösterilmiştir. Bu alternatifler; kömürden doğalgaza ya da mineral yakıtlardan tükenmeyen enerji kaynaklarına geçiş alternatifini kapsamaktaydı. Plana göre kömür tüketimi 2015 senesinde %64 iken bu oranı 2020 senesine kadar %58 değeri ile kısıtlamak ve aynı şekilde mineral olmayan enerjilerin tüketim oranı %15 seviyelerine çıkarmayı amaçlamıştı fakat Çin için kömür çok önemli bir faktördü. Çünkü %90 oranında ucuz ve kendi kendine yeterliydi. Şekil 15'de 2017 yılı için kaynaklara göre üretim grafiğini göstermektedir (China Energy Portal, 2017).

TERMAL		Yenilenebilir	Rüzgar, 303			
					Güneş, 117	
			Gaz, 203	Su gücü, 1160		
					Diğ... Ter... 124	Nükleer, 248
Kömür, 4150						

Şekil 15. Çin Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi – 2017

Kaynak: China Energy Portal, 2017

Çin'de uygulanan politikalar göz önüne alındığında en belirgin özelliği çoğunlukla birbirinin alternatifi ya da rakibi olarak görülen FIT ve RPS sistemlerinin bir arada uygulanması olmuştur. RPS tükenmeyen enerjiler için ilk kez 2007 senesinde Orta-Uzun Dönem Planı belgesinde gösterilmiştir. Politika, su bazlı olmayan tükenmeyen enerji üretim koşullarını, üretim şirketleri için 2010 senesine kadar %3, 2020 senesine kadar %8 oranında, şebeke şirketleri için ise 2010 senesine kadar %1, 2020 senesine kadar %3 oranında olacak şekilde koymuştur. Fakat bu politikanın ayrıntıları üzerinde yeteri kadar durulmamıştır. Özellikle, izleme ve uyum eksikliği nedeniyle, politika zorunlu olmaktan ziyade gönüllü olarak uygulanmaya başlanmıştır. Örneğin, 2010 yılına kadar en büyük 6 üreticiden hiçbirinin %3 hedefine ulaşamadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, birincil amaç enerji üretiminden ziyade kapasite olduğundan, birçok rüzgar santrali zayıf bağlantı koşullarıyla veya enerji şirketlerinin erişim kısıtlamalarıyla karşı karşıya kalmıştır (Schuman ve Lin, 2012).

RPS uygulaması ile alakalı gelişimi etkileyen dört faktör olduğu gözlemlenmiştir. Bunlar; hedefler, cezalar ile izleme, kullanılacak teknolojiler ve yeşil sertifikalardır (Yan ve diğerleri, 2016). Hedeflerle ilgili yapılan incelemeler sonucunda sayıları ve koşulları zamanla iyileşmiş ve mineral olmayan kaynakların kullanım oranı 12. planda %12'den 13. planda %15'e yükselmiştir. 13. beş yıllık planda her ne kadar açıkça hedefler koysa da uzun vadeli hedefleri asla parçalamamış ve bu sebeple elektrik tedarik firmaları adına yerel yönetimler üretimdeki tükenmeyen enerji payını belirleyememişlerdir. İkincisi, yüksek maliyetli tükenmeyen enerji teknolojileri RPS sistemlerinde tercih edilmez. Kapasite çok önemlidir, bu nedenle en ucuz çözümü sunan teknoloji kullanılır ve kaynak kullanımında çeşitlilik yoktur. Çoğu durumda, rakip teknolojiler yüksek iletim maliyetlerine sahip olduğunda, bu teknolojiler de toplam maliyeti en düşük olan seçenek lehine tercih edilir. Üçüncüsü, siyasi sistem güçlü bir tamamiyet gösteremediği için yatırımcının güveni zayıflamaktadır. Teşvik sisteminin hala yetersiz olması ve yönetim zafiyetinin devam etmesi RPS sisteminin de Çin'de zayıf veya keyfi bir sistem olduğunu göstermektedir. Son olarak, Çin henüz yeşil bir sertifika piyasası yaratmamıştır. 2016 yılında tükenmeyen enerji teknolojilerini destekleyeceği belirtilerek gelecekte bu pazarın kurulacağı belirtilmiştir. Ancak bu pazarın henüz oluşmamış olması tükenmeyen enerjinin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Ülgen, 2018: 89).

FIT uygulamasını incelediğimizde ise 2003 yılının ilk dönemlerinde faydalanılmaya başlanmış ve özellikle rüzgar enerjisinin iyileştirilmesi için çıkartılmıştır. Fakat ilk yayınlandığında her proje teker teker görüşüldü ya da ihale edildi ve bu rakamlar arasındaki fark kamu ekonomisinde, özellikle tükenmeyen enerji üretimi alanındaydı. Şirketler aynı zamanda önemli yatırımcılar olduğundan, bu durum kamu sektöründe rekabet yaratmış ve çoğu zaman gerçekleştirilemeyecek kadar düşük fiyatlarla projeleri sonlandırmıştı. Temmuz 2009'da Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu bu durumu sonlandırmak için bir bildiri yayımladı. Ülke daha sonra dört bölgeye ayrıldı ve her bölge için farklı fiyat uygulamaları düzenledi. Ayrıca 2011 senesinde FV teknolojisi için de FIT kullanımına başlandı ama rüzgar gibi yetersiz bir şekilde tek bir fiyatla başladı ancak daha sonrasında fiyat farklılıkları oluştu (Pocci, 2014).

Çin devleti her ne kadar FIT aracılığıyla tükenmeyen enerjinin iyileştirilmesini hedeflemiş olsa da bazı problemler hala devam etmektedir. İlk olarak, FIT yapısı ile kaynakların eşit olmayan dağılımı dikkate alınmamıştır. Çin'de kaynaklar güney, kuzey ve kuzey batı bölgelerinde yoğunlaşmıştır ve gelişmiş bölgelerde pek çok kaynak bulunmamaktadır. Bu sebeple, gelişmiş bölgelerdeki elektrik üretim şirketlerinin tükenmeyen enerji kullanarak elektrik üretimine ilgi göstermemesi FIT'ın yayılmasını engellemiştir. Ayrıca fiyatların uluslararası standartlara göre oldukça düşük olması bireysel yatırımcıları daha yüksek risklere maruz bırakmış ve tükenmeyen enerji teknolojilerine yatırım yapma konusunda davranmışlardır (Ülgen, 2018: 90). Tablo 4.4'de Çin için 2020'ye yönelik hedefler yer almaktadır.

Tablo 16. Çin İçin 2020 Yenilenebilir Enerji Kapasite Hedefleri

Kaynak	2012 (GW)	2020 (GW)
Biyokütle	8	30
Su Gücü	249	350
Pompalı Su Gücü	20	70
FV	5,4	100
CSP	0,014	3
Rüzgar	75	200 (kara) 300 (deniz)

Kaynak: Yan ve diğerleri, 2016

5.6. ABD’de Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları

Endüstriyel olarak dünyanın en gelişmiş ve ekonomik gücüne sahip olan ABD’de enerjiye duyulan ihtiyaç önemli konular arasında yerini almaktadır. Bu sebeple dünyada enerjinin en fazla kullanıldığı ikinci ülke olan ABD, hem petrole olan bağımlılığını azaltmaya hem de enerji arz güvenliğini oluşturmaya yönelik politikalar izlemektedir. Sonuç olarak ise ABD temel enerji politikası, uygun fiyatlı tedarik, enerji arz güvenliğinin oluşturulması ile yenilenebilir enerji teknolojilerinin iyileşmesine olanak sağlayacak hedefler biçiminde sıralanmaktadır. Bu açıdan ABD, yenilenebilir enerji kaynaklarına Almanya ve Çin’den sonra en büyük yatırımı yapan üçüncü ülke konumundadır (Batı, 2013: 158; Çepik, 2015: 97).

1978’den beri ABD Ulusal Enerji Yasası’nın (NEA) güneş, rüzgar ve jeotermal enerji santralleri için vergi indirimi yapıldığı söylenmektedir (Uluatam, 2010: 39). 1978 yılında çıkarılan kanunla devlet tarafından ev sahiplerine, güneş panellerine yatırım yaptıkları taktirde hem vergi kredisi sağlandığı hem de kamu kuruluşlarınca tükenmeyen kaynaklardan ilk kez elektrik satın alabileceklerini talep ettiği gözlemlenmiştir (Scott, 2014: 432).

ABD’de son dönem politikaları incelendiğinde elektrik sektörünün, fosil yakıt olan kömürden yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldiği, dolayısıyla ülke enerji sektöründe geçişlerin yaşandığı bir dönemin ortasında olduğu, tükenmeyen enerji ve enerjiye yönelik yatırımları destekleyen politikaların bu süreci hızlandırdığı belirtilmektedir (Bailie ve diğ., 2016: 15). Bahsedilen geçiş döneminde kullanılan kömürden sonra gelen bir diğer enerji türünde üretimine 2000 yılında başlanılan kaya gazıdır ABD kaya gazı üretimi ve tüketimi arttıkça sera gazı emisyonlarının düşmesi ve doğal gazda dışa bağımlılığın azalması düşünülmektedir (Batı, 2013: 160).

ABD’de bu konuyla ilgili yasa ve yönetmeliklerin eyalet düzeyinde olduğu bilinmektedir. Birçok eyalet, belirli bir süre boyunca toplam elektrik üretiminin belirli bir yüzdesini tükenmeyen kaynaklardan üretmeyi amaçlamaktadır. Yatırım vergisi teşvikleri, ülkedeki güneş enerjisi projelerindeki artışta kilit rol oynamaktadır. Bu teşvikler, solar enerji sistemlerine yatırım yapan kişi veya şirketlere sistem maliyetinin %30’unu ödedikleri federal vergilerden indirim şeklinde almalarını sağlayan bir kuraldır. Yenilenebilir enerji için bir başka vergi teşviki de emlak vergilerinin düşürülmesidir. 38 eyaletin bu konuda vergi muafiyetleri veya indirimlerinin olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda son kullanıcı üzerinden alınan satışlar vergisi 29 eyalette tükenmeyen kaynaklarda kısmen yada tamamen indirimli uygulanmaktadır (ACCOR, 2016).

ABD güneş enerjisi pazarının dünyanın en büyük enerji pazarlarından biri olduğu gerçeği; uygun yasal düzenlemeler, eyalet ve federal teşvikler, yenilikçi programlar ve kapsamlı finansman fırsatları sayesinde yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşıldığı belirtilmektedir (ACCOR, 2016). Benzer biçimde, ABD’de solar enerji için hükümet politikası teşvikleri son dönemde önemli ölçüde arttı ve güneş enerjisi sözleşmeleri ve kredi programları, yasal vergi teşvikleri, indirimler konut güneş enerjisi teknolojisinin gelişimini etkileyen önemli faktörler haline geldi (Crago ve Chernyakhovskiy, 2014). Düzenleyici yönergelerden biri olan tükenmeyen enerji standardı, ABD perakende elektrik satışlarının %55’i için geçerlidir ve 2000 senesinden beri yenilenebilir elektrik üretiminin (%60) ve kapasite kullanım oranı artışının (%57) yarısından fazlasının uygulanan tükenmeyen portföy standardı ile alakalı olduğu gösterilerek tükenmeyen portföy standardı uygulamasında günümüze kadar rüzgâr enerjisinin ilk sırada yerini aldığı (%64), fakat 2015 yılında güneş enerjisinin öne çıktığı (%69) bilinmektedir (Galen, 2016: 2).

Yenilenebilir enerjiyle ilgili birçok vergisel teşviklerin ABD ve eyalet düzeyinde hem tüketicilere hem de işletmelere sunulduğu bilinmektedir. 2008 yılında Kurultay aracılığıyla kabul edilen ve finansal iyileşme şeklinde hitap edilen Enerji Verimliliği Yasası, jeotermal, rüzgar ve güneş gibi enerji kaynaklarına 18 milyar dolarlık enerji vergi teşvikinin sağlandığı ve 8 yıl süresince solar enerji sistemleri ile alakalı sanayi, konut ve ticari ürünlere yönelik %30 civarı vergi kredisi verildiği incelenmektedir (www.hausking.com – 01.12.2022).

Tükenmeyen enerji kaynakları için ABD'nin uyguladığı vergisel teşvikler; satış vergisi, gelir vergisi, emlak vergisi, kurumlar vergisi ve vergi iadesinden oluştuğu ve vergi teşviklerine emlak yada satış vergisi istisnaları, gelir yada kurumlar vergisi giderleri ve tükenmeyen enerji üretimi veya tükenmeyen enerji sistemleri üretimi için birtakım vergi iadelerinde katıldığı belirtilmektedir (Vasseur, 2016: 287).

ABD'de geçerli olan tükenmeyen enerji teşvikleri genel hatlarıyla hibe ve işletme desteklemeleri, üretim ve yatırım vergisi indirimlerinden oluşmaktadır (KPMG, 2016: 72-73). Bu açıdan üretim vergisi indirimleri; tükenmeyen enerji üretimlerinin bazı kısımlarında kullanılmaktadır (örneğin, rüzgar enerjisi, kapalı biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji kaynakları için 2,3 sent/kWh). Yatırım vergisi indirimi ise; küçük rüzgar türbini ve jeotermal enerji ısı pompaları, uygun yakıt hücresi yada mikro türbin varlıkları, güneş, jeotermal ve kojenerasyon şeklinde sunulmaktadır. İndirim tutarı için uygun bulunan maliyetlerinin %30'u kojenerasyon üzerine uygulanmış, %10'u ise jeotermal ısı pompaları ve mikro türbin tesisleri üzerine uygulanmıştır. Hibe; yatırım yapılabilir bir tesisin taşınmaz bir parçası olan, hibe alabilme imkanına sahip olan bir enerji tesisinin inşaat maliyetinin %30'una kadar nakit hibe alabilme seçeneklerine öncelik verebilen gayrimenkuller için geçerlidir. Öte yandan, tipik olarak yenilenebilir enerji portföy standartları biçimindeki işletme sübvansiyonları, özellikle elektrik tedarik firmalarının tükenmeyen kaynaklardan belirli bir oranda elektrik üretmeye zorunlu kılar ve aşağıda bahsedilen tükenmeyen enerji indirimleri gibi uyumlulukla ilgili bazı mekanizmaları açıklar: Şu anda 29 ABD eyaletinde ve Columbia Bölgesi'nde uygulanmaktadır (Ulusoy ve Daştan, 2018: 140).

5.7. Almanya'da Uygulanan Yenilenebilir Enerji Politikaları

AB'nin altı kurucu üyesinden biri olan Almanya, üye devletler içinde en kalabalık nüfusa sahip, 16 eyaletten oluşan federasyon yapısı olan ve ekonomik büyüklüğü incelendiğinde Japonya, ABD ve Çin'den sonra dördüncü sırada yerini alan AB'ye üye ülkeler içinde ise ilk sırada bulunan bir ülkedir. Ülkeler arasında Almanya, ekonomik üstünlüğü ile AB'nin hem siyasi hem ekonomik sürecinde önemli bir rol üstlenmektedir (Batı, 2013: 133). Petrol krizinin yaşandığı 1970'lerden günümüze enerji kaynaklarını belirlemek için çalışan ülkede Ar-Ge çalışmaları büyük destek görmüştür. Dönemin güneş enerjisi teknolojisi altyapısı sayesinde bugün Almanya güneş enerjisini en verimli şekilde kullanmaktadır. Ayrıca güneş enerjisi teknolojisinde lider olarak kabul edilen ülke konumundadır. Aynı zamanda rüzgar enerjisi kurulu gücünün büyümeye devam ettiği dünyanın en büyük 3. kurulu kapasiteli ülkesidir. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası (EEG), 2000 senesinde Almanya'da uygulanmaya başlanmış ve 2010 senesinde AB'nin "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Direktifi" ile son şeklini almıştır. Bu yönerge ile tükenmeyen enerji kaynak kullanımının teşvik edilmesi, enerji verimliliğinin artırılması, enerji tasarrufu, sera gazı yayılımının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. 2020 yılına kadar ulaşılması planlanan önemli üç yenilenebilir enerji hedefi belirlenmiştir. Bu hedefler incelendiğinde; tükenmeyen enerji

kaynakları oranının %20'ye, özellikle biyoyakıt oranının ulaşım sektöründe minimum %10'a çıkarılması, sera gazı yayılım oranının ise %20 azaltılması olarak gözlemlenmiştir. Her ülkenin yönergesinde tükenmeyen enerji kaynakları oranlarına yönelik 2020 hedefleri belirlenmiştir (Direktive 2009/28/EC).

Almanya, Haziran 2010'da Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planını (NREAP) açıklayarak bu hedefi %20'ye çıkarmıştır. Plan aynı zamanda yenilenebilir kaynakların 2020'de toplam elektrik talebinin %38,6'sını ve 2050'de ise %80'ini karşılamasını hedeflemiştir (Brown, 2013: 6-7).

Aynı zamanda Yenilenebilir Enerji Isı Yasası (Erneuerbare-Energien-Warmegesetz) 1 Ocak 2009'da Almanya'da yürürlüğe girmiştir. Bu yasa, bina sahiplerinin ısılarının bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmelerine izin vermektedir. Bu teknolojilerin kullanımını finansal olarak desteklemek için yetkiler getirilmiştir (Uluatam, 2010: 37).

Almanya, dünyadaki en iyi yenilenebilir enerji yasalarından ve teşviklerinden bazılarını sahiptir. Bu, net idari prosedürleri olan, yatırımcıların önünü açan ve belirsizliği azaltan bir sistem sayesinde. Almanya'da genel sisteme ek olarak her ülke ve idare için geçerli olan destek ve mekanizmalar bulunmaktadır. Örneğin, yenilenebilir enerji üretimi federal düzeyde iyi bir şekilde desteklenirken, eyaletler ısıtma ve soğutma ile ilgili belirli teknolojilere odaklanır. (Arık, 2016: 56-57).

Almanya'da yenilenebilir enerjiyi teşvik etmeye yönelik mekanizmalar incelendiğinde bu uygulamalar; desteklemeler, vergi düzenlemeleri, tarife garantisi, prim tarife garantisi, krediler ve kota sistemi biçiminde sıralanmaktadır (Ulusoy ve Daştan, 2018: 137).

Yenilenebilir enerji yasası, güneş rüzgar, jeotermal, biokütle ve hidroelektrik gibi kaynaklardan enerji üretimini tarife garantisi biçiminde desteklemektedir (Uluatam, 2010, s.37). 1991 yılında Almanya'da uygulanmaya başlayan Tarife Garantisi modeli tükenmeyen enerji teknolojilerinin iyileşmesine büyük destek olmuştur. Yenilenebilir enerji üretimi 2000 ve 2008 yılları içinde %200'den fazla artarak %6 oranından %15'e yükselmiştir. Birçok enerji üreticisi de piyasaya girişlerini sağlamıştır. Tarife garantisi modelindeki fiyatlar üretim maliyetine yakın olacak şekilde saptanmaktadır. 2000 yılından beri alım garantisi 20 yıl süreyle verilmektedir (Çelikkaya, 2017, s.8-9). Her tarife oranı ve satın alma garantisi oranı, kullanılan kaynağın türüne göre değişmektedir. Alım ve tarife garantileri; hidroelektrik santralleri için 3,50 – 12,52 cent/kWh değerinde iken, çöp gazı için 3,80 – 8,42 cent/kWh değerinde, rüzgâr için 4,95 – 19,40 cent/kWh değerinde, biyokütle için 5,85 - 23,73 cent/kWh değerinde, güneş için 9,23 – 13,50 cent/kWh değerinde ve jeotermal için ise yıllık yasal sabit ödeme 25,20 cent/kWh değerindedir (KPMG, 2016: 30-33).

Almanya, çevresel ve yenilenebilir enerji programlarını destekleyen KfW Bankengruppe adında bir ulusal kalkınma bankasına sahiptir. Başta rüzgar enerjisi olmak üzere birçok yenilenebilir kaynaklara destek olmuştur. İlk 3 yılda geri ödemesiz olacak biçimde verilen krediler 5, 10 ve 20 yıl için %4,15 ile %4,45 arasında piyasa faiz oranıyla tasarlanmıştır (Bayraktar ve Kaya, 2016: 8-9). Ayrıca, ticari işletmeleri enerji verimliliği önlemlerine yatırım yapmaya teşvik etmek için KfW Enerji Verimliliği Programı bulunmaktadır. Bu program, düşük faiz oranlı teşvikler ile iade primleri sunmaktadır. Yatırım maliyetlerinin %100'ü ve projeye başlamak için ise 25 milyon Euro'ya kadar finansman desteği sağlanmaktadır. Yine ilk üç yıl içinde geri ödemesiz krediler verilmektedir (KPMG, 2016: 31).

Almanya Federal Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı, büyük ölçekli çevresel pilot projeleri finanse eder ve çevre sorunlarını yönetir. Bu durumda finansman ise, faiz

sübvansiyonu veya faiz hibeli kredi biçiminde sunulmaktadır. Faiz hibeleri, kredilerin %70'ine, sağlanan finansman giderlerinin ise %30'una kadar olmalıdır (KPMG, 2016: 31).

Almanya'da 1999 yılından beri elektriğe yönelik vergi uygulanmaktadır fakat tükenmeyen kaynaklardan üretilen elektrik bu vergiden muaftır ve sübvansiyon edilmektedir (Çelikkaya, 2017: 9; OECD, 2012: 6). Ayrıca, biyoyakıtı en çok destekleyen AB'nin üye ülkesi olan Almanya, 2007'den bu yana biyoyakıt üretimini artırmak için çok çeşitli vergi teşvikleri uygulamaktadır (Çelebi ve Uğur, 2015: 34).

Almanya'da 1 Mart 2016 tarihinde yürürlüğe konan, sadece güneş pillerini ele alan bir sübvansiyon programı bulunmaktadır. Bu program ile daha ileri düzey teknolojiye sahip, dayanıklılığı daha uzun olan ve daha yüksek depolama kapasitesine sahip şarj edilebilir piller üretilmektedir. Bu kriterleri karşılayan işletmelere, bahsedilen pillerin üretilmesi için hibe verilmektedir (Arık, 2016: 57).

Avrupa Birliği kapsamındaki tükenmeyen enerji sübvansiyonlarının diğer ülkelere uygulanması şunları içermektedir: Avusturya'da uygulanan tarife garantilerinin süreleri hem sıvı hem katı biyokütle/biyogaz için 15 yıl geçerlidir, diğer tüm tükenmeyen enerji teknolojileri için ise 13 yıl geçerlidir. Fotovoltaik enerji santralleri için (5 kWp'den daha az) uygulanan mevduat sübvansiyonları ile tesisler %6'lık oranda bir sermaye getirisi elde edebilmektedirler (KPMG, 2016: 15). Belçika'da tek seferlik enerji tasarrufu ihtiyacını karşılayan varlıklara yönelik artırılmış yatırım indirimi uygulanmaktadır (yatırım payının %13,5'ine eşittir). Kurulum maliyetlerinin %40'ı vergi matrahından düşülebilir. Kurumlar vergisi indirimi %13,5 olarak hesaplanırken, KDV indirimi ise %6 olarak belirlenmiştir (Bayraç ve Çildir, 2017, s. 208). Ayrıca rüzgar türbinleri, biyokütle, fotovoltaik paneller ve atık tesisleri de teşviklerden yararlanabilecek yatırımlar listesinde yer almaktadır (KPMG, 2016, s. 16). Fransa'da ise 2011 senesinde hızlandırılmış vergi amortismanı reddedilmiş olsa da şirketler bazı donanımlar için azalan bakiyeler yoluyla amortisman yöntemini kullanmayı sürdürmektedirler. Ar-Ge vergi indirim kredisi, harcama yılında kurumlar vergisinden düşülen 100 milyon Euro'ya kadar olan araştırma harcamaları için %30 ve 100 milyon Euro'nun üzerindeki Ar-Ge harcamaları için %5'tir. Konut için indirimli vergi oranı ise %5,5 olarak gözlemlenmiştir (KPMG, 2016, s.27). Öte yandan birçok ülkede olduğu gibi Fransa'da da 2000 senesinde ihale sistemi kaldırılmıştır (Bayraç ve Çildir, 2017, s.209). AB'ye üye ülkelerin çoğunda farklı teşvik mekanizmaları uygulanmaktadır. Bu mekanizmalardan bazıları şunlardır; İrlanda Ar-Ge faaliyetlerinde ek %25 indirim sağlamaktadır. Lüksemburg'da yaklaşık 1-4 kW kapasiteli solar sistemler için gelir vergisi istisnası gerçekleştirilmektedir. Portekiz ve Hollanda'da ise yaklaşık %40 oranında bir yatırım indiriminin gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Çek Cumhuriyeti biyoyakıtlara ÖTV muafiyeti planlamaktadır ancak uygulamada mineral kaynaklara uygulanan vergi de yer almaktadır. Polonya'da fotovoltaik sistemli inşaatlar için emlak vergisi muafiyeti sağlanmaktadır (Çelikkaya, 2018, s. 368).

5.8. Türkiye'nin Teşvik Politikalarına Yönelik SWOT Analizi

SWOT Analizi, ilk defa Heinz Weihrt adlı profesörün yayınladığı "Long Range Planning" adlı makalesiyle ortaya çıkmıştır (Cebecioğlu, 2006: 79). Bu analiz yönteminde amaç, ele alınan konunun iç ve dış çevresini inceleyip olumlu ve olumsuz yönleriyle yeniden değerlendirilmesine imkan sağlamaktır. Değerlendirmenin en uygun şekilde yapılması durumunda elde edilen planlar etkin bir gelişme gösterebilmektedir (Tüysüz ve Öncel, 2022: 656).

Türkiye bulunduğu coğrafi konumu itibariyle sahip olduğu enerji kaynak potansiyelleri ve bununla birlikte ihtiyaç duyduğu enerjinin mevcut durumu düşünüldüğünde, tükenmeyen enerji kaynaklarının Güçlü/Üstün (S), Güçsüz/Zayıf (W), Fırsatlar (O) ve Tehditler/Tehlikeler (T) şeklinde bir bütün olarak incelenmesi gerektiği ön görülmüştür. Bu bilgiler ışığında çalışmanın buraya kadar anlatılan kısımlarından da hareketle Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik politikalarının incelenmesi, SWOT Analizi yöntemiyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır (Doğan, 2015; Yılmaz, 2018b; Gürcün ve Petek, 2021).

Tablo 17. Türkiye'nin Teşvik Politikalarına Yönelik SWOT Analizi

S: Güçlü Yönler	W: Zayıf Yönler
- Türkiye bulunduğu coğrafi konum itibariyle tükenmeyen kaynaklar açısından büyük potansiyel teşvik etmektedir. Bu durum Türkiye'nin tükenmeyen enerji kaynaklarına geçişi kolaylaştırmaktadır. - Tükenmeyen enerji kaynaklarının bolluğu sayesinde enerji santrallerimizin uzun dönemli kullanılabilir durumda olması, yabancı yatırımcıların ülkemize yönelimlerini arttırmaktadır. - Tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik küçük ölçekli üretim tesislerinin lisans alma şartı bulunmamaktadır. - Türkiye, tükenmeyen enerji üretiminde FIT (Sabit Fiyat Garantisi) politikasını kullanmaktadır. Kullanılan bu politika yatırım maliyetlerini düşürmekte bu durum ise orta seviyede verimli santraller için kazanç sağlamaktadır. - Tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik üretim tesislerine verilen kullanma izni, kira ve irtifak hakkı bedellerine yaklaşık %85 indirim yapılmaktadır. - Türkiye'deki kurulu barajlarda ÇED yaklaşımı uygulanmaya başlanmıştır. - Ülkemizde enerjide dışa bağımlılığı bitirmek ve arz güvenliğini sağlamak için 4628 ve 5346 sayılı önemli kanunlarımız bulunmaktadır.	- Coğrafi konum itibariyle ne kadar iyi bir potansiyele sahip olsak ta orta kuşakta bulunmamız mevsim değişikliklerinin yaşanmasına bu durum ise güneş enerjisi gibi bazı enerji kaynaklarının potansiyellerinin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. - Türkiye'nin ekonomik durumu düşünüldüğünde diğer yatırımlara kıyasla YEK'e yapılan yatırım paylarının yetersiz olduğu gözlemlenmektedir. - Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum aşamasındaki maliyetinin yüksek olması, özellikle kısa sürede tüketicilere yüksek vergi şeklinde yansıtılmaktadır. - Elimizde bulunan YEK potansiyelinden maksimum verim alınamamaktadır. - Türkiye'de YEK'e yönelik politikaların yetersiz olmasının yanı sıra hazırda bulunan politikalarında etkin şekilde uygulanmadığı gözlemlenmektedir. - Her ne kadar Güneş-ısı panelleri üretiminde 2.sırada yer alsak ta PV konusunda alt seviyelerde konumlanmaktayız.
O: Fırsatlar	T: Tehditler
- Tükenmeyen enerji sektörünün hızla gelişmesi yeni iş olanakları sunarak var olan işsizlik sorununa çözüm getirir. - Bu enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar dış güçlere karşı rekabet etme gücünü artırır. Enerjide ithalatı azaltır. - Türkiye'de YEK'e yönelimin artması ve beraberinde yeni teşvik politikalarının oluşturulması hem iktisadi açıdan hem de sosyal ve çevresel açıdan iyileşmeyi sağlamaktadır. - Tükenmeyen enerji projeleri bulunduğu bölgedeki kaynakları kullanarak kırsal alandaki kalkınmayı teşvik eder ve sosyoekonomik gelişmelere katkıda bulunur.	- Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artış sebebiyle ülkemize yönelen göç nüfus üzerinde ciddi artışa neden olmaktadır. Nüfustaki bu artış kamu harcamaları ile birlikte kaynak kullanımındaki ciddi artışları da ortaya çıkarmıştır. Bu durum enerji projelerinde oluşabilecek finansman problemlerini doğurmaktadır. - Teknolojideki yetersizlik ve enerji ekipmanlarındaki eksiklik ithalata olan bağımlılığımızı arttırmakta, bu durum ise cari açığa sebep olmaktadır. - Ülkemizde oluşan cari açık yabancı kaynaklara duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Çözüm olarak yerli teknolojilere yönelik Ar-Ge çalışmaları artırılmalı, yatırım risklerini azaltacak uzun dönemli mevzuatlar oluşturulmalıdır.

Kaynak: Yazar tarafından düzenlenmiştir.

6. SONUÇ

Enerji kavramı, geçmişten günümüze canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için önem teşkil eden bir konudur. En genel özelliğiyle iş yapabilme yeteneği olarak bilinir. Enerji refah ile doğrudan ilişkili olup ülkelerin kalkındırılması açısından önemli bir kavramdır. Enerjiye olan ihtiyaç, nüfusun artmasıyla gelişen sanayi sektörü ile birlikte daha da artmaya başlamıştır. Bu durum enerji sorununu gündeme getirmiş başlıca kaynak olarak fosil kaynaklar tercih edilmiştir. Sanayi devriminden itibaren enerji kaynaklarının yoğun kullanımı, yenilenemeyen enerji kaynaklarından karşılanmaya çalışılmış, yenilenemeyen enerji kaynaklarının doğada dengeli dağılamaması ve bir süreden sonra kendini yenileyememesi durumu su ve hava kirliliği gibi pek çok kirliliğe sebep olmuş buda doğal dengenin bozularak çeşitli iklim değişikliklerini ortaya çıkarmış ve küreselleşmeyi ciddi boyutlara taşımıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara kıyasla doğada tükenmemesi, kendini yenilemesi ve kullanımı sonrasında atık bırakmamasından dolayı çevre dostu bir enerji türü olarak bilinmektedir. Her ülkenin karşılaştığı enerji sorunları, fiyatlardaki dengesizlik, ödemeler dengesindeki dengesizlik, gider dağılımı dengesizliği ve işsizlik gibi genel iktisadi sorunlar içerisinde sanayi devriminden bu yana ortaya çıkan ve diğer sorunlarla doğrudan veya dolaylı olarak bağlantılı olan bir problemdir. Enerji, iktisadi, toplumsal ve coğrafi dünya düzeninin gelecekteki belirleyicilerinden biridir ve çağdaş dünya siyasetinin belirlenmesinde stratejik öneme sahip olmaya devam etmektedir. Bu yüzden geleceğin yenilenebilir enerji teknolojilerine sahip ülkeler tarafından şekillendirileceğine inanılmakta ve enerjinin bir gün tükenebileceği ön görülmektedir.

Tükenmeyen enerji kaynaklarına yatırım yapmak, kamusal çevre hedeflerine ulaşmada büyük ölçüde katkı sağlayabilir. Üstelik tükenmeyen enerji teknolojisinin yeni olması sebebiyle, başlangıç maliyeti yüksek olabilmektedir. Aynı zamanda tükenmeyen enerjinin artan payı, mineral yakıtlar için belirsiz piyasalara karşı oldukça büyük enerji güvenliği gibi başka kamu politikası hedeflerine katkı sağladığı öne sürülmektedir. Yenilenebilir enerji, mineral yakıtlar kadar rekabetçi değildir. İtme mekanizması olmadan uygulama zordur. Gelişimini desteklemek için kamu müdahalesinin yokluğunda, üretim maliyetleri fosil yakıt alternatiflerinden daha yüksektir. Bu nedenle teşvik politikalarına ihtiyaç vardır.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu ülkelerde enerji kullanımı arttırmak, iktisadi açıdan çeşitli faydalar sağlamak ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek açısından hem vergisel hem de vergi dışı birçok politika uygulanmaktadır. Bu politikalar arasından tükenmeyen enerji sektörünün gelişmesini ve iyileşmesini sağlamak için düzenleyici ve vergisel teşvik politikaları önemli bir rol üstlenmektedir. Düzenleyici politikaların amacı kurallar oluşturmak ve bu kurallar neticesinde yönetmelikler belirlemektir. Kota uygulamaları, pirim garantisi, FIT, REC, ihale yöntemi gibi çeşitli alt başlıklardan oluşmaktadır. Vergisel teşvikler ise tükenmeyen enerji kullanımlarını arttırmak için sağlanan finansal teşviklerdir. Bahsedilen bu iki politikanın birlikte kullanılması tükenmeyen enerji sektörünün gelişmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Çalışmada bahsedilen ülkeler (Brezilya, Hindistan, Çin, ABD, Almanya ve Türkiye) incelendiğinde hepsinin birbirinden bağımsız teşvik politikalarını kullandıkları ve farklı sonuçlarla karşılaştıkları gözlemlenmiştir. Örneğin Brezilya, her ne kadar enerji üretimi global olarak mineral yakıtlardan karşılanırsa da Brezilya'da bu kaynaklar ikinci plana atılarak farklı bir durumun yaşandığı gözlemlenmiştir. Nükleer kaynaklar ile hidrolik enerjilerin kullanım sırası incelendiğinde ilk sıralarda yerini almaktadır. Ayrıca dünyanın en temiz enerji kaynaklarını kullanmada lider

konumdadır. İlk etapta PROINFA adı verilen küçük hidrolik santraller ve rüzgara yönelik bazı projelerle sözleşme yapılarak oluşturulan bir uygulama kullanmışlardır. Daha sonrasında ihale yöntemine geçmişlerdir.

Hindistan, en büyük dördüncü rüzgar enerjisi üreticisidir. ABD'den sonra güneş enerjisinde de bu başarıyı elde etmek için gümrük vergisi muafiyeti başta olmak üzere çeşitli mali teşvikler uygulanmıştır. Bu teşviklerin amacı, başta temiz enerji olması sebebiyle çevresel sürdürülebilirliği desteklemek, enerji güvenliğini sağlamak ve ülke genelinde enerjiye erişiminden kaynaklı var olan problemleri çözmektir. Uygulanan bu politika sayesinde Hindistan, 2022 yılında istenilen konuma gelmiştir.

Çin, günümüzde tükenmeyen enerji konusunda özellikle rüzgar ve güneş enerjisinde önde gelen ülkeler arasında konumlanmaktadır. Bunun sebebi ise diğer politikalara kıyasla daha etkili olan ihale sistemi ile sübvansiyon gibi teşvik politikalarını kullanmasından kaynaklanır.

Amerika Birleşik Devletleri, tükenmeyen enerji politikalarına yönelik yasa ve yönetmeliklerin eyalet düzeyinde olduğu bilinmektedir. Birçok eyalet, belirli bir süre boyunca toplam elektrik üretiminin belirli bir yüzdesini tükenmeyen kaynaklardan üretmeyi amaçlamaktadır. Yatırım vergisi teşvikleri, ülkedeki güneş enerjisi projelerindeki artışta kilit rol oynamaktadır. Bu teşvikler, solar enerji sistemlerine yatırım yapan kişi veya şirketlere sistem maliyetinin %30'unu ödedikleri federal vergilerden indirim şeklinde almalarını sağlayan bir kuraldır. Yenilenebilir enerji için bir başka vergi teşviki de emlak vergilerinin düşürülmesidir. 38 eyaletin bu konuda vergi muafiyetleri veya indirimlerinin olduğu bilinmektedir.

Almanya, tükenmeyen enerji kaynaklarının üretimini tarife garantisi mekanizmasıyla desteklemektedir. 1991 yılında Almanya'da uygulanmaya başlayan Tarife Garantisi modeli tükenmeyen enerji teknolojilerinin iyileşmesine büyük destek olmuştur. Uzun dönemli sabit bir tarife sunarak enerji üreticilerinin yatırım yapmalarını teşvik etmiştir. Ayrıca bu politika ülkenin karbon salınımının azaltılarak çevresel sürdürülebilirliğini korumasına ve tükenmeyen enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin arttırılmasına neden olmuştur.

Türkiye, jeopolitik yapısı itibarıyla yüksek bir potansiyele sahiptir. Ayrıca tükenmeyen enerji potansiyeli açısından da iyi konumlandığı gözlemlenmektedir. Fakat Türkiye, enerji ihtiyacının büyük bir kısmını mineral kaynaklardan karşıladığı için özellikle güneş ve rüzgar gibi kaynakların kullanımı hala istenilen seviyede değildir. Bu durum enerjide dışa bağımlı olduğumuzu göstermektedir. Tükenmeyen enerji politikalarına destek verilmesi, enerji arz güvenliğinin iyileşmesi açısından oldukça önemli olacaktır.

Türkiye'de tükenmeyen enerji teşvik politikalarının başlangıcı 2005 yılına kadar gitmektedir, ancak genel olarak 2010'dan bu yana getirilen yeni düzenlemeler yenilenebilir enerji trendine ivme kazandırmıştır. Başlangıçtan günümüze bu politikalar incelendiğinde 2005 yılı 5346 sayılı kanunla sabit fiyat garantisi getirilmiş olup 2010 yılı 6094 sayılı kanunla daha da desteklenmiştir. 2013 yılı 6446 sayılı kanunla tükenmeyen enerjiye yönelik vergi avantajları sağlanmış damga vergisi, KDV, kurumlar vergisi gibi çeşitli vergilerden muafiyet getirilmiş ve tüm enerji üretim tesislerine lisanssız üretim hakkı sunulmuştur. 2016 yılında ihale sistemi oluşturularak uygulanmaya başlanmıştır. Bu sistem rekabetçi ortamı doğurmuş aynı zamanda güneş enerjisi potansiyeline ivme kazandırmıştır. 2019 yılında ise tükenmeyen enerji üreticilerine aylık olarak mahsuplaşma hakkı tanınmıştır. Bu dönemde net ölçümleme politikasına geçen Türkiye tükenmeyen enerji konusunda önemli yollar katetmiştir.

KAYNAKÇA

- Abolhosseini, S. & Heshmati, A. (2014). The main support mechanisms to finance renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 876-885.
- Abolhosseini, S. Heshmati, A. & Altmann, J. (2014). A review of renewable energy supply and energy efficiency technologies.
- Acar, E. & Doğan, A. (2008). Türkiye'nin rüzgar ve hidroelektrik enerji potansiyeli ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES, 2008*, 17-19.
- Acer, Y. Aydın, E. Demirkan, O., Çelikpala, M., Ekinci, A. C., İpek, P., ... & Yüksel, H. (2011). *Kritik Enerji Altyapı Güvenliği Projesi Sonuç Raporu*. International Strategic Research Organization (USAK).
- Açıkgöz, Ö. (1998). *Alternatif politikalar Açısından Türkiye, Türkmenistan ve Azerbaycan Enerji Sektörlerinin Analizi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Adaçay, F. R. (2014). Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 87-103.
- Ahmet, Ö. Şaşmaz, M. Ü. & Bahtiyar, E. (2015). Türkiye'de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgar Enerjisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2015(1), 85-93.
- Akdoğan, İ. & Kovancılar, B. (2022). Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Dostu Yenilenebilir Enerji Politikalarının Teşvik Türleri Açısından Değerlendirilmesi. *Yönetim Ve Ekonomi Dergisi*, 29 (1), 69-91. <https://doi.org/10.18657/yonveek.1004872>
- Aksu, C. (2011). Güney Ege Bölgesi (Aydın-Denizli-Muğla) Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu. *TC Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA)*. Erişim adresi <https://docplayer.biz.tr/2584980-Guney-ege-bolgesi-aydin-denizli-mugla-yenilenebilir-enerji-calisma-raporu.html>
- Aktacir, M. A. (2014). Doğal Gaz Tesisatı. *Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Ders Notu*.
- Alizamir, S. de Véricourt, F. & Sun, P. (2016). Efficient feed-in-tariff policies for renewable energy technologies. *Operations Research*, 64(1), 52-66.
- Alniak, M. O. (2006). Milli Güvenliğin Bir Unsuru Olarak Enerji Politikalarının Analizi . *Türkiye'de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu Kitabı, İstanbul*, 150.
- Alves, Bruno. (2020) Renewable Energy Generation Capacity in Brazil from 2010 to 2019. *Statista*. 17 August 2020.
- Anadolu Ajansı (AA), (2013). Dünyanın İlk Nükleer Santrali Güvenli Enerjinin Sembolü, Erişim adresi <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/dunyanin-ilk-nukleer-santrali-guvenli-enerjinin-sembolu/233646>
- Apergis, N. & Danuletiu, D. C. (2014). Renewable energy and economic growth: Evidence from the sign of panel long-run causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4 (4), 578-587.
- Aquila, G. de Oliveira Pamplona, E. de Queiroz, A. R. Junior, P. R. & Fonseca, M. N. (2017). An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1090-1098.
- Aquila, G. de Oliveira Pamplona, E. de Queiroz, A. R. Junior, P. R. & Fonseca, M. N. (2017). An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1090-1098.
- Arık, A. (2016). *Yenilenebilir Enerji Politikalarının Sürdürülebilirliği: Ab Ülkeleri Ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme*, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu. <http://www.earsiv.odu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11489/468>.
- Aydın, İ. (2013). Balıkesir'de rüzgâr enerjisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 18 (29), 29-50.
- Ayoub, A. (2006). Sécurité des approvisionnements pétroliers: quelles perspectives?. *Revue politique et parlementaire*, (1039), 39-47.
- Bahar, H. (2017). Renewables 2017. *IEA Report, Tokyo*.

- Bailey, S. Brinker, D. Curtis, H. Jenkins, P. & Scheiman, D. (1997). Solar cell calibration and measurement techniques. In *IECEC-97 Proceedings of the Thirty-Second Intersociety Energy Conversion Engineering Conference* (Cat. No. 97CH6203) (Vol. 1, pp. 412-415). IEEE.
- Bailie, A. Deyette, J. Clemmer, S. Cleetus, R. ve Sattler, S. (2016). Capitalizing on the Clean Power Plan and renewable energy tax credits. *The Electricity Journal*, 29 (6), 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2016.07.001>.
- Bakanlığı, M. E. (2012). Yenilenebilir enerji kaynakları ve önemi. *Ankara: MEB*.
- Batı, O. (2013). *Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Uluslararası İktisat Bilim Dalı, İstanbul.
- Batı, O. (2013). *Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Uluslararası İktisat Bilim Dalı, İstanbul.
- Batı, O. (2013). *Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Uluslararası İktisat Bilim Dalı, İstanbul.
- Batı, O. (2013). *Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Bayraç, H. N. (2005). Uluslararası petrol piyasasının ekonomik analizi. *Osmangazi Üniversitesi*, 67. Erişim adresi <http://www.tek.org.tr/dosyalar/BAYRAC-ENERGY.pdf>.
- 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. & Çildir, M. (2017). AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 201-212. <http://ijmeh.org/index.php/zkesbe/article/view/1807>.
- Bayraç, N. (2011). Enerji kullanımının küresel ısınmaya etkisi ve önleyici politikalar, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (2), Eskişehir.
- Bayraktar, Y. ve Kaya, H.İ. (2016). Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Rüzgâr Enerjisi Açısından Bir Karşılaştırma: Çin, Almanya ve Türkiye Örneği, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2 (4)
- Beck, F. & Martinot, E. (2004). Renewable energy policies and barriers.
- Belo M. (2020). HydroPower Project. NS Energy.
- Bengt J. (2013). Security Aspects of Future Renewable Energy Systems: A Short Overview, *Energy*, Cilt. 61, s. 601.
- BETD (2019). Key Facts About the Energy Transition in Germany, https://2019.energydialogue.berlin/wpcontent/uploads/2019/04/betd_press_factsheet.pdf.
- Biyoyakıtlar İçin Kamu Politikaları-Dünya.Arge7, 2016.
- BNDES. Brezilya kredi sistemi, https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndesrenovabio!/ut/p/z1/rVNNc9owFPwr6cFHleEPDL25YKDFKaGUEnzJSLYM6mDjKwST5Nf38dV2aEsmM_XJem_1vLtvjVN8j1NJG7GmVihJt3BepZ2HcDbqjyO_nYyStktmi7dbN4de9Qj5cHAPnHEXGcQjvpTeKxPyUJCb76JBp4ob8IYzLpuvgbTnGaSVvZDV4xmXPzIKSxwtbZgYFDNqrkDimEpDITtOTSKuOQrZAbalCl1VrTEt6KWub7xmEG0lyqhjKh9uOrTOR4VWSM8HaWl1LkPeRzP0A9j3mIMsbcoCg8v5Od5FzRm15Xk1vWCoq2_7t2ugRe0GCVkofH8knWlBfypCmSqRpU8UIBmIFg3NoUs1RRz8Kest1Tea53VGUC4RL4Uxipub_SFTLPiKGW6VPp5LVsOlhgsDEtNrJP0huQSMBoLloIQYkuHs8yiO3EvA9KMXk2jcTwI_nrRHPe8EuGLUCowOfzN6cheSWTDEIaJRaD AC8bwXd4IZUuYfzN5xfF7FIVVeW8Wv_ABKfH98TCOIqZKWP9kT5j_nFOiut4od_7IIMq8LvD QvuOa6VWsob6ytzHuHOGS327UO91tr1bSYhkoFIyul7Z6JEZafYiygm8Y6hCprABigDvoqHN1JvHm3DlG5Z_R21dfTd9fxG2UAU8vNeGqXJRd7xmIrlPMILm5jz0_Zs_eS8GX07gcOLZe_/dz/d5/L2dBI SEvZ0FBIS9nQSEh/
- Brazil Statistics. (2018). International Hydropower Association.

- Brown, P. (2013). European Union Wind and Solar Electricity Policies: Overview and Considerations, CRS Report for Congress, <https://www.fas.org/sgp/crs/row/R43176.pdf>.
- Byrne, J. (2016). Trends in Renewable Energy Investment 2016. *Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF*.
- Cavaliere, C. K. N. & Da Silva, E. P. (2005). Electricity generation: regulatory mechanisms to incentive renewable alternative energy sources in Brazil. *Energy policy*, 33(13), 1745-1752.
- Cebecioğlu, C. (2006). *SWOT analizi ve bir işletme üzerinde uygulaması* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Celebi, A. & Uğur, A. (2015). Biyoyakıtlara Yönelik Mali Teşvikler: Türkiye Açısından Bir değerlendirme. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(2), 24-45. <http://dergipark.gov.tr/hakisderg/issue/>.
- Cherp, A. & Jewell, J. (2011). The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration. *Current opinion in environmental sustainability*, 3(4), 202-212.
- Cherp, A. & Jewell, J. (2011). The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration. *Current opinion in environmental sustainability*, 3(4), 202-212.
- China Energy Portal, 2017 Electricity & Other Energy Statistics (update of June 2018), 2018. [Online]. Available: <https://chinaenergyportal.org/en/2017-electricity-other-energy-statistics-update-of-june-2018/>.
- CNREC (2019), China Renewable Energy Outlook-Energy Transition towards 2050, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/CREO2019_-_Executive_Summary_2019.pdf.
- Cox, S. & Esterly, S. (2016). *Feed-in tariffs: Good practices and design considerations* (No. NREL/TP-6A20-65503). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- Crago, C. L. ve Chernyakhovskiy, I. (2014). *Solar PV Technology Adoption in the United States: An empirical investigation of state policy effectiveness*. Ag-ricultural & Applied Economics Association's, 2014 AAEA Annual Meeting, Minneapolis, MN, (July 27-29).
- Criscuolo, C. Johnstone, N. Menon, C. & Shestalova, V. (2014). Renewable energy policies and cross-border investment: Evidence from mergers and acquisitions in solar and wind energy.
- Criscuolo, C. Johnstone, N. Menon, C. & Shestalova, V. (2014). Renewable energy policies and cross-border investment: Evidence from mergers and acquisitions in solar and wind energy.
- Çelikkaya, A. (2017). Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme, *Sayıştay Dergisi*, 104 <https://www.sayistay.gov.tr/tr/Upload/95906369/files/dergi/pdf/der104m1.pdf>.
- Çelikkaya, A. (2018). Dünyada Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Vergi Teşviklerinin Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (1), 357-384.
- Çelikkaya, A. (2018). Dünyada Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Vergi Teşviklerinin Değerlendirilmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (1) <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/492399>
- Çepik, B. (2015). *Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde Türkiye'de yenilenebilir enerji politikaları*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Çetin, A. (2014). Ülkemizin jeotermal enerji kapasitesi ve yapılabilecekler. *Geleceği Önemseyenler Derneği. Ankara*.
- Çıtak, E. & Pala, P. B. K. (2016). Yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (25), 79-102.
- da Silva, R. C. de Marchi Neto, I. & Seifert, S. S. (2016). Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 328-341.
- de Melo, C. A. de Martino Jannuzzi, G. & Bajay, S. V. (2016). Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 222-234.

- Demirel, Y. (2012). *Energy: production, conversion, storage, conservation, and coupling*. Springer Science & Business Media.
- Demirtaş, C. (2022). İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri: Sektörler Üzerine İnceleme.
- Demirtaş, Ö. (2013). Enerji Piyasasındaki Son Gelişmeler ve Kaya (Şeyl) Gazı . *İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü, Haziran 2013. Erişim adresi* https://ekonomi.isbank.com.tr/userfiles/pdf/ar_06_2013.pdf.
- Dhabi, A. (2020). Irena. *Renewable energy statistics*. <http://resourceirena.irena.org/>.
- Dinçer, İ. & Rosen, MA (1999). Enerji, çevre ve sürdürülebilir kalkınma. *Uygulanan enerji* , 64 (1-4), 427-440.
- Dinçer, M. Z. & Aslan, Ö. (2008). Sürdürülebilir kalkınma, yenilenebilir enerji kaynakları ve hidrojen enerjisi: Türkiye değerlendirmesi. *İstanbul: İTO Yayını*.
- Directive 2009/28/EC of the European Parliament and The Council of 23.04.2009 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>.
- Doğan, N. (2015). The place of renewable energy sources in energy sector in Turkey: SWOT analysis. *IIB International Refereed Academic Social Sciences Journal*, 6 (17), 118-142.
- Dokuzlar, B. (2006). *Dünya güç dengesinde yeni silah doğalgaz: (Orta Asya'dan-Avrupa'ya)* (Vol. 125). IQ Kültür Sanat Yayıncılık.
- DPT, (2001). *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Erişim adresi <http://www.maden.org.tr/meslegimiz/oik616.pdf>.
- DSİ (2020), *Hidroelektrik Enerji*, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/enerji.pdf?sfvrsn=2>
- Duić, N. Juretić, F. Zeljko, M. & Bogdan, Z. (2005). Croatia energy planning and Kyoto Protocol. *Energy Policy*, 33 (8), 1003-1010.
- Durukan, A. & Yılmaz, M. (2021). Yenilenebilir Enerjinin Önemi Ve Latin Amerika Coğrafyasındaki Yeri: Brezilya Örneği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 61(1), 339-358.
- Durukan, A. & Yılmaz, M. (2021). Yenilenebilir Enerjinin Önemi Ve Latin Amerika Coğrafyasındaki Yeri: Brezilya Örneği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 61(1), 339-358.
- Dutra, R. M. & Szklo, A. S. (2008). Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: Scenarios for the Alternative Energy Sources Incentive Program (PROINFA) under the New Brazilian electric power sector regulation. *Renewable Energy*, 33(1), 65-76.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. (2009). Türkiye Enerji Raporu. Aralık 2009. Erişim adresi https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/enerji_raporu.pdf *DSİ 2018 Yılı Faaliyet Raporu*.
- Dwyer, S. & Teske, S. (2018). Renewables 2018 global status report. *Renewables 2018 Global Status Report*.
- Dwyer, S. & Teske, S. (2018). Renewables 2018 global status report. *Renewables 2018 Global Status Report*.
- EESİ (2019). Jobs in Renewable Energy, Energy Efficiency, and Resilience, EESİ Fact Sheet, <https://www.eesi.org/papers/>.
- EPDK. (2021a). Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu. EPDK. Ankara.
- Erkan, A. Ç. (2014). Küresel Doğal Gaz Krizlerine Karşı Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanması Ve Enerji Arz Güvenliği İçin Kriz Yönetimi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü-Sosyal Bilimler Dergisi*, (7).
- Eser, L. Y. & Polat, S. (2015). Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye Ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları. *Gümüşhane University Electronic Journal of the Institute of Social Science/Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 6(12).
- Ethanol Industry Outlook Renewable Fuels Associations (RFA) 2019.

- ETKB (2020). <https://enerji.gov.tr/>
- ETKB. (2021i). YEKA Modeli . <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-uretim-faaliyetleri-yeka-modeli>.
- Foster, E. Contestabile, M. Blazquez, J. Manzano, B. Workman, M. & Shah, N. (2017). The unstudied barriers to widespread renewable energy deployment: Fossil fuel price responses. *Energy Policy*, 103, 258-264.
- Fraunhofer ISE Institute, Photovoltaics Report 2018, Report, Frankfurt, 2018.
- Galen, B. (2016). *U.S. Renewables Portfolio Standards 2016 Annual Status Report*, by the National Electricity Delivery Division of the Office of Electricity Delivery and Energy Reliability of the U.S. Department of Energy.
- Genel Müdürlüğü. <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletimistatistikleri>.
- Geothermal Energy Association (GEA), (2012), Why Support Geothermal Energy?.
- Gooch, J. W. (Ed.). (2011). *Encyclopedic dictionary of polymers* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Gökçe, C. (2014). Önemli Bir Enerji Girdisi Olan Petrolün Ekonomik Kalkınma Sürecindeki Rolü. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 143-154.
- Guliyev, F. (2020). Trump's America first energy policy, contingency and the reconfiguration of the global energy order. *Energy Policy*, 140, 111435.
- Gültekin, Esmâ (2019). OECD Ülkelerin de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri Ve Türkiye İçin Politika Önerisi İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Gürcün, D. ve Petek, A. (2021). Jeotermal enerji potansiyelinin SWOT analizi ile değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 349-364.
- GWEC, (2010), Global Wind 2009 Report, March-2010, Global Wind Energy Council, Belgium (www.gwec.net).
- Hansen, K. Mathiesen, B. V. & Skov, I. R. (2019). Full energy system transition towards 100% renewable energy in Germany in 2050. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102, 1-13.
- Hatipoğlu, E. (2019). Enerji güvenliği.No.44, Kasım 2019 https://trguvenlikportali.com/wp-content/uploads/2019/12/EnerjiGuvenciligi_EmreHatipoglu_v.1.pdf
- Henley, G. & Fundira, T. (2019). Policy and trade issues for a future regional biofuels market in Southern Africa. *Development Southern Africa*, 36(2), 250-264.
- Herath, N. & Tyner, W. E. (2019). Intended and unintended consequences of US renewable energy policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 115, 109385.
- Heyden, N. S. (2014). *India: Issues for sustainable growth/innovation for sustainability*. Global Sustainable - Communities Handbook Green Design Technologies And Economics, Edited By, Woodrow W. Clark II, Elsevier Inc. USA, 93-104.
- Hinrichs-Rahlwes, R. (2013). Renewable energy: Paving the way towards sustainable energy security: Lessons learnt from Germany. *Renewable Energy*, 49, 10-14.
- Holdermann, C. Kissel, J. & Beigel, J. (2014). Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and commercial sectors. *Energy Policy*, 67, 612-617.
- Hong, L. Zhou, N. Fridley, D. & Raczowski, C. (2013). Assessment of China's renewable energy contribution during the 12th Five Year Plan. *Energy Policy*, 62, 1533-1543.
- http: Renewable Energy, <http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>.
- <http://ekonomikarastirmalar.org/index.php/UEAD/article/view/86>.
- IEA, I. (2020). Energy policy review. *International Energy Agency*. <https://www.iea.org/reports/india-2020#executive-summary>.
- IEA. (2021k). Mission, <https://www.iea.org/about/mission>.

- IEA. (2021l). Areas of work . <https://www.iea.org/areas-of-work>.
- IEA. (2021m). World Energy Outlook <https://www.iea.org/topics/world-energy-outlook>.
- IEA/IRENA Yenilenebilir Enerji Politika Veri Tabanı (2021g). <https://www.iea.org/policies/4676-mandatory-biodieselrequirement?country=Brazil&q=bra&source=IEA%20IRENA%20Renewables%20Policies%20Database&topic=Renewable%20Energy>.
- IEA/IRENA Yenilenebilir Enerji Politika Veri Tabanı (2021h). <https://www.iea.org/policies/2021-ethanol-blendingmandate?country=Brazil&q=bra&source=IEA%20IRENA%20Renewables%20Policies%20Database&topic=Renewable%20Energy>.
- IEA/IRENA Yenilenebilir Enerji Politika Veri Tabanı (2021ı). Brezilya İhale Teşvik Sistemi, <https://www.iea.org/policies/5750brazilrenewableenergyauctions?country=Brazil&q=bra&source=IEA%20IRENA%20Renewables%20Policies%20Database&topic=Renewable%20Energy>.
- IEA/IRENA Yenilenebilir Enerji Politika Veri Tabanı (2021j). Brezilya Kredi Teşvik Sistemi, <https://www.iea.org/policies/4021-national-rural-electrification-programmeprograma-nacional-deelectrificacaorural?country=Brazil&q=bra&source=IEA%20IRENA%20Renewables%20Policies%20Database&topic=Renewable%20Energy>.
- International Energy Agency (IEA), (2017), World Energy Outlook, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France.
- International Energy Agency. (2020). Germany 2020 energy policy review. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/germany-2020>.
- International Renewable Energy Association. (2014). Renewable Energy and Jobs–Annual Review 2015. Abu Dhabi. <https://www.irena.org>.
- IRENA (2014), Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2014. <https://www.irena.org>.
- IRENA (2015a). Renewable Energy Prospects: Germany. REmap 2030 Analysis, <https://www.irena.org/publications/2015/Nov/Renewable-Energy-Prospects-Germany>.
- IRENA (2015b), Renewable Energy Prospects: USA , REmap 2030 Analysis. <https://www.irena.org/>.
- IRENA (2017). REMAP: Renewable Energy Prospects for India , <https://www.irena.org/publications/2017/May/Renewable-Energy-Prospects-for-India>.
- IRENA (2019b), Future of Wind: Deployment, Investment, Technology, Grid Integration and Socio-Economic Aspects , A Global Energy Transformation Paper. https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Oct/IRENA_Future_of_wind_2019.
- Irena, A. (2020). Renewable capacity highlights. *Proc. Int. Renew. Energy Agency (IRENA)*, 1-8.
- IRENA, Data&Statistics, Statistics Time Series, <http://resourceirena.irena.org/>.
- Irena, E. (2018). Renewable energy prospects for the European Union. *International Renewable Energy Agency (IRENA), European Commission (EC), Abu Dhabi*. <https://www.irena.org/publications/2018/Feb/Renewable-energy-prospects-for-the-EU>.
- IRENA. (2013). Overcoming Barriers to Authorizing Renewable Power Plants and Infrastructure . https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2013/Jan/12_1/Background_Paper-D.pdf.
- IRENA. (2021g). Off-grid for Energy Access . <https://www.irena.org/offgrid>.
- IRENA. (2021i). History . <https://www.irena.org/history>.
- IRENA. (2021j). About IRENA <https://www.irena.org/aboutirena>.
- IRENA. (2021k). Clean Energy Corridors . <https://www.irena.org/cleanenergycorridors>.
- İllez, B. (2018). Türkiye’de Biyokütle Enerjisi . *Türkiye’nin Enerji Görünümü*, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf
- İnce, İ. T. (2021). Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretiminde Örnek Uygulamalar, *İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Disiplinlerarası Yenilik Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 1-10.
- İncekara, Ç. Ö. ve Oğulata, S. N. (2011). Enerji Darboğazında Ülkemizin Alternatif Enerji Kaynakları. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 3 (1): 1-10.

- Jacobs, D. Okunlola, A. Nagel, L. Helgenberger, S. & Hakhu, A. (2019). *Future skills and job creation with renewable energy in India. Assessing the co-benefits of decarbonising the power sector* (p. 32). Technical report. COBENEFITS STUDY. <https://www.ceew.in/sites/default/files/future.pdf>.
- Kançuk, B. (2021). Aydın İlinin Jeotermal Enerji Potansiyeli, *Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Kanellakis, M. Martinopoulos, G. & Zachariadis, T. (2013). European energy policy—A review. *Energy Policy*, 62, 1020-1030.
- Kaplan, R. (2021). Türkiye ve Oecd ülkelerinde yenilenebilir enerji teşvik politikalarının analizi. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı Uluslararası İktisat Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- Karagöl, E. T. & Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji. *Analiz. Seta*, 197, 18-28.32.
- Karataş, S. (2009). *Türkiyede yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgar ve güneş enerjilerinin yeri* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Kavaz, İ. (2019). Yerli ve milli enerji politikaları ekseninde kömür. *Seta Analiz*, 265, 7-27.
- Kavaz, İ. (2021, August). Dünyada ve Türkiye’de Nükleer Enerji (Nuclear Energy in The World and Turkey). In *International Conference on Eurasian Economies* (pp. 286-294).
- Kaya, H. (2020). Yenilenebilir Enerji İstihdamında Küresel Durumun Değerlendirilmesi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, (2020 Sonbahar Özel Sayı I/II), 10-21.
- Kaya, H. İ. & Bayraktar, Y. (2019). Hukuki düzenlemeler, politika destekleri ve mali teşviklerin yenilenebilir enerjinin gelişimindeki rolü: Çin Halk Cumhuriyeti örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 164-180.
- Kaya, M. & Ercan, H. (2002). Türkiye’de ve Dünya’da bir LPG İncelemesi. *Sakarya University Journal of Science*, 6(1), 101-105.
- Kaygusuz, K. A. M. I. L. Yüksek, Ö. & Sari, A. (2007). Renewable energy sources in the European Union: Markets and capacity. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2(1), 19-29.
- Kayhan, A. (2013). Birleşmiş milletler çevre programı üzerine bir inceleme. *Milletlerarası Hukuk ve Milletlerarası Özel Hukuk Bülteni*, 33(1), 61-90.
- Koç, E. & Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları–yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- Koç, E. & Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları–yenilenebilir enerji durumu. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- Koçaslan, G. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, (1), 53-61.
- Koçtürk, D. & Onurbas, A. A. (2012). Benzin motorlarında biyoetanol kullanımının çevresel etkilerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 65-74.
- KPMG (2016). Yenilenebilir enerjiye yönelik vergi ve teşvikler, KPMG Türkiye, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf>.
- KPMG (2016). Yenilenebilir enerjiye yönelik vergi, KPMG Türkiye, [kpmg.com.tr](https://www.kpmg.com.tr). Web. 1 Aralık 2022.
- KPMG (2018). Teşvik Dünyasında Kısa Bir Ufuk Turu, <https://kpmgvergi.com/PDF/2018-Ankara-Vergi-Semineri/>.
- Martinot, E. (2010). Renewable power for China: Past, present, and future. *Frontiers of Energy and Power Engineering in China*, 4, 287-294.
- Mattar, C. A. C. Vieira, D. Carneiro, J. S. A. Lamin, H. & Albuquerque, J. M. C. (2015, June). Net-Metering Scheme in Brazil: Regulation and Perspectives. In *23rd International Conference on Electricity Distribution Lyon* (pp. 15-18).
- Mehel, N. (2009). *Dünyada ve Türkiyede rüzgar enerjisi: Potansiyeli, kullanımı ve Almanya-Türkiye karşılaştırması* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

- Mendonça, M. (2012). *Feed-in tariffs: accelerating the deployment of renewable energy*. Routledge.
- Mendonça, M. (2012). *Feed-in tariffs: accelerating the deployment of renewable energy*. Routledge.
- MGM (2020). <https://www.mgm.gov.tr>.
- Moorthy, K. Patwa, N. & Gupta, Y. (2019). Breaking barriers in deployment of renewable energy. *Heliyon*, 5(1).
- MTA (2020). <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>
- National People's Congress, Renewable Energy Law of People's Republic of China, Beijing, 2005.
- Network, R. R. E. P. (2008). Renewables 2007-global status report.
- Nicholas Apergis ve James A. Payne, Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries , *Energy Policy*, Cilt. 38, 2009, s. 656.
- Nizic, M. K. & Rudan, E. (2013). Economic possibilities and management of solar energy use in tourism. *Economia Seria Management*, 16(1), 93-105.
- OECD. (2012). Environmental Performance Review of Germany www.oecd.org/env/countryreviews/germany.
- OECD/IEA. (2011). *Renewable Energy: Policy Considerations for Deploying Renewables*. OECD/IEA, Fransa.
- Øvergaard, S. (2008). Issue paper: Definition of primary and secondary energy. *Statistics Norway, Oslo*.
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy–growth nexus. *Energy policy*, 38(1), 340-349.
- Önal, M. (2020). Sürdürülebilir Kalkınmada Yenilenebilir Enerjinin Önemi: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Turkish Business Journal*, 1(1), 78-97.
- Özdamar, A. (2000). Dünya ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 133-145.
- Öztürk, H. H. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları , *Birsen Yayınevi*, İstanbul.
- Özyüksel, S. Başar, Ö. D. & Özden, Ü. H. (2016). Comparison of clean growth of countries in terms of sustainable development.
- PĂCEȘILĂ, M. (2015). Solar energy policy developments in Europe. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 10(1), 13-24.
- Pamir, N. (2005). Enerji politikalar ve küresel gelişmeler. *Stratejik Analiz*, 6(68), 57-73. Erişim adresi http://www.emo.org.tr/ekler/c6744c9d42ec2cb_ek.pdf .
- Pereira, L. C. Lusvarghi, S. A. D. S. Arango, L. G. Arango, H. & Bonatto, B. D. (2015, October). Socioeconomic analysis of incentive public policies for the use of renewable energy per consumer class in Brazil. In *2015 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM)* (pp. 57-62). IEEE.
- Pocci, M. (2014). Feed-in tariff handbook for Asian renewable energy systems. *Winston. com*. Statistical Review of World Energy. BP, 2020.
- Polat, S. ve Şekerci, H. (2011). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Konumu ve Gelecek Hedefleri . *Yaşar Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Dergisi*, https://www.emo.org.tr/ekler/c7d4b893c29b329_ek.pdf
- Quéneudec, E. (2006). President, Global Energy Network Institute (GENI) [www. geni. org](http://www.geni.org) peter@ geni. org (619) 595-0139.
- Raghuwanshi, S. S. & Arya, R. (2019). Renewable energy potential in India and future agenda of research. *International Journal of Sustainable Engineering*, 12(5), 291-302.
- Ram, M. Child, M. Aghahosseini, A. Bogdanov, D. Poleva, A. & Breyer, C. (2017). Comparing electricity production costs of renewables to fossil and nuclear power plants in G20 countries. *Lappeenranta University of Technology (LUT)*, 1-84.
- Ramvalho, M. Câmara, L. Pereira, G. I., Silva, P. P. D., & Dantas, G. (2017). Photovoltaic energy diffusion through net-metering and feed-in-tariff policies: learning from Germany, California, Japan and Brazil.

- REN21 (2019a), Asia and the Pacific Renewable Energy Status Report , Paris: Ren21 Secretariat. <https://www.ren21.net/asia-report-2019/>.
- REN21 (2019b), Renewables Global Status Report https://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf.
- REN21 (2021). REN21 . <https://www.ren21.net/>.
- Resmi Gazete, 2014. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/05/20140517-2.htm>.
- Rosillo-Calle, F. (2016). A review of biomass energy–shortcomings and concerns. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91(7), 1933-1945.
- Ruiz, B. J. Rodriguez, V. & Bermann, C. (2007). Analysis and perspectives of the government programs to promote the renewable electricity generation in Brazil. *Energy Policy*, 35(5), 2989-2994.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy policy*, 37(10), 4021-4028.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics*, 31(3), 456-462.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Yatırım Teşvik Uygulamaları. Haziran 2021. https://www.iso.org.tr/file/Yatirim_Tesvik_Sistemi_Sunumu-10118.pdf.
- Sawhney, A. (2013). Policy Monitor. *Review of Environmental Economics and Policy*.
- SBB (2019). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>.
- Schuman, S. & Lin, A. (2012). China's Renewable Energy Law and its impact on renewable power in China: Progress, challenges and recommendations for improving implementation. *Energy policy*, 51, 89-109.
- Scott, S. Z. (2014). Subsidizing solar: The Case for an environmental goods and services carve-out from the global subsidies regime. *UCLA Journal of Environmental Law and Policy*, 32 (2), 422-484.
- Secretariat, E. C. (2015). Energy Charter Secretariat. *International Energy Security*.
- Serkendiz, H., Tatlı, H., & Öztürk, B. (2018). Türkiye'deki Potansiyel Rüzgâr Enerji Yoğunluğunun Yeniden Tanımlanması. *Journal of Awareness*, 3(5), 739-350.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Soğukpınar, Fatih (2020). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikalarının Simülasyon Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Solar Power Europe (2019), Global Market Outlook for Solar Power/2019-2023 ,<https://www.solarpowereurope.org/global-market-outlook-2019-2023/>.
- Stigson, B. (1999). Sustainable development for industry and society. *Building Research & Information*, 27(6), 424-430.
- Sugar cane production quantity Knoema 2020.
- Sultankhanova, G. Güvence denetiminin sürdürülebilirlik raporlarının güvenilirliği üzerine etkisi ve bir araştırma.
- Şenel, M. C. & Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye’de rüzgar enerjisi durumu-Genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56(663), 46-56.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.
- T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı (2012), *Enerji Sektörü Raporu*, Erişim adresi http://geka.org.tr/yukleme/planlama/Sektorel_Arastirmalar/Enerji_Sektoru_Raporu.pdf.
- Taşdemiroğlu, E. (1988). Sustainability of fossil fuels and alternative energies for Turkey. *Energy*, 13(10), 761-765.
- TEİAŞ (2018). *Türkiye Elektrik Üretim - İletim İstatistikleri*, Türkiye Elektrik İletim A.Ş.

- Tongia, R. & Gross, S. (2018). Working to turn ambition into reality: The politics and economics of India's turn to renewable power. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/09/India-Renewable-Power-v10.pdf>.
- Türeyen, Suat. Bir Biyoyakıt Olarak Etanol. *Gönder-Geleceği Önemseyenler Derneği*. 2015. Web. 21 Kasım 2022.
- Türk Dil Kurumu, Güncel Sözlük, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.508db8da23cf81.69151921.
- Türkiye Cumhuriyeti Dış İşleri Bakanlığı (2022). Erişim adresi <https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa>.
- Türkiye Cumhuriyeti Dış İşleri Bakanlığı (2022). Erişim adresi <https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa>.
- TÜYSÜZ, Ş. & ÖNCEL, A. (2022). Türkiye'de Yeşil Ekonomi Açısından Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarının SWOT Analizi. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 7 (19), 644-661.
- Uğuz, G. Temel Kömür Analizleri Föyü, 19 Mayıs Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü.
- Uluatam, E. (2010), Yenilenebilir enerji teşvikleri, *Ekonomik Forum*, (Ekim), 34-41.
- Uluatam, E. (2010, October). Yenilenebilir enerji teşvikleri. In *Ekonomik Forum* (Vol. 10, pp. 34-41). <http://www.tobb.org.tr/AvrupaBirligiDairesi/Dokumanlar/Raporlar/YenilenebilirEnerjiTevsikleri.pdf>.
- Uludüz, Ö. (2007). Biyo-yakıtlar: Brezilya Örneği. *Dış İşleri Bakanlığı Yayınları Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, 25.
- Ulusoy, A. & Daştan, C. B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 7(17), 123-160.
- UNCTAD. (2019). The Role Of Science, Technology And Innovation in Promoting Renewable Energy by 2030, Geneva.
- UNEP. (2019). About UN Environment Program . <https://www.unenvironment.org/>.
- United Nation Framework Convention On Climate Change (UNFCCC), (2008). Kyoto Protocol Reference Manual On Accounting Of Emissions And Assigned Amount.
- US Department of Energy (2018), Renewable Energy Data Book, <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/02/f71/2018%20RE%20DB.pdf>. (22.03.2020).
- Uyar, F. (2017). Enerji Kaynakları Nelerdir. *Kaç Ayrılır*. Erişim adresi <https://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>.
- Ülgen A. (2018). Yenilenebilir Enerji Kullanımını Teşvik Yolları Üzerine Bir Değerlendirme, Hacettepe Üniversitesi, Temiz Tükenmez Enerjiler Anabilim Dalı, Yüksek lisans Tezi.
- Valentine, S. V. (2011). Emerging symbiosis: Renewable energy and energy security. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(9), 4572-4578.
- Vasseur, M. (2016). Incentives or mandates? Determinants of the renewable energy policies of US states, 1970-2012. *Social Problems*, 63(2), 284-301.
- VijayaVenkataRaman, S. Iniyar, S. & Goic, R. (2012). A review of climate change, mitigation and adaptation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 878-897.
- Volpi, G. (2005). Sustainability and biofuels: lessons from Brazil, presentation for the Conference of the German Network on Renewable Energy. *North-South, Bonn*, 20.
- Wang, Q. (2010). Effective policies for renewable energy—the example of China's wind power—lessons for China's photovoltaic power. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(2), 702-712.
- Washburn, C. & Pablo-Romero, M. (2019). Measures to promote renewable energies for electricity generation in Latin American countries. *Energy policy*, 128, 212-222.
- Wind Energy in Brazil is Expected to Have 24.2 GW by 2024. *Evwind*, 2020.
- World Energy Council (WEC), (2017), World Energy Resources.

- WWF, Dünya Doğal Hayatı Koruma Vakfı, tarihinde, <https://www.wwf.org.tr/ne-yapiyoruz/iklim-degisikligi-ve-enerji/iklim-degisikligi/>.
- www.hausking.com, Tax Incentives For Cleantech Businesses – Q&A, Ha-uswiesner King LLP.
- Yan, Q. Y. Zhang, Q. Yang, L. & Wang, X. (2016, August). Overall review of feed-in tariff and renewable portfolio standard policy: A perspective of China. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 40, No. 1, p. 012076). IOP Publishing.
- Yaşar, F. (2022). *Yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanan teşvikler: Türkiye ve seçili ülke grubu uygulamalarının karşılaştırılması* (Master's thesis, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi).
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, (2022). Erişim adresi yegm.gov.tr.
- Yergin D. The Prize: The Epic Quest for Oil, Money, and Power (Simon & Schuster, New York, 1991), s. 542-547
- Yılmaz, S.S. (2018b). *Türkiye’de ve Dünya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Ş. (2018). 10. Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli Ve Gelişme Durumu.
- Yılmaz, O. & Hotunluoğlu, H. (2015). Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 74-97.
- Yuan, J. H. Kang, J. G. Zhao, C. H. & Hu, Z. G. (2008). Energy consumption and economic growth: evidence from China at both aggregated and disaggregated levels. *Energy economics*, 30(6), 3077-3094.
- Z. Peidong, Y. Yanli, S. jin, Z. Yonghong, W. Lisheng, and L. Xinrong, (2019). Opportunities and Challenges for Renewable Energy Policy in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 2, pp. 439–449.
- Zamfir, A. (2014). Developing urban renewable energy projects: opportunities and challenges for Romania. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 9(4), 52-64.
- Zhao, X. G. Wan, G. & Yang, Y. (2015). The turning point of solar photovoltaic industry in China: Will it come?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 178-188.
- Zhao, Z. Y. Zuo, J. Feng, T. T. & Zillante, G. (2011). International cooperation on renewable energy development in China—a critical analysis. *Renewable Energy*, 36(3), 1105-1110.
- Инён О. Анализ взаимодействия между Россией и ЕС в сфере энергетики // Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. 2016. С. 26-28.
- Прогноз развития энергетики мира и России 2016. АЦ при Правительстве РФ. ИНЭИ РАН. URL: <http://www.ac.gov.ru/files/publication/a/10585.pdf>.
- <http://www.pmo.org.tr/petrolnedir> htm.
- <http://www.alternaturk.org/ruzgar.php>.
- <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar>.
- <https://www.tech-worm.com/dalga-enerjisi-nedir-avantaj-dezavantajlari-nelerdir/>
- <https://www.enerjibes.com/dalga-enerjisi/>
- <https://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>