



TC.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARININ YERİ**

İBRAHİM HALİL SAĞIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF.DR. TAHSİN KARABULUT

KONYA-2021

TC.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI



**TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR
ENERJİ KAYNAKLARININ YERİ**

İBRAHİM HALİL SAĞIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF.DR. TAHSİN KARABULUT

KONYA-2021

	<p>T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü</p>	
---	--	---

BİLİMSEL ETİK SAYFASI



Öğrencinin	Adı Soyadı	İBRAHİM HALİL SAĞIR		
	Numarası	18810901012		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İKTİSAT ANABİLİM DALI / İKTİSAT BİLİM DALI		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans		
		Doktora		
Tezin Adı	TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ YERİ			

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

...../...../.....

Öğrencinin

Adı Soyadı İmzası


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

ÖZET

Öğrencinin	Adı Soyadı	İBRAHİM HALİL SAĞIR		
	Numarası	18810901012		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İKTİSAT ANABİLİM DALI / İKTİSAT BİLİM DALI		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans		
		Doktora		
	Tez Danışmanı	PROF. DR. TAHSİN KARABULUT		
Tezin Adı	TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ YERİ			

İnsanlık tarihi boyunca yaşanan değişimler nedeniyle, insanoğlu değişime ayak uydurarak ve ihtiyaçlarını karşılayarak yaşamını sürdürmek zorunda kalmıştır. İnsanın besin ihtiyacının karşılanması, yaşamın sürdürülmesi noktasında temel faktördür. Çünkü insanlar enerjilerini gıdadan alarak yaşama tutunmaktadır. Bu yüzden enerji kavramı insan hayatında önemli bir faktördür. Enerji, alınan besinler nedeniyle insanı ayakta tutmayı sağlar. Fakat enerji kavramı sadece gıda anlamında kullanılmamaktadır. Enerji ısınma anlamında da kullanılmaktadır. İnsanlar daha önceleri ısınmak için fiziksel güçten yararlanarak çevreden yakacak malzemeler toplamışlardır. Zaman içerisinde teknolojinin gelişmesiyle birlikte artık insan gücü yerine buhar makineler, kömür, doğalgaz gibi enerjiler kullanılarak ısınma ihtiyacı karşılanmaya başlanmıştır. Böylece insanlar enerji ihtiyaçlarını daha rahat bir şekilde karşılayarak yaşamlarını daha verimli bir şekilde sürdürmeye başlamıştır.

Çalışmanın amacı, enerji kaynakları hakkında bilgi vermek, alt başlıklarını açıklayarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi, ekonomiye katkısı gibi konular hakkında bilgi vermektir. Özellikle günümüzde yaşanan gelişmelere bağlı olarak enerji kaynaklarının çevreye vermiş olduğu zararlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yararları incelenecektir.

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

ABSTRACT

Author's	Name and Surname	İBRAHİM HALİL SAĞIR		
	Student Number	18810901012		
	Department	ECONOMICS DISCIPLINE / MASTER DEGREE		
	Study Programme	Master's Degree (M.A.)		
		Doctoral Degree (Ph.D.)		
	Supervisor	PROF. DR. TAHSİN KARABULUT		
Title of the Thesis/Dissertation	IMPORTANCE ANCEOF RENEWABLE ENERGY SOURCESIN ENERGY PRODUCTION IN TURKEY			

Due to the changes through out the history of humanity, human being shave had to live by adapting to change and meeting needs. Meeting the nutritional needs of human beings is the main factor in maintaining life. Because people hold onto life by taking their energy from food. Therefore, the concept of energy is an important factor in human life. Energy keeps people alive due to the nutrients taken. However, the concept of energy is not only used for food. Energy is also used for heating. People used to use their own power forheating and collect firewood from the environment to keep warm. With the development of technology over time, the need for heating has started to be met by using energies such as steam engines, coal and natural gas instead of manpower. Thus, people started to live their lives more efficiently by meeting their energy needs more comfortably.

The aim of the study is to provide information about energy resources, to explain the subtitles of energy resources, to provide information about the production of resources, their contribution to the economy. Particularly, the damage caused by energy resources to the environment, depending on today's developments, will be examined.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	ii
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	3
ENERJİ KAYNAKLARI	3
1.1. GENEL TANIMLAR VE İNCELEMELER	3
1.1.1. Enerji Tanımı	3
1.1.2. Enerji Kaynakları.....	5
1.1.3. Enerji Kullanımından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar.....	9
1.1.3.1. Enerji ve İklim Değişikliği	11
1.2. DÜNYA'DA ENERJİ KAYNAKLARI	14
1.2.1. Fosil Kökenli (Tükenebilir) Enerji Kaynakları	14
1.2.1.1. Fosil Yakıtların Dünya Enerji Tüketimi İçerisindeki Yeri	16
1.2.1.1.1. Kömür Rezervleri.....	16
1.2.1.1.2. Petrol Rezervleri.....	21
1.2.1.1.3. Doğalgaz (Yer Gazı) Rezervleri.....	25
1.2.1.2. Fosil Kaynakların Çevresel Etkileri	29
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	32
1.2.2.1. Yenilenebilir Enerjinin Gerekliliği, Tanımı ve Kapsamı	32
1.2.2.2. Yenilenebilir Enerji Türleri.....	35
1.2.2.2.1. Hidrolik Enerjisi	35
1.2.2.2.2. Güneş Enerjisi.....	36
1.2.2.2.3. Rüzgâr Enerjisi	37
1.2.2.2.4. Jeotermal Enerji	39
1.2.2.2.5. Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi	40
1.2.2.2.6. Hidrojen Enerjisi	41
İKİNCİ BÖLÜM	42
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	42

2.2. DÜNYA’DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI	47
2.2.1. Hidrolik Enerji	47
2.2.2. Güneş Enerjisi	50
2.2.3. Rüzgâr Enerjisi	53
2.2.4. Jeotermal Enerji	56
2.2.5. Hidrojen Enerjisi	59
2.2.6. Biyokütle Enerjisi	61
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	63
TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	63
3.1. TÜRKİYE’NİN GENEL ENERJİ DURUMU	63
3.2. TÜRKİYE’NİN FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI	66
3.3. TÜRKİYE VE NÜKLEER ENERJİ	69
3.4. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	71
3.4.1. Türkiye’nin Hidrolik Enerjisi Durumu	71
3.4.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi Durumu	75
3.4.3. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu	79
3.4.4. Türkiye’de Jeotermal Enerji Durumu	85
3.4.5. Türkiye’de Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi Durumu	90
3.4.6. Türkiye’de Hidrojen Enerjisi Durumu	95
3.5. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ VERİMLİLİĞİ	97
3.6. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRKİYE EKONOMİSİNE KATKISI	98
SONUÇ	102
KAYNAKÇA	104

KISALTMALAR VE SİMGELER

BM : Birleşmiş Milletler

DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri

DSİ : Devlet Su İşleri

EİE : Elektrik İşleri Etüt İdaresi

HES : Hidroelektrik Santraller

IEA : Uluslararası Atom Enerjisi

KWE: KiloWattsaat

MW : Mega Watt

REPA: Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

Yy : Yüzyıl

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. 2002 Yılı İtibariyle Dünya Fosil Kaynaklarının Rezerv Durumları	16
Tablo 1.1. Enerji Kaynaklarının Dünya Enerji Arzındaki Payları (1973-2030)	18
Tablo 1.2. Kömürleşme Süreci	22
Tablo 1.3. 1982-1992 ve 2002 Yılları İtibariyle Dünya Petrol Rezervlerinin Bölgesel Dağılımları (milyar varil)	25
Tablo 1.4. 2014 Yılı Bölgesel Doğalgaz Rezervleri, Üretimi ve Tüketimi	29
Tablo 1.5. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Yakıt Yüzdeleri Payları (1973-2020) ...	67
Tablo 2. Hidroelektrik Enerji Potansiyelimizin Gelişim Durumu	73
Tablo 2.1. I Sayılı Cetvel	78
Tablo 2.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Kullanımının Geleceği İle İlgili Tahmin Değerleri	83
Tablo 2.3. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Yerleri	87
Tablo 2.4. Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyelinde Bölgesel Isıtma Uygulamaları	88
Tablo 2.5. Türkiye’de Geçmişte, Günümüzde ve Gelecekte Planlanan Biyokütle Enerji Üretimi (tep)	92
Tablo 3. Türkiye’nin Biyokütle Enerji Potansiyeli	93
Tablo 3.1. Hidrojen Üretiminde Kullanılan Bazı Biyokütle Türleri	96
Tablo 3.2. Türkiye’de Yerli Birincil Enerji Üretim Hedefleri (Btep)	99
Tablo 3.3. Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Kapasitesi: 2013 Gerçekleşmeleri, 2023 Tahminleri ve Artışlar	100

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Genel Sınıflandırılması	8
Şekil 2. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi	14
Şekil 1.2. 2017 Yılı Küresel Ölçekte Birincil Enerji Tüketim Oranları	26
Şekil 1.3. Dünya CO ₂ Emisyonu Yakıta Göre 2020 Yılı Tahmin Oranları	31
Şekil 1.4. Hidrolik Enerji Üretimi Akış Şeması	47
Şekil 1.5. Güneşten Gelen Işınımın Dağılımı	49
Şekil 2. Jeotermal Enerji Oluşum Süreci	57
Şekil 2.1. 2016 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı	64
Şekil 2.2. Hidroelektrik Enerji Potansiyelimizin Gelişim Durumu	72
Şekil 2.3. Türkiye'nin Güneş Radyasyonu Haritası	76
Şekil 2.4. Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı Dağılımı (m/s)	82
Şekil 2.5. Rüzgar Enerjisine Dayalı Güç Gelişimi	84
Şekil 3. Türkiye'de Jeotermal Enerjiye Dayalı Kurulu Güç Değişimi	89
Şekil 3.1. Türkiye'de Biyokütle Enerjisine Dayalı Kurulu Güç	94
Şekil 3.2. Enerji Verimliliği Destekleri	97
Şekil 3.3. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim İstatistikleri: Ekim 2020	98

TEŐEKKÜR

Çalışma s¼recinde bana yol g¼sterici olan, olumlu tavrıyla beni cesaretlendiren, bilgi birikimiyle çalıőmama farklı a¼ılardan bakmamı sağlayan ve her zaman beraber çalıőmaktan gurur duyduğum danıőman hocam **Prof. Dr. Tahsin KARABULUT**'a sonsuz teőekk¼r ederim.

Ayrıca t¼m hayatım boyunca yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen Annem ve Babama, bu çalışmanın her aşamasında desteğini hissettiğim **Feyza G¼NDOęAN**'a sonsuz teőekk¼rlerimi sunarım.

İbrahim Halil SAğIR

Haziran - 2021

GİRİŞ

Yaşam için gerekli olan enerji, insanların ihtiyaçlarının karşılanması yanında ülkeler arası güç göstergesi şeklinde de karşımıza çıkmaktadır. İnsanların ısınma ihtiyacını karşılayan ve yakıt olarak kullanılan enerji, yaşamın en önemli parçası haline gelmiştir. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları enerji ihtiyacının karşılanması bakımından hayati önem taşımaktadır.

Enerji ihtiyacı genel olarak fosil yakıtlardan karşılandığından, her ülke fosil yakıt kullanımına özen göstererek enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Fakat sanayileşmenin ve nüfusun artmasıyla birlikte enerji ihtiyacının da artmaya başlaması üzerine, fosil yakıtların kullanımı artmıştır. Bu yüzden fosil yakıtların kullanımı konusunda gerekli önlemlerin alınmaması, bu yakıt türünün tükeneceği tehlikesini ortaya çıkarmıştır.

Enerji ihtiyacının karşılanmasında maliyet sorunu ciddi problemler arasında yer almaktadır. Her ülke enerji maliyetini karşılayabilmek amacıyla kendine özgü çalışmalar yürüterek enerji konusunda tasarrufa gitmeye çalışmaktadır. Bu nedenle kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarında rekabet ortamı oluşmaya başlamıştır. Söz konusu rekabet ortamının oluşması enerji konusunda uluslararası alanda yaşanan rekabet ortamını da arttırmıştır.

Teknolojinin gelişmesiyle enerji üretimi, tüketimi gibi konularda gerekli önlemler alınmaya başlanmıştır. Türkiye ve diğer ülkeler enerji üretimi, enerji maliyeti, enerjinin kullanımı gibi konularda gerekli politikaları izleyerek dışarıya bağımlılığı azaltmaya çalışmaktadır. Fakat dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, ülke şartlarının enerji kullanımına elverişsiz olması gibi nedenlerden dolayı, dışarıdan enerji alınmaya mecbur kalınmaktadır.

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren faktörler arasında; enerjinin doğru, zamanında, ekonomik ve güvenilir bir şekilde kullanılması yer almaktadır. Sanayileşmenin yaşanmasıyla birlikte artan nüfusa paralel olarak enerji kaynakları hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Bunun sonucunda enerji üretimi ve tüketimi arasındaki fark açılmaktadır (Öztürk ve Çelik, 2006: 267).

Dünyada yaşanan petrol krizlerinin ardından günümüze gelinene kadar enerji talebinin güvenliği ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği konusundaki politika arayışları önemini korumaya devam etmektedir. Özellikle küresel ısınma ile yaşanan iklim değişikliği enerji tüketiminin temel sorunları arasında yer almaktadır. Bu yüzden enerji ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için, bir yandan sürdürülebilir kalkınma projeleri uygulanmakta diğer yanda insanlar bilinçlendirilerek sürdürülebilirlik sağlanmaya çalışılmaktadır (Kum, 2009: 208)

Günümüzde nüfus artışına bağlı olarak enerji tüketiminin artması, enerjinin doğru bir şekilde ve ekonomik olarak kullanılmaması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji tüketimi arttıkça insanların ısınma gibi problemleri ortaya çıkmaya başlar. Özellikle uluslararası rekabet ortamının canlanmasıyla birlikte her ülke geniş çaplı projeler uygulayarak, enerji tüketimi ve maliyeti konusunda gerekli önlemleri almaktadır. Ülkeler kendi rezervlerini temin edebilmek ve enerji tüketiminde insanları bilinçlendirmek için gerekli projeleri uygulayarak enerji tüketimine özen göstermektedir.

Üç bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde enerji kaynakları hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları, dezavantajları, dünyada enerji kaynaklarının kullanımı gibi konulara yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının genel durumu, enerji kaynaklarının ekonomiye katkısı konuları ele alınmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. GENEL TANIMLAR VE İNCELEMELER

1.1.1. Enerji Tanımı

Enerji, Yunanca “ev” ve “ergon” kelimelerinin birleşmesinden türetilen bir kavramdır. İş yapabilme, bir cismin kendisine gösterilen dirence karşı hareketini ifade etme gibi anlamlara gelen enerji, mekanik, kinetik, elektrik, termal, kimyasal gibi farklı türlerde olabilmektedir. Enerji genellikle ısıtma, taşıma, elektrik, soğutma gibi amaçlar için kullanılmaktadır (Albayrak, 2019: 22).

Enerji sadece ısınma amaçlı kullanılan bir kavram değildir. Isıtmanın yanında taşıma, elektrik, soğutma gibi farklı amaçlar için kullanılan enerji, günümüzde insanların vazgeçilmez temel gereksinimleri arasında yer almıştır. Enerji ihtiyacının karşılanması, hem insanların doğal yaşamlarını sorunsuz bir şekilde sürdürmelerini sağlar hem de gelişen teknoloji sayesinde ülkeler enerji üretimi sayesinde kendi ekonomilerini canlandırmaya başlar.

Tarihsel gelişim sürecinde enerjiye bakıldığında insanlar ilk olarak yedikleri gıdalardan enerjilerini sağlamışlardır. Ayrıca insanlar ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla hayvan enerjisini de kullanmışlardır. Ateşin keşfedilmesiyle insanlık tarihinde yeni bir sayfa açılmıştır. Önceleri hayvanlardan korunmak için ateş kullanılırken, daha sonra ateşin enerji gücü, fark edilmiştir. Böylece ateşi yakmak için ilk enerji kaynağı olan odun kullanılmaya başlanmıştır. Göçebe hayattan yerleşik yaşama geçen insanlar, su gücünü kullanmaya başlamışlardır. Bunun yanında rüzgâr deniz ulaşımında, yelkenli gemilerde, yel değirmenlerinde kullanılmıştır (Karadağ, 2009: 3).

Enerji, insan hayatında giderek önemi artan bir olgu haline gelmiştir. Bu yüzden modern insanın gündelik yaşamını sürdürebilmesi bakımından temel ihtiyaçlar arasında yer almaktadır. Endüstri öncesi enerji ihtiyaçları olan odun gibi yakacaklar insan ve hayvan gücünden karşılanırken daha sonraları kömür, petrol,

doğalgazın kullanılmasıyla birlikte ve kömürle çalışan buhar makinelerinin icat edilmesiyle enerji kaynakları tamamen değişmiştir. Günümüzde tüketilen enerji kaynaklarının büyük bir kısmı fosil kaynaklardan sağlanmaktadır (Aracı, 2013: 9).

Enerji, insanlık tarihinin başlangıcıyla var olmuş ve günümüze kadar önemini korumaya devam etmiştir. Isınma ihtiyacıyla başlayan enerji, küreselleşmenin yaşanmasıyla birlikte taşıma, elektrik gibi alanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Bu durum ülkeler arasında bir enerji arayışına neden olmuştur. Artık her ülke kendi enerjisini temin edebilmek için farklı girişimlerde bulunmuştur. Ayrıca ithalat ve ihracat işleri de enerjiyle birlikte gelişmeye devam etmektedir.

Isınma ihtiyacının eskiden insan ve hayvan gücüne dayanması nedeniyle endüstri öncesi insanlar büyük sıkıntılar içerisinde ısınma ihtiyaçlarını karşılamak zorunda kalmıştı. Fakat kömürle çalışan buhar makinelerinin icat edilmeye başlanması, ardından sanayileşmenin yaşanması ve günümüze kadar farklı enerji kaynaklarının ortaya çıkması sonucu artık insan ve hayvan gücü yerine makineler kullanılarak ısınma gibi ihtiyaçları karşılanmaktadır.

Enerji kavramının kullanılmasıyla birlikte enerji üzerine farklı tanımlar yapılmıştır. Enerji, herhangi bir sistemin kendisi dışında bir şeyler yapabilme yeteneğidir. Farklı bir tanıma göre enerji, iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanır. Ayrıca hayat için zorunlu olan enerji iş veya ısı verme kapasitesine yeteneğine eşittir. Enerji kinetik, elektrik, kimyasal, termal, nükleer enerji gibi değişik formlar alabilmektedir (Cengiz, 2017: 5).

İnsanlık tarihi boyunca gelişen enerji, insanlar için değerli bir yaşam kaynağı olduğundan her değişimle birlikte farklı bir şekilde ortaya çıkarak önemini korumuştur. Bu yüzden enerji hayat için zorunlu bir kavram olmuştur. Enerjinin ortaya çıkmasıyla birlikte enerji üzerine farklı tanımlar yapılmıştır. Fakat genel itibarıyla iş yapabilme potansiyeli şeklinde tanımlanabilir. Bu yüzden herhangi bir iş yapan enerji, farklı formlar almaktadır. Bu formlar arasında rüzgârdan, sudan, pillerden elde edilen farklı enerji türleri bulunmaktadır.

1.1.2. Enerji Kaynakları

Ülkelerin ekonomik gelişmişliklerini, refah seviyelerini gösteren enerji, ekonomideki tüm sektörlerin ana girdisi olmuş durumdadır. Ülkeler sanayileşme, şehirleşme, nüfus artışına paralel olarak enerji ihtiyacını karşılayabilmek için düşük maliyetli ve temiz enerji arayışına girmiştir. İş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji nükleer, kimyasal, potansiyel, elektrik, kinetik ısı gibi farklı şekillerde bulunmaktadır. Enerji kaynakları farklı kategorilere ayrılmaktadır. Enerji kaynakları arasında birincil enerji ve ikincil enerji kaynakları yer alır. Birincil enerji kaynakları arasında kömür, linyit, petrol, doğalgaz, gibi enerji kaynakları bulunmaktadır. İkincil enerji kaynakları da birincil enerjinin dönüşüm gerçekleşmesiyle ulaşılan enerji türüdür. En yaygın kullanılan da elektrik enerjisidir. Enerji kaynakları rezervlerinin sonlu olup olmaması durumuna göre yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji olmak üzere ikiye ayrılır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş, rüzgâr, biyokütle, dalga, jeotermal gibi kaynaklar yer almaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları ise kömür, petrol, doğalgaz gibi enerji türleridir (Türköz, 2020:5-6).

Eskiden enerji, yalnızca insanların ısınma ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılırdı. Zaman içerisinde rekabet ortamının artması ve hızlı nüfus artışıyla birlikte farklı enerji kaynakları ortaya çıkmaya başlamıştır. Artık ülkeler kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla düşük maliyetli ve temiz kullanılabilir enerji arayışı içerisinde olmuştur. Isınma amaçlı kullanılan enerji artık yerini farklı amaçlara bırakmıştır. Zaman içerisinde enerji ülkelerin ekonomik durumuna, refah seviyesine göre tanımlanmaya başlamıştır. Enerjisi yüksek olan ve kaliteli enerjiye sahip olan ülkeler gelişmiş ülkeler olarak adlandırılmıştır.

Ülkelerin gelişmişlik durumlarını göstermeye başlayan enerji farklı şekillerde ortaya çıkmıştır. Özellikle elektrik enerjisi, doğalgaz, kömür, linyit gibi farklı enerji türlerinin kullanılması sayesinde her ülke enerji ihtiyacını karşılayarak ekonomilerini canlandırmıştır. Enerji kaynakları genel olarak yenilebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Yenilenemeyen enerji kaynakları zaman içerisinde tükenen enerji kaynakları olup, bunlar arasında kömür, petrol, doğalgaz gibi kaynaklar yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise hiçbir

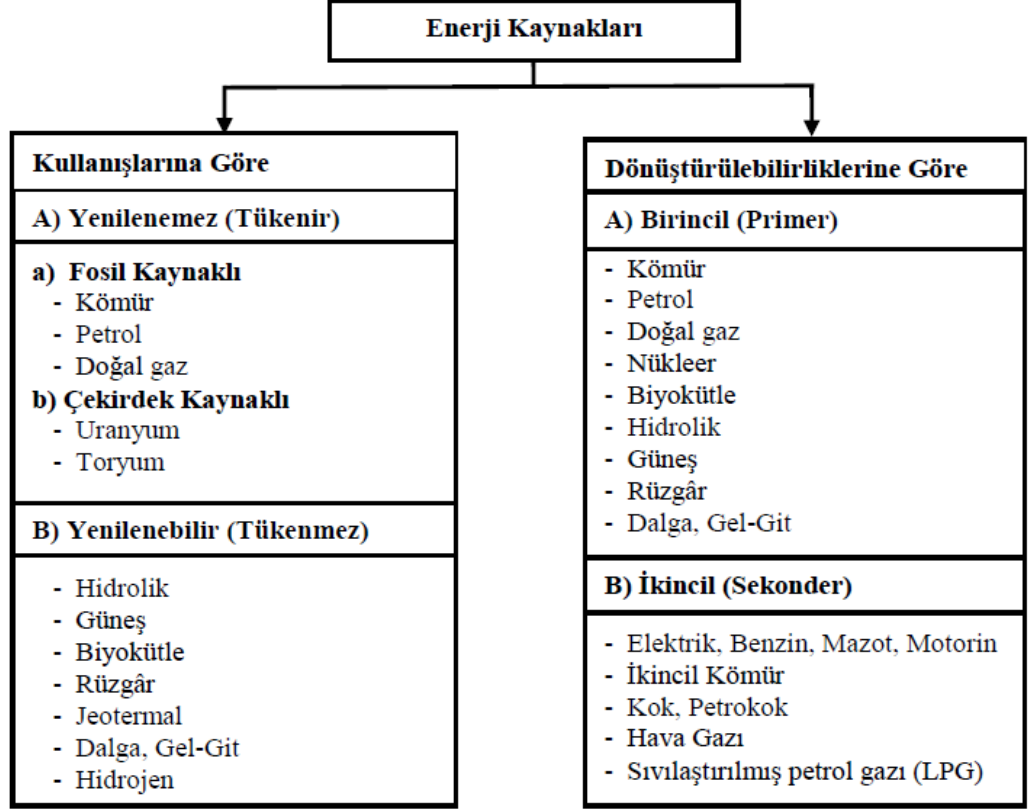
şekilde tükenmeyen ve yenilenebilir olan enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları bulunmaktadır.

İnsanın iş yapabilme potansiyelinden tarım, endüstri gibi alanlarda şekilde kendini gösteren enerji kaynakları insan için en gerekli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu yüzden enerji kaynakları yaşam koşulları için vazgeçilmez bir öneme sahiptir. İnsanlar önceleri besin daha sonra diğer nesnelere sayesinde enerji ihtiyaçlarını karşılamaya başlamıştır. Enerji kaynaklarının kullanımında çevre, politika, ekonomi gibi birçok faktörün etkisi bulunmaktadır. Bu yüzden enerji uygarlığın gelişmesinde temel bir özellik olarak karşımıza çıkar. Enerji kaynakları özelliklerine göre farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Fosil, yenilenebilir ve yeni olmak üzere üç gruba ayrılır. Petrol, kömür gibi enerji kaynakları fosil kaynaklar; güneş, su, rüzgâr gibi enerji kaynakları yenilenebilir kaynaklar; nükleer enerji, hidrojen enerjisi gibi enerji kaynakları da yeni enerji kaynakları arasında yer almaktadır (Kablamacı, 2004: 4).

Enerji kaynakları insanoğlunun yaşamı için vazgeçilmez bir unsura sahiptir. Enerji kaynaklarının tüketilmesi demek yaşamın durağan hale gelmesi demektir. Bu yüzden her ülke enerji kaynaklarının dört dörtlük bir şekilde kullanılması konusunda gerekli çabaları göstererek önlemler almaktadır. Yaşam koşulunun vazgeçilmezi haline gelen enerji ihtiyacı önceleri fosil yakıtlardan karşılanırken daha sonraları petrol, doğalgaz gibi enerji kaynaklarının ortaya çıkmasıyla birlikte insanların ihtiyacını karşılamaya başlamıştır.

Farklı enerji kaynaklarının ortaya çıkmasıyla birlikte ülkeler arasında bir rekabet durumu ortaya çıkmıştır. Rekabet durumunun yaşanmasıyla birlikte artık enerji kaynakları üzerinde çevre, politika gibi unsurların etkisi bulunmaya başlamıştır. Yani eskiden var olan ve insanların temel ihtiyacı olan ısınma ihtiyacını karşılayan enerji, günümüzde ülkelerin gelişmişlik durumunu göstermeye başlamıştır. Bunun için her ülke enerji tüketimi konusuna özen göstererek düşük maliyetli ve kaliteli enerjiye sahip olmayı amaçlamaktadır.

Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Genel Sınıflandırılması



Kaynak: Koç ve Kaya, 2015: 37.

Şekil 1’de de anlaşılacağı üzere enerji kaynakları kullanımına göre ve dönüştürülebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kullanışlarına göre enerji kaynakları tükenebilir ve tükenmez enerji kaynaklarıdır. Tükenebilir yani yenilenemez enerji kaynakları arasında fosil ve çekirdek kaynakları yer almaktadır. Fosil kaynaklar arasında kömür, petrol, doğalgaz yer almaktadır. Çekirdek kaynaklar arasında da uranyum tortum bulunmaktadır. Yenilenebilir diğer adıyla tükenmez enerji kaynakları arasında ise hidrolik, güneş, biyokütle, jeotermal, rüzgar, gelgit, hidrojen kaynaklar yer almaktadır.

Enerji kaynakları arasında yer alan dönüştürülebilir enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Birincil enerji diğer adıyla primer kaynaklar arasında kömür, petrol, doğalgaz, biyokütle, hidrolik, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi gibi enerji kaynakları yer almaktadır. İkincil enerji diğer

adiyla sekonder enerji kaynakları ise elektrik, benzin, mazot, motorin, ikincil kömür, petrokok, hava gazı, LPG gibi enerji kaynaklarıdır.

Enerji kaynaklarının sınıflandırılması kaynaklar tükenebilir ve yenilenebilir şeklinde yapılmaktadır. Sınıflandırma doğrultusunda olduğu gibi kalabilen ve kullanılsa da azalmayan enerji kaynakları yenilenebilir diğer adıyla tükenmez enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Aynı şekilde bir defa kullanıldığında kendi kendini yenilemeyen enerji kaynakları da yenilenemez yani tükenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Koç ve Kaya, 2015:37).

Günümüzde nüfusun hızlı bir şekilde artması, toplumların refah seviyelerinin yükselmesi, teknolojiye yaşanan gelişmeler gibi etkenler dünyanın enerji ihtiyacının giderek artmasına neden olmuştur. Bu yüzden enerji ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla rezervleri sınırlı olan yenilemez enerji kaynaklarının plan doğrultusunda kullanılmasına ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmasına çaba gösterilmektedir (Koç ve Kaya, 2015:37).

Enerji kaynakları arasında eskiden beri kullanılan fosil kaynaklar yer almaktadır. Fosil kaynakların yaygın bir şekilde kullanılması nedeniyle bu kaynakların tükenebileceği sorunuyla mücadele edebilmek için gerekli çalışmalar sürdürülmektedir. Fosil kaynakların zaman içerisinde tükenmesine bağlı olarak ortaya çıkabilecek enerji sorununa karşı gerekli önlemler alınarak, insanlar enerji tüketimine karşı bilinçlendirilmeye başlanmıştır.

Son yıllarda yaşanan gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan diğer enerji kaynaklarının da kullanımı artmaya başlamıştır. Enerji kaynaklarının kullanılmasıyla birlikte sadece ısınma amaçlı yerine, genellikle ekonomik durum göz önünde bulundurulmaya başlanmıştır. Yani enerji, ülkelerin ekonomileri için vazgeçilmez bir öneme sahip olmuştur. Her ülke ekonomisini canlandırmak için artık farklı uğraşlarla birlikte enerji kaynaklarını da baz alarak çalışmalarını sürdürmektedir.

1.1.3. Enerji Kullanımından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar

Enerji kaynaklarının kullanımı, günümüzde her ne kadar artmış ve insan ihtiyacını karşılamaya yönelik olmuşsa da enerji kaynaklarının çevreye vermiş olduğu zararlar bulunmaktadır. Özellikle kaynakların sanayi alanında kullanılmasıyla birlikte yaşanan çevre sorunları artmaya devam etmektedir. Enerjilerin kullanımı esnasında hava, su, canlılar etkileneceğinden çevre sorunları da artmaktadır.

Enerji, insan ihtiyaçlarının karşılanması için sanayi, ulaştırma, konut gibi sektörlerde oldukça fazla kullanılmaktadır. Yaşantımızın vazgeçilmezi olan enerji üretim, tüketim gibi etkenler sonucunda çevre kirliliğine yol açmaktadır. Her türlü enerjinin elde edilmesinden kullanıcıya ulaştırma noktasına kadar geçen tüm aşamalarda çevreye zarar verilmektedir. Özellikle hidroelektrik enerjilerinin kullanılmasıyla birlikte nehir kenarında yaşayan insanlar başka yerlere göç etmek zorunda kalmıştır. Bunun yanında fosil yakıtların yerini nükleer enerjinin almasıyla birlikte yaşanacak nükleer kaza ve radyoaktif atıkların güvenli bir şekilde depolanmaması sorunu da tehlikelere işaret etmektedir (Karadağ, 2009: 19).

Enerji kullanımı nedeniyle yaşanan çevre sorunları bitkilere, hayvanlara, insanlara, toprağa, havaya zarar verdiği için dolayı yaşamı olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Özellikle sanayileşmenin yaşanmasıyla birlikte enerjinin en çok sanayi alanında kullanılması yaşantımızı olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Sanayilerden çıkan gazlar bilinçsiz bir şekilde yayıldığından insanlar bu gazlardan etkilenerek bazı hastalıklar yakalanmaktadır. Üstelik enerji üretilirken veya tüketilirken gaz salınımına karşı gerekli önlemlerin alınmaması, ölüme kadar yol açabilmektedir. Ayrıca çevreye verilen zarar iklim değişikliğine de yol açmaktadır.

1980'li yıllardan itibaren dünya toplumunu ciddi ölçüde etkileyen faktörler arasında enerji kaynakları yer almaktadır. Kaynaklarının kullanılmasıyla birlikte çevresel sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Zaman içerisinde enerji kaynaklarının toplumsal bilinçlenme olmadan üretilmesi, doğal koşulların tahribatına yol açmıştır. 1999 yılından sonra karbondioksit emisyon üreten kaynaklar arasında petrol %45 kömür %35, doğalgaz %20 olarak gerçekleşmiştir. Yaşanan bu durum endüstri

ülkelerinde petrole, kömüre, doğalgaza olan emisyonu belirtmektedir (Kablamacı, 2004: 27).

Küreselleşmenin yaşanmasıyla birlikte artık insan sağlığında da tehlikeler artmaya başlamıştır. Çünkü nüfusun artması, sanayileşme sürecinin başlaması, enerji üretiminin artması ve bu doğrultuda insanların ihtiyaçlarının karşılanmaya çalışılmasıyla birlikte hızlı bir şekilde enerji üretimi olduğundan üretilen enerjiler gerekli önlemler alınmadan çevreye yayılmaktadır.

Enerji kullanımının artmasıyla birlikte doğal yaşam ve çevre üzerindeki baskılar giderek artmaya başlamıştır. Üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar gerekli tüm enerjinin yoğun olarak fosil yakıtlardan karşılanması çevresel tahribatın oluşmasına ve bu yüzden endişenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çünkü fosil yakıtlar küresel ısınma, iklim değişikliği, çevre tahribatı, gibi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Yaşanan çevre ve ekolojik sorunların ortadan kaldırılması için çevreye uyumlu yakıtların tercih edilmesi, doğal yaşam dengesini bozmayan kaynakların yenilenebilir enerji kaynaklarına çevrilebilir olması, çevre sorunlarının azaltılmasını sağlayacaktır (Türköz, 2020: 29).

Enerji üretiminden kaynaklanan atık, atık su ve emisyonlar çevre tahribatı oluşturacağından insanlar da bu süreçten etkilenecektir. Özellikle petrol, kömür, doğalgaz gibi tükenbilir enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde kullanılması sonucu çevre sağlığı daha olumsuz hale gelmiştir. Çevre sağlığının olumsuz etkilenmesi çevrede bulunan her türlü varlığın yaşamını da olumsuz etkilemiştir. Enerji üretiminden kaynaklanan fosil kaynakların kullanımı neticesinde salınan CO₂ vb. sera gazları nedeniyle iklim değişikliği meydana gelmiş, insan sağlığı tehlike altına girmiş, ölümler yaşanmaya başlamıştır.

Enerji kullanımından kaynaklanan çevre sorunları nedeniyle yaşanan risklerin ortadan kaldırılması için her ülke kendi çapında gerekli önlemleri almalıdır. Özellikle doğal yaşam dengesinin korunması ve insanların yaşamlarını dört dörtlük bir şekilde sürdürmeye devam etmesi için, enerji üretimine ve tüketimine önem verilmelidir. Enerji konusunda alınan önlemleri çevre ve ekolojik sorunların ortadan kalkmasına,

yaşanabilir bir çevrenin oluşmasına, sürdürülebilir bir enerji kullanımının sağlanmasına yardımcı olur.

1.1.3.1. Enerji ve İklim Değişikliği

21. Yüzyılda yaşanan çevre kirliliği ve iklim değişikliği, endişelerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. 21. Yüzyılın en büyük sorunları arasında nüfus artışı, enerji sorunu, küresel ısınma gibi sorunlarla baş edebilme mücadelesidir. Yaşanan endişeler, koruma politikalarının ve farkındalığın artmasına yol açmıştır. Bu konuda yenilenebilir enerji kaynakları çevre sorunlarına karşı belirleyici unsurlar arasında yer almaya başlamıştır (Keivanfar, 2017: 24).

Çevre, insan yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmesi için gereken temel faktörler arasında yer almaktadır. Çevrede yaşanan herhangi bir sorun, insan yaşamını olumsuz etkiler. Bu yüzden geçmişten günümüze doğru gelinene kadar yaşanan gelişmeler, insanları derinden etkilemiştir. 21. Yüzyılda da yaşanan gelişmeler arasında enerji kaynakları yer almaktadır.

Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları sonucu oluşan küresel rekabet, çevrenin olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. Çünkü nüfus artışı yaşandıkça enerji kaynaklarının tüketimi de artacağından ve gerekli önlemler alınmadan üretim artacağından çevre sorunları da kendini göstermeye başlayacaktır. Bunun için yaşanan sorunlara karşı önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Sanayileşmenin gelişmesi, nüfusun artması gibi nedenlerden dolayı, enerji üretimine olan ihtiyaç artmıştır. Enerjinin üretilmesi de ekolojik dengeyi etkilediği gibi sınırlar ötesi etkilerinde yaşanmasına yol açmıştır. Yani çevre sorunları artık ulusal olduğu gibi uluslararası boyuta da ulaşmıştır. Fosil yakıt kullanımı, ormanların azalması gibi nedenlerle havadaki karbondioksit birçok gazla birlikte sera etkisi yaparak iklimin değişmesine neden olmuştur (Karadağ, 2009: 19-20).

Küreselleşme sürecinin yaşanmasına bağlı olarak insanların enerji ihtiyacı da artmıştır. Enerji ihtiyacı arttıkça çevre ve iklim değişikliği sorunları da beraberinde gelmiştir. Özellikle fosil yakıtların aşırı bir şekilde kullanılması nedeniyle çevre

sorun, iklim değişikliği gibi ciddi sorunlar yaşanmaya başlamıştır. Karbondioksite tüketilmesi, sera etkisinin ortaya çıkması, yerkürenin ısınması gibi nedenler iklim değişikliğinin yaşanmasına yol açmaktadır.

İklim değişikliği yaşandıkça, insan hayatı da tehlikeler içerisinde kalmaya devam edecektir. Bu yüzden yaşanan sorunlar sadece ulusal boyutta olmayıp uluslararası bir boyuta da ulaşmıştır. Artık her ülke enerji tüketimi, hava kirliliği, iklim değişikliği gibi konularda ciddi çalışmalar yürütmeye başlamıştır. Son yıllarda sanayiler için alınan önlemler arasında baca gazı arıtma tesisleri yapılmaktadır. CO₂ gazı tutan karbon yakalama sistemleri henüz yaygın kullanılmamaktadır. Sanayilerden çıkan gazların çevreye yayılmasını engellemek amacıyla filtre takılması, evre kirliliğinin azaltılmasına karşı uygulayıcı önlemler arasında yer almıştır.

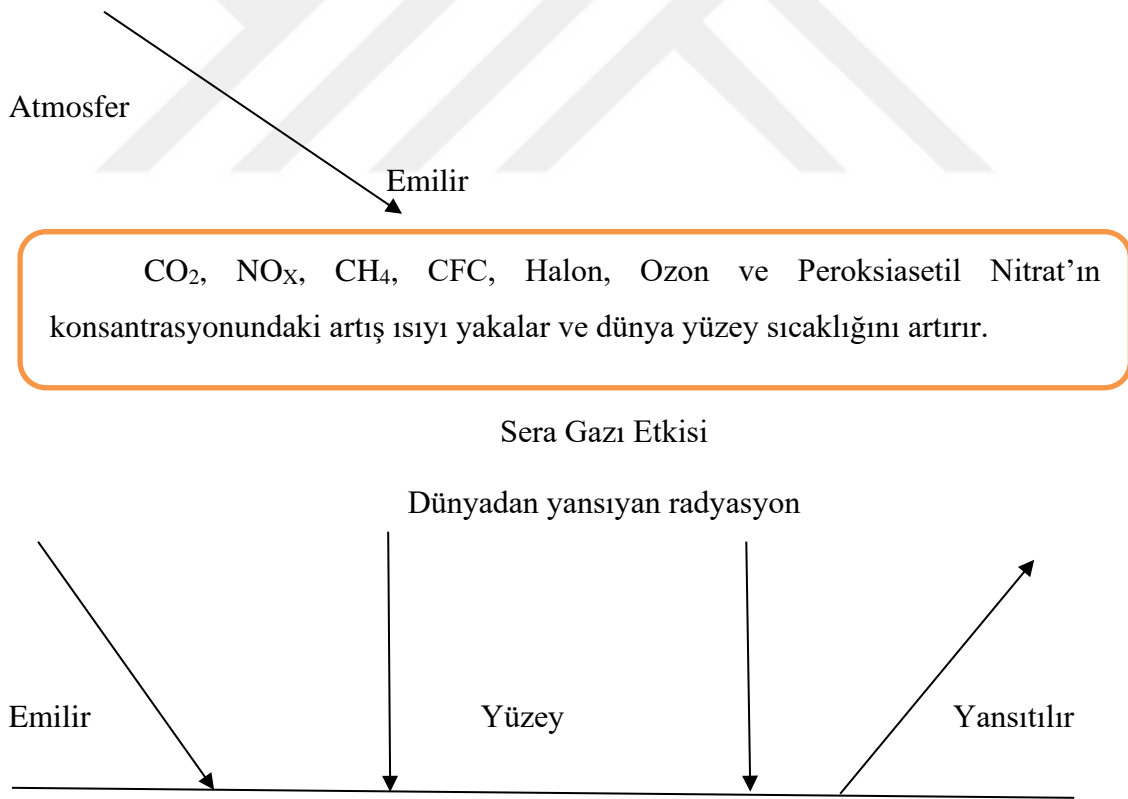
Küresel ısınma nedeniyle iklim değişikliği yaşanmaktadır. İklim değişikliği gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çevresel sorunların başında gelmektedir. İklim değişikliğine etki eden faktör, sera gazlarındaki yoğunluk artışından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden iklim değişikliğine insanların faaliyetleri yol açmaktadır. Gerekli önlemlerin alınması da yine insanların elindedir. Bunun için uluslararası önlemler alınmakta ve gerekli politikalar planlanmaktadır. Yapılan uluslararası en büyük protokol Kyoto Protokolü'dr. Kyoto Protokolü'ne göre, atmosferde bulunan sera gazı yoğunluğunun, iklimi tehdit altına almayacak seviyede dengede tutulmasını sağlamak amaçlanmış olup alınacak önlemlerde mutabakat sağlanmıştır (Türköz, 2020: 32).

Küresel ısınmanın yaşanmayasıyla sadece insanlar değil, diğer canlılarda bu ısınmadan etkilenmiştir. Küresel ısınma sonucu, iklim değişikliği yaşanmıştır. İklim değişikliğine insanların yapmış oldukları faaliyetler neden olmuştur. Bu yüzden iklim değişikliğine neden olan insanlar, çaba göstererek tekrardan iklim değişikliğinin önüne geçebilir. Bu yüzden uluslararası protokoller imzalanmakta, her ülke kendi önlemlerini almaktadır.

İklimin değişmesine neden olan faktörler arasında enerji de yer almaktadır. Sanayileşme süreciyle birlikte enerji kullanımının artması çevre ve iklim değişikliği sorunlarını beraberinde getirmiştir. Bu yüzden yaşanan iklim tehdidini engellemek ve enerji tüketimini dengelemek amacıyla geniş çaplı önlemler alınmaktadır. İnsanlar enerji kullanımına karşı bilgilendirilmekte, fosil yakıtların azalmasıyla ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artmasıyla birlikte yaşanan sorunlar azaltılmaya çalışılmaktadır.

İklim değişikliğine neden olan faaliyetlerin en önemlileri arasında enerji üretimi yer almaktadır. Atmosferde bulunan sera gazı konsantrasyonu, dünya yüzeyinden yayılan ısıyı yakalayarak ısıyı yükseltmektedir. Yaşanan küresel iklim değişikliğinin şema gösterimi şekil 2’ de verilmiştir (Türköz, 2020: 32).

Şekil 2. Sera Etkisinin Şematik Gösterimi



Kaynak: Türköz, 2020: 33.

Küreselleşmeye bağlı olarak yaşanan iklim değişikliği, enerji kaynakları nedeniyle de yaşanmaktadır. Enerji nedeniyle yaşanan iklim değişikliği sonucu,

insanlar bu durumda etkilenerek ölümcül hastalıklara yakalanabilmektedir. Yaşanan enerji sorunlarını engellemek amacıyla geçmişe oranla günümüzde daha sıkı çalışmaların sürdürüldüğü söylenebilir. Alınan her önlem, insan ve çevre sağlığı düşünülerek alınmaktadır. Ayrıca enerji tüketimi konusunda bir yandan yatırımlar yapılmakta diğer yandan önlemler alınarak sürdürülebilirlik sağlanmakta ve iklim değişikliği engellenmeye çalışılmaktadır.

1.2. DÜNYA'DA ENERJİ KAYNAKLARI

1.2.1. Fosil Kökenli (Tükenebilir) Enerji Kaynakları

Katı, sıvı ve gaz halinde bulunan kaynakların yakılması üzerine oluşan enerjilere yenilenemeyen enerji denir. Enerji kaynakları bir rezerv olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden enerji kaynakları tükenbilir enerji kaynaklarıdır. Tükenebilir enerji kaynakları arasında; kömür, petrol, doğalgaz, nükleer enerji gibi kaynaklar yer almaktadır (Kavuran 2019: 20).

Enerji kaynakları konusunda her ülke kendi rezervlerini kullanarak ihtiyacını karşılamaya çalışmaktadır. Fakat kullanılan rezervler tükenbilir kaynaklar olduğundan, farklı kaynak arayışına ihtiyaç duyulmaktadır. En çok kullanılan enerji kaynakları arasında kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil kaynaklar bulunmaktadır. Her ülke enerji ihtiyacını en çok fosil kaynaklardan karşıladığından, fosil kaynakların tükenbilme ihtimaline karşı önlemler almaktadır.

Sanayileşme, gelişen teknoloji, artan nüfusla birlikte fosil kaynakların tüketimi artmaktadır. Fosil kaynaklar tüketildikçe rezervlerde azalma yaşanmaktadır. Bu yüzden ülkeleri fosil kaynakların tükenmesi sorunu tehdit etmektedir. Odun, kömür, petrol gibi katı, sıvı maddeler yakılarak insanların enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Fakat son yıllarda artan nüfus artışına paralel olarak fosil kaynakların tüketimi hızlandığından ileride bu kaynakların tükeneceği sorunuyla karşı karşıya kalacağımızı söyleyebiliriz.

Yenilenemeyen enerji kaynakları, oluşum nedenleriyle yenilenmeleri uzun zaman süren enerji kaynaklarına denir. Birincil enerji kaynakları olarak adlandırılan tükenebilir kaynaklar fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Fosil kaynaklar, geçmişte olduğu gibi günümüzde ve daha sonraki yıllarda da birincil enerji üretiminde belirleyiciliğini korumaktadır. Yapılan tahminlere göre 2020 yılında tükenebilir enerji kaynaklarının toplam payının %88,5 olacağı öngörülerek, bu oran içerisinde de en büyük payın petrol olduğu belirtilmiştir (Aracı, 2013: 11).

Tablo 1. 2008 Yılı İtibariyle Dünya İspatlanmış Fosil Yakıt Rezervleri

	Petrol	Doğal Gaz	Kömür
Bölgeler	(milyar ton)	(trilyon m3)	(milyar ton)
K. Amerika	9,7	8,87	246
O.&G.Amerika	17,6	7,31	15
Avrupa&Avrasya	19,2	62,89	272
Orta Doğu	102	75,91	1,4
Afrika	16,6	14,65	32
Asya ve Okyanusya	5,6	15,39	259
Toplam Dünya	170,8	185	826

Kaynak: <https://slideplayer.biz.tr/slide/2014335/> (Gümüş, 2010).

Tablo 1'den de anlaşılacağı üzere en yüksek petrol rezervlerine sahip ülkenin %65,4 ile Orta Doğu ülkeleri olduğu yer almaktadır. Doğal gaz rezervlerine en fazla

sahip ülkelerinde %39,2 ile Avrupa ve Avrasya ülkelerinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca kömür kaynakları arasında yer alan taş kömürü ve linyit hesaplamasın en fazla paya sahip ülkelere %36,1 ile Avrupa-Avrasya ülkeleri olduğunu, en az rezervi bulunan ülkelerinde %0,2 ile Orta Doğu olduğu tablodan hareketle söylenebilir.

1.2.1.1. Fosil Yakıtların Dünya Enerji Tüketimi İçerisindeki Yeri

1.2.1.1.1. Kömür Rezervleri

Fosil kaynaklı kullanılan enerjilerin tüketimine verilen önemin artması ve bu kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesi nedeniyle gelecekte fosil kaynaklara duyulan ihtiyaç artacaktır. Bu yüzden fosil kaynakların tüketilmesi konusunda ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Özellikle kullanılan rezervlerin azalması doğrultusunda artık birincil enerji kaynakları olan petrol, doğalgaz, kömür gibi enerji kaynaklarında küresel anlamda bir sıkıntının yaşanacağı öngörülmektedir.

Enerji kaynakları kullanım amaçlarına göre yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları şeklinde ikiye ayrılır. Kullanıldığı zaman rezervleri azalan, kendisini yenileyemeyen enerji kaynakları tükenbilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kaynaklar kendi içerisinde çekirdek ve fosil kaynaklar şeklinde ikiye ayrılır (Kavuran, 2019: 31).

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bu yüzden enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla her ülke kendi rezervlerini kullanmaktadır. Özellikle fosil kaynaklar arasında yer alan kömür, doğal gaz, petrol gibi enerji kaynaklarının kullanılması sonucu kaynakların rezervlerinde azalmaların yaşanacağını söyleyebiliriz. Yaşanan azalmalara bağlı olarak ileriki yıllarda enerji sorunu ortaya çıkar. Bu yüzden fosil kaynaklar konusunda bazı sorunlar ortaya çıkarak enerji arayışı içerisinde olunmaya başlanabilir.

Güneş, rüzgâr gibi kaynaklar kendi kendini yenileyebilen enerji kaynaklarıdır. Kendini yenileyemeyen enerji kaynakları kullanıldıkça azaldığından tükenbilir boyuta ulaşmaktadır. Bu yüzden kendi kendini yenileyemeyen enerji

kaynaklarına tükenebilir enerji kaynakları denilmektedir. Tükenebilir enerji kaynaklarına olan talep doğrultusunda ülkeler arasında bir rekabet durumu yaşanmaktadır. Her ülke kendi enerjisini bir başka. ülkeye satmak ve ekonomisini canlandırmak amacıyla arayış içerisinde olmuştur. Fakat artan enerji ihtiyacını karşılamak için ihracatın gerçekleşmesi doğrultusunda kaynaklar aşırı kullanıldığında ne yazık ki kaynaklar bir süre sonra kendi kendini yenileyemeyeceğinden tükenme noktasına gelecektir. Enerji, kaynaklarının tükenmesi de ülkelerin enerji sorunu yaşamasına yol açar.

Tablo 2. Enerji Kaynaklarının Dünya Enerji Arzındaki Payları (1973-2030)

Enerji Kaynakları (OECD)	1973 (%)	2008(%)	2030 Tahmini (%)
Petrol	52,5	37,3	30
Kömür	22,6	20,9	16,6
Gaz	19	23,7	20,5
Nükleer	1,3	10,9	9,5
Hidro	2,1	2	3,9
Yenilenebilir Kaynaklar	2,5	5,2	19,5
Enerji Kaynakları (Dünya)	1973(%)	2008(%)	2030 Tahmini (%)
Petrol	48,1	34,3	30,1
Kömür	28,5	32,6	28,8

Gaz	19,6	22,9	21,6
Nükleer	1,9	5,9	5,3
Hidro	1,8	2,2	2,4
Yenilenebilir Kaynaklar	0,1	2,1	11,8

Kaynak: Kum, 2009: 210.

Tablo 2'den de anlaşılacağı üzere 1973 ile 2030 yılları arasında petrol, kömür, gaz gibi fosil kaynaklı enerji kaynaklarında düşüşlerin yaşanması beklenirken yenilenebilir kaynakların artması beklenmektedir. OECD ülkelerine bakıldığında fosil kaynaklı enerji kaynaklarını 1973 yılından 2030 yılına kadar düştüğü, fakat yenilenebilir kaynakların toplam oranının arttığı görülmektedir. Aynı şekilde dünya genelinde enerji kaynaklarına bakıldığında yine 1973, 2008 ve 2030 yılları arasında yapılan tahminlere göre fosil kaynaklı enerjilerde düşüş yaşanırken yenilenebilir enerji kaynaklarında artışın yaşanması beklenmektedir. Bu durumun yenilenebilir enerji kaynaklarının canlanmasına ve yenilenebilir enerjide yatırımın artmasına yol açar.

Dünya genelinde yaşanan hızlı nüfus artışına bağlı olarak enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla hızlı bir şekilde fosil kaynaklar tüketilmektedir. Fosil kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesi nedeniyle gelecek yıllarda bu kaynakların azalacağı tahmin edilmektedir. Yapılan tahminler doğrultusunda fosil kaynaklar azalırken yenilenebilir kaynaklar önemini artıracaktır. Yenilenebilir kaynakların önemini artırması doğrultusunda artık fosil kaynaklar yerine güneş, rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklara yatırımlar yapılarak enerji ihtiyacı yenilenebilir kaynaklar üzerinden karşılanmaya başlanacaktır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer alan kömür; hidrojen, oksijen, karbon gibi farklı elementlerin bir araya gelerek birleşmesinden oluşan ve yanabilen organik bir kayadır. Kömür, yer altında bulunduğu için damar halinde milyonlarca

yıl ısı, basınç gibi etkiler nedeniyle meydana gelmektedir. Enerji kaynakları arasında oldukça önemli bir paya sahip olan kömür evlerde, endüstriyel alanlarda, termik santrallerde ısı ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Albayrak, 2019: 23).

Isı ve elektrik üretimi için seri bir şekilde kullanılan kömür yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Kömür kendi kendini yenileyemediğinden ve milyonlarca yıl sonra meydana gelen bir kaya parçası olduğundan kömürün dikkatli bir şekilde tüketilmesi gerekir. Genellikle termik santrallerde, evlerde kullanılan kömürlerin hızlı bir şekilde tüketilmesi sonucu ısınma ve elektrik üretimi sorunu meydana gelecektir. Yaşanan sorun yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı arttıracaktır.

Kömürün tarihsel geçmişine bakıldığında buhar makinasının kullanılmasıyla birlikte kömürün kullanılması ve günümüze kadar gelmesi sayesinde insanlar ısınma ihtiyaçlarını kömürden karşılamıştır. Fakat günümüzde yaşanan küreselleşmeye bağlı olarak kömür, ekonomik değer olarak görülmeye başlanmıştır. Kömürün ekonomik değer olarak görülmesi, ithalat ve ihracat işlerinin canlanmasına neden olmuştur.

Kömür rezervleri bol olan ülkeler sahip oldukları rezervleri ekonomilerini canlandırmak için ihraç ederek gelir elde etmektedir. Fakat kömür kendi kendini yenileyemeyen fosil kaynaklar arasında yer aldığından ve hızlı kullanım sonucu bir süre sonra tükeneceğinden kömür kaynaklarının ileriki yıllarda eskiye oranla daha az kalacaktır

Yanabilen ve organik bir kaya olan kömür, tortu tabakalardan oluşmaktadır. Rengi kahverengi veya siyah olmaktadır. Kömür, katı bir maddedir. Kömür yapılan tanımlara göre sıkışma, sertleşme ile birlikte değişen, bitki kalıntıları tarafından üretilen karbonlu, madde ağırlığı %50'den fazla olan kaya olarak tanımlanır. Bitki türlerinde yaşanan farklılık nedeniyle kömürler farklı çeşitte ortaya çıkmaktadır. Birçok kömür tabakalı tortu yatıklarından oluşurken birçoğu da antrasit, grafit şeklinde de meydana gelmektedir. Kömürün köken jeolojik zamanlara dayandığından fosil yakıt adını almıştır. Kömürün eski halinden kok kömürüne gelene kadar yolculuğu milyonlarca yıl sürmüştür (Cengiz, 2017: 17).

Genellikle siyah renkte olan ve ısı, basınç gibi etkilere maruz kalarak günümüze kadar gelen kömürün tarihsel geçmişine bakıldığında kökeni jeolojik zamana dayanır. Bu yüzden kömür, fosil yakıtlar içerisinde değerlendirilmektedir. Günümüzde kok kömürü olarak kullanılan kömürlerin kok kömürü haline gelmesi milyonlarca yıl sürmüştür. Isınma, enerji gibi amaçlar doğrultusunda kullanılan kömürler farklı çeşitlilikte ortaya çıkmıştır. Yanabilen bir madde olan kömür, eskiden ısınma amaçlı kullanılırken yaşanan gelişmeler doğrultusunda hem ısınma amaçlı hem de ekonomik değer olarak kullanılmaktadır.

Kömürlerin çıkarıldığı alanlar birbirinden farklı olduğundan ve farklı çeşitte kömür bulunduğundan kömürün dağınık bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Kömürün jeolojik zamana dayanması nedeniyle enerji kaynakları arasında en yaşlı olanın kömür olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca günümüzde daha az maliyetli enerji kaynakları arasında yer alan kömür sayesinde ısınma amaçlı en çok olarak kömürler sıklıkla kullanılmaktadır.

Kömür Karbonifer Dönemi'nde bataklıkların dibinde kalarak biriken bitki maddesinden meydana gelen bir kayadır. Organik bir madde olan kömür düşük oksijenli olması ve ayrışmayı engellemesiyle durgun olan bataklıklarda birikir. Denizlerin yükselmesi, bataklıkların batması, çöp atıklarının birikmesi gibi nedenlerden dolayı kömürler yüzeyin altına gömülmeye başlar. Yüzeyin altına gömülen kömürler milyonlarca yıl üstte bulunan maddelerin ağırlığı altında sıkışarak oluşur (Türköz, 2020: 7).

Bitki materyallerini kömüre dönüştüren sürece kömürleşme adı verilir. Bu süreçte karbon miktarı %70 turba, %75 linyit, %80 alt bitümlü kömür, %80 ile %90 aralığında bitümlü kömür, %90'dan fazla antrasit kömür oluşturmaktadır. Kömürleşme süreci verilen tablo 1.2'de verilmiştir (Türköz, 2020: 7):

Tablo 1.2. Kömürleşme Süreci

Kaynak: Türköz, 2020: 7

Kömürün kullanmaya başlama sürecinin uzun olması nedeniyle enerji kaynakları arasında önemli bir paya sahiptir. Kömürleşme sürecinin meydana gelmesi milyonlarca yılı gerektirir. Sıkışan kömürün farklı çeşitte bulunması kalitesinin de farklı olmasına yol açar. Özellikle kömürleşme sürecinde turba, linyit, alt bitümlü kömür, bitümlü kömür, antrasit gibi farklı maddelerin ortaya çıkmasıyla kömürün değeri paha biçilmez bir öneme sahip olmuştur. Eskiye oranla kömür rezervlerinde yaşanan artış, nedeniyle artık günümüzde kömüre ulaşmak daha kolay hale gelmiştir. Fakat kömürün aşırı bir şekilde kullanılması nedeniyle tükenme sorunu ortaya çıkabilir. Kömürün tükenmesi demek milyonlarca yıl tekrardan oluşmasını beklemek demektir. Bu süreçte oldukça uzun olacağından kömüre ulaşmak zorlaşmaya başlayacaktır.

Kömür, katı bir madde olduğundan ve yanarak ısı yayabilen bir özelliği bulunduğu için, eskinde beri var olan ve bazı nedenlerden dolayı sıkışarak oluşan bir maddedir. Tarihsel süreç içerisinde kömür, en çok kullanılan maddeler arasında yer almıştır. Dünya genelinde kömür kullanımını konusunda ciddi bir talep yaşanmaktadır. Fakat kömüre olan talep sanayileşmeyle birlikte nüfusun hızlı bir şekilde artması üzerine artmaya başlamıştır. Kömürün aşırı bir şekilde kullanılması, fosil yakıtı olan kömürün kullanım ömrünün azalmasına neden olmuştur. Fosil yakıtın azalması da ısınma, elektrik üretimini zorlaştıracaktır. Kısacası, kömürün rezervlerinin zaman içerisinde tükenmesi, insanların ihtiyaçlarının karşılanmasının güçleşeceğini gösterir. Bunun için kömür rezervlerinin kullanımına dikkat edilmesi gerekir.

1.2.1.1.2. Petrol Rezervleri

Latince “Petroé (Tas) ve “Oleum” (Yag) kelimelerinin birleşmesi sonucu oluşan petrol, jeolojik bir geçmişe sahip olan ve yer altında yataklar halinde bulunan bir kavramdır. Karmaşık bir bileşime sahip olan petrol, içerisinde hidrojen, karbon, az miktarda oksijen, nitrojen, kükürt bulunduran bileşene denir. Petrol normal şartlarda katı, sıvı, gaz halinde bulunabilir. Petrolün rezervden çıkarılarak rafine edilmemiş şekline ham petrol adı verilir. Tekrardan rafine edilerek petrol adını almaktadır. Gaz halinde bulunan petrole ise doğal gaz denilmektedir (Cengiz, 2017: 20).

Fosil kaynaklar içerisinde yer alan petrol, kömür gibi jeolojik geçmişe sahiptir. Günümüzde önemli bir yere sahip olan petrol, tükenbilir kaynaklar arasında yer almaktadır. Petrol konusunda yürütülen çalışmalar, ülkelerin daha çok ticari amaçlı kullanımına yönelik olmuştur. Petrole sahip olan ülkeler, kendi rezervlerini kullanarak ithal etmekten kurtulmaktadır. Ayrıca yüksek oranda petrol rezervine sahip ülkeler, petrol ihracatı yaparak ekonomilerini canlandırmaktadır.

Günümüzde petrolün gaz halinde kullanım şekli yani doğal gaz ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Kentlerde daha fazla kullanılan doğal gaz, ısınmanın yanında ekonomik açıdan da kullanılmaktadır. Doğal gaza sahip olan ülkeler, ihracat yaparak doğal gaz üzerinden ekonomilerine katkı sağlamaktadır. Fakat doğal gaz petrolün gaz hali olduğundan ve petrolde tükenbilir enerji kaynakları arasında yer aldığından, doğal gazın da kömür, petrol gibi dikkatli bir şekilde kullanılması gerekir.

Petrol, kömür gibi elektrik santrallerinde de kullanılmaktadır. Petrolün kullanımı, kömürün yanma maddesiyle olarak kullanılmasıyla aynıdır. Termik santrallerde kullanılan petrol çeşitleri arasında; mazot, fuel-oil, nafta, asfaltit gibi ürünler bulunmaktadır. Petrolün sıvı olması ve kömüre göre yanma olayının daha rahat bir şekilde gerçekleşmesi, petrolün kömüre göre oldukça avantajlı bir enerji maddesi olduğunu gösterir. Ayrıca petrolün kalori değeri linyite oranla daha yüksektir (Şeker, 2010: 28).

Dünya genelinde bulunan termik santrallerde farklı enerji kaynakları kullanılmaktadır. Termik santrallerde kullanılan enerji kaynakları arasında petrol yer almaktadır. Petrol, kolay yanabilen ve yüksek kaloriye sahip bir maddedir. Petrolün sıvı halde bulunması, termik santrallerdeki kullanımını kolaylaştırmıştır. Fakat kömüre göre oldukça avantajlı olan petrolün hızlı bir şekilde tüketilmesi nedeniyle rezervler azalabilir.

Petrol rezervlerinin azalması demek, petrol fiyatlarının yükselmesi anlamına gelir. Ulaşım için sıkça kullanılan petrol, rezervini azaltmaya başladığından ve petrole sahip olan belli başlı ülkeler bulunduğundan, ne yazık ki petrol artık ekonomik amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum ekonomik gücü yeterli olmayan ülkelerin alım gücünü kısıtlamıştır.

Petrolün gaz hali olan doğal gaz, kömür ve petrol gibi yüksek emisyon değerine sahip olmadığından, çevreye daha az zarar vermektedir. Doğal gaz, tükenebilir enerji kaynakları arasında yer aldığından oldukça pahalı bir enerji kaynağıdır. Doğal gazın avantajları arasında; elde edilen elektrik enerjisinin petrole göre ucuz olması, doğal gaz termik santrallerinin hızlı bir şekilde kurulması, rahat bir şekilde devreye alınabilmeleri santrallerde sıcak suyun elde edilmesi gibi olanaklar bulunmaktadır (Şeker, 2010: 29).

Tükenebilir enerji kaynaklarının çevre kirliliğine karşı olan etkileri göz önüne alındığında doğal gazı petrol ve kömüre oranla çevreyi daha az bir şekilde kirlettiğini söyleyebiliriz. Petrole göre oldukça avantajlı olan doğal gaz, santrallerde daha rahat bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat doğal gazında petrol gibi hızlı bir şekilde tüketilmesi nedeniyle pahalı bir kaynak olduğunu ve ileride doğal gaz konusunda sıkıntı yaşanabileceği belirtilebilir.

Petrolün geçmişine bakıldığında jeolojik bir geçmişe sahip olduğunu ve bu yüzden günümüze gelene kadar her ülkede petrol kullanımının yıllara göre arttığını veya azaldığı söylenebilir. Tablo 1.3'te de 1982, 1992, 2002 yılları baz alınarak bölgelerin yıllara göre petrol durumları gösterilmiştir.

Tablo 1.3. Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Dağılımı (milyar varil)

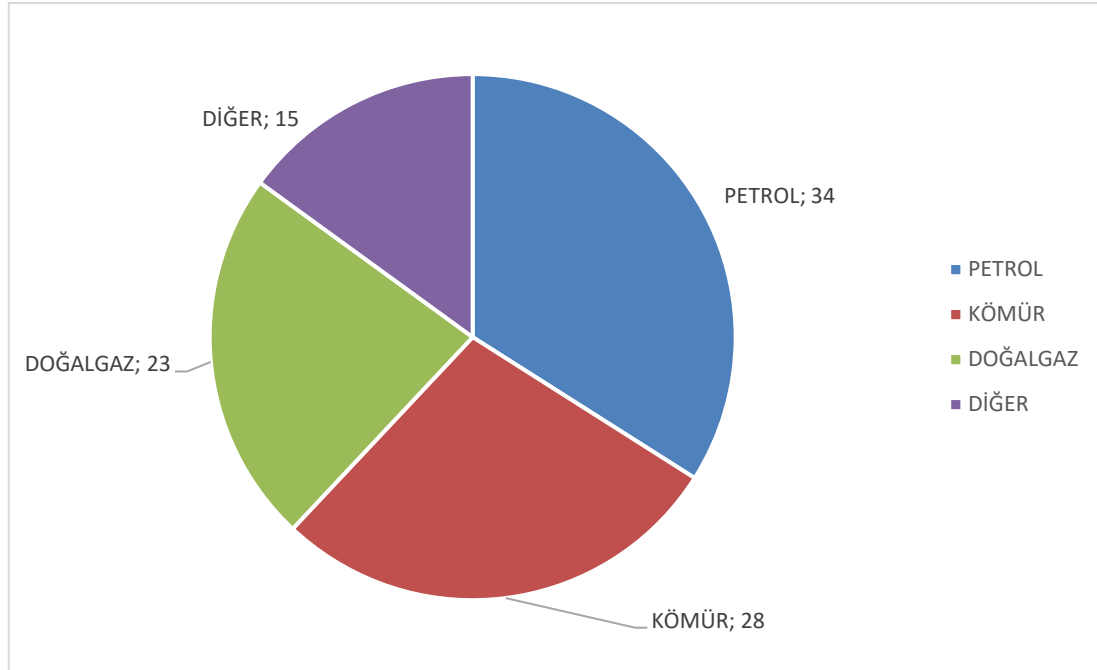
PETROL	1991	2013	2019
VENEZUELA	62,6	298,3	303,2
S.ARABİSTAN	260,9	265,9	297,6
KANADA	40,1	174,3	169,7
İRAN	92,9	157	155,6
IRAK	100,0	150	145
KUVEYT	96,5	101,5	101,5
TOPLAM	653	1147	1172,6

Kaynak: <https://www.petform.org.tr/arama-uretim-sektoru/dunyada-petrol-uretimi/>

Tablo 1.3’den de anlaşılacağı üzere 1991, 2013 ve 2019 yıllarında Venezuela, S. Arabistan, Kanada, İran, Irak, Kuveyt gibi bölgelerin petrol rezervlerinde düşüş ve yükseliş yaşanmıştır. Fakat Venezuela, S. Arabistan gibi bölgelerde de petrol rezervlerinde sürekli artış yaşanmıştır. Bu bölgeler arasında en yüksek paya Venezuela sahiptir. Ayrıca 1991 yılından 2019 yılı dahil dünya petrol rezervlerinin toplamının sürekli arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Suudi Arabistan gibi ülkelerin petrol rezervlerinin yüksek olması nedeniyle, birçok ülke Orta Doğu bölgelerinden petrol ithal etmektedir. Bu durum Orta Doğu ülkelerinin zenginleşmesini sağlamıştır. Böylece Orta Doğu ülkeleri daha fazla petrol rezervlerine sahip olmak ve ekonomilerini canlandırmak için sürekli arayış içerisinde olduklarını söyleyebiliriz. Günümüzde de aynı şekilde ülkelerin petrol rezervlerinde dalgalanmalar yaşanmaktadır.

Şekil 1.2. 2017 Yılı Küresel Ölçekte Birincil Enerji Tüketim Oranları



Kaynak: Kavuran, 2019: 31.

Şekil 1.2’de 2017 yılı baz alınarak küresel ölçekte birincil enerji tüketim oranlarını vermektedir. Buna göre 2017 yılı içerisinde en çok tüketilen birincil enerji kaynakları arasında petrol yer almaktadır. Daha sonra ikinci sırada kömür ve ardından doğal gaz gelmektedir. Petrol, günümüzde de ulaşımda, santrallerde kullanımının yaygın bir şekilde sürdürmektedir.

Küresel enerji kapsamında bakıldığında her ülke artık kendi petrolüne sahip olmak ve gerekli rezervleri temin edebilmek amacıyla ciddi çalışmalar yürütmektedir. Fakat Orta Doğu gibi ülkelerde petrol rezervlerinin daha fazla olması, diğer ülkelerin petrol arayışı yerine Orta Doğu’dan ithal etmesine yol açmıştır. Rezervlerin zaman içerisinde tükenmesi, diğer fosil kaynakları gibi petrolünde gelecekte tükenme tehlikesini ortaya çıkarmıştır. Bunun için zaman içerisinde tükenen petrol, yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakacağından dolayı, petrolün kullanımına da diğer fosil kaynaklar gibi özen gösterilmelidir.

1.2.1.1.3. Doğalgaz (Yer Gazı) Rezervleri

Dünya genelinde 1980 ve 1990'lı yılların başında yaşanan durgunluğa rağmen doğal gaz tüketimi sürekli olarak yükselme eğilimi içerisinde olmuştur. Doğal gaz tüketim miktarı 1965 yılında 632,1 milyon TEP iken, 1995 yılında 1936,6 milyon TEP , 2002 yılında da 2282 milyon TEP'e ulaşmıştır (Kablamacı, 2004: 50).

Doğal gaz, diğer adıyla yer gazı olarak bilinmektedir. Doğal gazın kullanılmasından sonra yaşanan sorunlara rağmen sürekli bir artış eğilimi yaşanmıştır. Doğal gazda yaşanan artış sanayileşmeye, nüfus artışına bağlı olarak artmıştır. Günümüzde de sıkça kullanılan doğal gaz sayesinde dünya genelinde doğal gaza olan talep artmıştır.

Ham petrolle aynı ortamda bulunan doğal gaz, ham petrole göre hafif bir özelliğe sahiptir. Doğal gaz su, hidrokarbon olmayan maddeler içermektedir. Doğal gazın ticaret amaçlı olarak kullanılması ilk defa Britanya tarafından başlatılmıştır. 1785'li yıllarda doğal gaz genellikle kömürden üretilerek havagazı olarak deniz fenerleri, aydınlatma amaçlı kullanılmıştır. 1821 yılında New York'ta William Hart tarafından ilk defa doğal gaz üretmek için kuyu kazılmıştır. 19. Yüzyılın bir bölümünde de aydınlatma için kullanılmıştır. 19. Yüzyıllarda boru hattının olmaması nedeniyle doğal gaz uzaklara taşınamamıştır. Bunun sonucunda da ısıtma, yemek yapma gibi kullanılamamıştır (Cengiz, 2017: 24).

Petrolün gaz hali olan doğal gaz, ham petrolle aynı yerde bulunmasına rağmen oldukça hafif bir özelliğe sahiptir. Eskiden ticari amaçlı kullanılmayan doğal gaz zaman içerisinde ticari amaçlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Geçmişte ulaşım ve alt yapı sorununun olmasıyla birlikte doğalgaz uzun mesafeli alanlara ulaştırılamamıştır. Bu yüzden insanlar ısınma ve yemek pişirme işlerini klasik yöntemleriyle yaparak yaşamlarını sürdürmeye devam etmiştir.

Sanayileşme süreciyle birlikte ulaşım sorununun ortadan kaldırılması, alt yapı sorununun çözülmesiyle yavaş yavaş doğalgaz her bölgeye ulaşmaya başlamıştır. Günümüze doğru gelindiğinde de artık doğalgaz hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Fakat doğal gazın halen ulaşmadığı bölgeler bulunmaktadır. Doğal gazın hızlı bir

şekilde tüketilmesi nedeniyle ileride enerji sorununun yaşanabileceği söylenebilir. Çünkü doğal gazda kömür, petrol gibi tükenen kaynaklar arasında yer almaktadır.

Doğal gaz, fosil yakıtlar arasında yer almaktadır. Bitki ve hayvan kalıntılarının milyonlarca yıl çürümesiyle oluşan doğal gaz, ısı ve basınç ile birlikte dönüşmektedir. Bazı organik kalıntılar kömüre, petrole dönüşürken bazıları da doğal gaza dönüşmektedir. Kalıntıların hangi enerji kaynağına dönüşeceğini kayanın niteliği, değişimi, yerin koşulları gibi faktörler belirlemektedir. En çok kullanıldığı alan yakıt sektörüdür (Türköz, 2020: 10).

Fosil kaynaklar arasında yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Doğal gazın kullanımı günümüzde daha yaygın hale gelmiştir. Dünyada yaşanan gelişmelere paralel olarak kullanım alanını artıran doğal gaz, rezervi fazla olan ülkelere tarafından diğer ülkelere ihraç edilerek ekonomi amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Havada hafif bir şekilde bulunan doğal gaz, diğer kaynaklar gibi rahat bir kullanıma sahiptir. Fakat rezervlerin sınırlı olması nedeniyle doğal gaz kullanımının da sınırlı olacaktır.

Doğal gaz rezerv miktarı fazla olan ülkelerde de zaman içerisinde üretim miktarının tüketim miktarının altında kalabileceğini söyleyebiliriz. Bunun nedeni, artan nüfusun ihtiyacını karşılamak amacıyla enerji tüketiminin artmasıdır. Dünya nüfusunda yaşanan değişimler nedeniyle her anlamda kalkınma yaşanmaktadır. Bu durum doğal gaz rezervlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır.

Doğal gaz tüketimine baktığımızda ülkelerin her yıl doğal gaz tüketiminin farklı olduğunu söyleyebiliriz. Bunun nedeni de nüfus artışıdır. Artan nüfusun ısınma ihtiyacını karşılamak amacıyla yakıt olarak kullanılan doğal gaz, alt yapı sorununun düzelmesiyle birlikte artık her bölgeye ulaştırılmaya başlanmıştır. İhracat işlerinin gelişmesi sayesinde hem insanların ısınma ihtiyacı karşılanmış hem de ülkelerin ekonomik durumları canlanmaya başlamıştır.

Tablo 1.4. 2014 Yılı Bölgesel Doğalgaz Rezervleri, Üretimi ve Tüketimi

	Rezerv Miktarı (Trilyon m³)	Pay%	Üretim (milyar m³)	Pay%	Tüketim (milyar m³)	Pay%
Kuzey Amerika	12,1	6,5%	948,4	27,7%	949,4	28,3%
Orta ve Güney Amerika	7,7	4,1%	175,0	5,0%	170,1	5,0%
Avrupa ve Avrasya	58,0	31,0%	1002,4	28,8%	1009,6	29,6%
Orta Doğu	79,8	42,7%	601,0	17,3%	465,2	13,7%
Afrika	14,2	7,6%	202,6	5,8%	120,1	3,5%
Asya Pasifik	15,3	8,2%	531,2	15,3%	678,6	19,9%
Toplam	187,1	100%	3460,6	100%	3393,0	100%
Avrupa Birliği	1,5	0,8%	132,3	3,8%	386,9	11,4%
Eski Sovyetler Birliği	54,6	29,2%	760,3	21,9%	568,5	16,7%

Kaynak: Cengiz, 2017: 25.

Tablo 1.4'den de anlaşılacağı üzere dünya genelinde en fazla doğal gaz rezervi Orta Doğu bölgesinde bulunmaktadır. Ardından Avrupa ve Avrasya bölgesi gelmektedir. Toplam doğal gaz üretimi ve tüketimine bakıldığında da üretim miktarının 3,46 , tüketim miktarı ise 3,39 olmuştur. Tabloya bakıldığında geçmişte

yaşanan bu durum ileri de doğal gaz arayışına olan ihtiyacı artırır. Bunun sonucunda da yenilebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulur.

1.2.1.2. Fosil Kaynakların Çevresel Etkileri

Fosil kaynaklar arasında yer alan kömür, petrol, doğal gaz gibi enerji kaynakları ısınma, enerji ihtiyacını karşılama gibi avantajların yanında çevresel açıdan dezavantajı da bulunmaktadır. Özellikle sanayileşme süreciyle birlikte fabrika sayılarında artışın yaşanması, fabrikalarda kömür, linyit gibi maddelerin kullanılması ve bu maddeler sonucunda kaynakların dışarıya salınması sonucu açığa çıkan emisyonlar hava kirliliği oluşturmaktadır. Çevrede oluşan kirlilik yalnızca havayı, suyu ve toprağı etkilemeyip insan, hayvan ve bitki sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir.

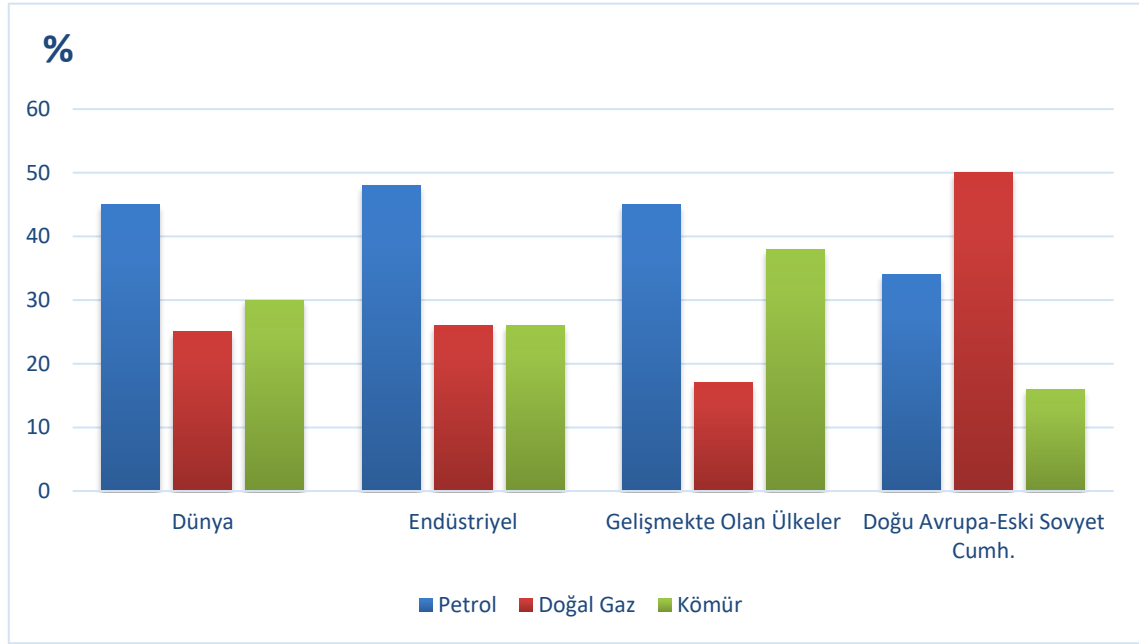
Fosil kaynakların insanlar üzerindeki etkileri incelendiğinde öncelikli olarak termik santral, kömür işleme gibi alanlarda çalışan insanlar gazlardan daha fazla etkilenmektedir. Sahalarda çalışan insanların aşırı gaza maruz kalması sakatlanmaya, ölüme yol açmaktadır. Özellikle gazlar nedeniyle duman zehirlenmesinin olması, hava alma yollarını tıkayarak karaciğer şişkinliğine neden olmaktadır (Karadağ, 2009: 22).

Enerji kaynaklarının çevreye vermiş olduğu zararlardan en çok etkilenen insanlar olmaktadır. Çünkü insanlar direkt olarak gazların bulunduğu sahalarda çalıştıklarından ve enerji kaynaklarıyla temas halinde bulduklarından, sahalarda çalışanların etkilenme oranları oldukça yüksektir. Özellikle sanayileşmenin yaşanmasıyla birlikte artan sanayi sayısı ve buna bağlı olarak gaz kullanımı, insanların sağlığını daha fazla tetiklemiştir.

Günümüzde yaşanan küreselleşme nedeniyle sanayi, fabrika gibi yerlerde enerji amaçlı kullanılan gazlar, çok fazla önlemler alınmadan çevreye bırakılmaktadır. Çevrede biriken gazlarda canlıların sağlığını etkilemektedir. Özellikle fosil yakıtların sistemli bir şekilde çevreye bırakılmaması sonucu çevre kirliliğine bağlı olarak iklim değişikliği de yaşanmaktadır. Kullanılmayan gazların artık atık olarak görülmesi, atıkların işe yaramayacağı düşüncesiyle çevreye rastgele

bir şekilde bırakılması sonucu, günümüzde çevre kirliliğini en çok etkileyen unsurlar arasında fosil kaynaklar yer almaktadır.

Şekil 1.3. Dünya CO₂ Emisyonu Yakıta Göre 2020 Yılı Tahmin Oranları



Kaynak: Kablamacı, 2004: 28.

Şekil 1.3'den de anlaşılacağı üzere 2020 yılı tahmin oranlarına bakıldığında en fazla petrolün kullanımının endüstriyel alanda olduğunu, doğal gaz kullanımının ise Doğu Avrupa ve Eski Sovyet Cumhuriyeti'nde olduğunu ayrıca kömüründe yine endüstriyel alanda kullanıldığını söyleyebiliriz. Yapılan tahmin oranlarına göre karbondioksit emisyonuna, endüstriyel alanında doğal gaz ve kömürün eşit oranda olduğunu söyleriz.

Gelişmekte olan ülkelerde en fazla petrol kullanıldığı için yapılan tahminlere göre bu kullanımın da zaman içerisinde değişebileceği belirtilebilir. 2020 yılı içerisinde doğal gazın payına bakıldığında sahip olunan payın yükselmeye bağlı olarak değişeceği tahmin edilmiştir. Yapılan tahmin doğrultusunda Doğu Avrupa ve Eski Sovyet Cumhuriyeti'nde doğal gazın emisyonunda ülkenin %50 üretim

sağlayacağı, petrolün üreteceği emisyon %34, kömürün üreteceği emisyonun ise %16 olacağı tahmin edilmiştir.

Enerjinin yayılması konusunda büyük bir etkiye sahip olan petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesi ve gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle hem çevre kirliliği ortaya çıkmakta hem de bu kaynakların tüketilmesi sonucu yenilenmemesi ciddi sıkıntılar yaşatmaktadır. Bu yüzden çevre kirliliğine ve enerji tüketimine karşı her ülke çapında ciddi projeler uygulanmaktadır. Alınan önlemler doğrultusunda amaç, çevre kirliliğini azaltmak, fosil kaynakların tüketilmesi konusunda dikkatli kullanım sağlamaktır.

Fosil kaynakların çevreye yayılması sonucu topraklar da bu gazlardan etkilenmektedir. Fosil yakıtların topraklar üzerindeki etkileri şöyledir:

- Bacalardan çıkan küllerin yağmur yerine kül şeklinde toprağa yağması nedeniyle fiziksel ve kimyasal yapının değişmesi,
- Radyoaktif maddeleri içeren ve termik santrallerde kullanılan kömür sonucu baca küleriyle radyoaktif maddelerin toprağa karışması,
- Termik santrallerde kullanılan gazların, yağışlarla akarsulara karışması ve tarım topraklarının akarsuyla sulanması sonucu kirliliğin toprağa geçmesi üzerine tarım topraklarının kirlenmesi,
- Termik santrallerde kullanılan gazların neden olduğu asit yağmurlarının ormanları kurutması ve ormanlardaki toprakların verimsizleşerek su erozyonunu hızlandırması gibi olumsuz etkiler yer almaktadır (Karadağ, 2009: 23).

Fosil kaynaklar insan, hayvan, bitki, toprak, yeraltı ve yer üstü suları üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu yüzden termik santrallerde kullanılan gazların gelişigüzel atık halinde çevreye bırakılması su, hava, toprak kirliliği ve; sakatlanma, ölüm, iklim değişikliği gibi nedenlere yol açmaktadır. Bunun için fosil kaynakların kullanımına özen gösterilmelidir. Atık gazlar, insan sağlığını ciddi derecede olumsuz etkilemektedir. Ayrıca yağışlarla toprak ve yüzeysel sulara asit yağmuru şeklinde karışmaktadır. Bunun için atık gazlar konusunda geniş çaplı önlemlerin alınması

gerekir. Kısacası enerji üretimi, ısınma gibi konularda avantaj sağlayan fosil kaynaklar, avantaj sağladıkları gibi dezavantaj da sağlayarak çevre kirliliğinin oluşmasına bir numaralı faktörler arasında yer almaktadır.

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1.2.2.1. Yenilenebilir Enerjinin Gerekliliği, Tanımı ve Kapsamı

Fosil enerji kaynaklarının yıllarca kullanılması, kaynakların bir gün tükenebileceği endişesini ortaya çıkarmaktadır. Fosil kaynakların tükenmesi ısınma, enerji gibi ihtiyaçların karşılanmasını zorlaştırır. Bu yüzden fosil enerji kaynaklarının tükenbilme ihtimaline karşı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları da kendi kendini yenileyebilen güneş, rüzgâr, hidrolik enerji gibi kaynaklardan oluşur.

Yapılan tahminlere göre gaz, petrol, kömür gibi fosil kaynakların önümüzdeki 100 yıl içerisinde tükeneceği ve buna alternatif bir yöntem olarak kullanılmaya başlayan nükleer enerji santrallerinde yükselişini kaybettiği görünmektedir. 2050 yılında fosil enerjinin %10'u nükleer enerjiden sağlansa bile, yaklaşım olarak 1000 adet santralin kurulması gerekir. Santral kurulsun bile santrallerin inşa edilmesi onlarca yıl süreceğinden zaman alıcı bir iş haline gelir (Kum, 2009: 209).

Yenilenebilir enerji kaynağı, doğa içerisinde bir döngüye sahip olan ve sonraki gün aynı şekilde mevcut enerji kaynağına sahip olan enerji kaynakları şeklinde tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda konvansiyonel enerji kaynakları, tükenmeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Gelecekte enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik yenilenebilir enerji kaynakları dünya için umut verici olmuştur. Bunun için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik faaliyetlere, politikalara önem vermeye başlanmıştır (Kum, 2009: 209).

Fosil kaynakların tükenebileceği olasılığına karşı nükleer enerji kullanımının yaygınlaştırılması sağlanmaktadır. Fakat bunun mümkün olmayacağı söyleyenebilir. Çünkü bir nükleer enerjinin kurulması kolay olsa dahi, inşa edilmesi onlarca yıl süreceğinden fosil kaynakların yerini tutamayacaktır. Günümüzde dahi

çok fazla nükleer santraller bulunmadığından, enerji ihtiyacı petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenbilir kaynaklardan karşılanmaktadır.

Tükenmeyen enerji kaynağı olarak tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları, gelecek için dünyaya umut verici bir kaynak olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynağının tanımı doğrultusunda rüzgâr, güneş gibi kaynaklar bir sonraki aynı şekilde mevcut enerji kaynağına sahip olacaklarından, yenilebilir enerji kaynaklarına yönelik yapılan çalışmalar önem kazanmıştır.

Birincil enerji kaynaklarından herhangi birinin kullanılabilir akımdan enerji elde etmesine yenilenebilir enerji denir. Yenilenebilir enerji kaynakları günlük, birkaç günce, birkaç yılda doğal şekilde kullanılan veya kısa sürede oluşturulan enerji kaynağıdır. Yaygın bir şekilde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında; Güneş Enerjisi, Hidroelektrik Enerjisi, Rüzgar Enerjisi, Okyanus Enerjisi, Biyokütle gibi enerji kaynakları yer almaktadır (Cengiz, 2017: 30-31).

Geleceğin enerji kaynağı olarak görülen yenilenebilir enerji kaynakları her ne kadar fosil enerji kaynakları gibi olmasa da enerji ihtiyacını karşılama konusunda umut verici olarak görülmektedir. Diğer adıyla tükenmez enerji kaynağı olarak tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları, sürekli bir şekilde kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Bu enerji kaynakları direkt olarak güneşten yararlanabildiği gibi, dolaylı olarak ta güneşten yararlanmaktadır.

Dünya nüfusu arttıkça insanların da ihtiyacı artmaktadır. Özellikle yaşanan teknolojik gelişme, sanayileşme gibi nedenlerden dolayı insanların ihtiyacını karşılamak kaçınılmaz hale gelmiştir. İnsanların ihtiyaçları arasında enerji ihtiyacı da yer almaktadır. Enerji sadece insanların ihtiyacı için değil ulaşımda, sanayide, santrallerde de ihtiyaç haline gelir. Bunun için fosil enerji kullanımı her geçen güne oranla artmaktadır.

Fosil enerji kullanımı arttıkça bu enerjilerin tükenme oranları da artmaktadır. Bu yüzden fosil enerji yerine farklı arayışlar içerisine girilmeye başlanmıştır. Karşımıza yenilenebilir enerji kaynakları çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları her ne kadar fosil kaynaklar gibi olmasa da enerji ihtiyacını karşılayabilme

potansiyeline sahiptirler. Tükenmez enerji kaynaklarına olan talepte her geçen gün artarak gerekli çalışmalar sürdürülmektedir.

Yenilenebilir enerji, doğa da serbest bir halde bulunan ve kullanıldıkça bitmeyen enerji türüne verilen isimdir. Yenilenebilir enerji üzerine farklı tanımlar yapılmıştır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan tanıma göre; doğal süreç boyunca var olan ve sürekli devam eden enerji akışı sonucu elde edilen enerjiye yenilenebilir enerji denir. Yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynaklara oranla çevreye daha az zarar vermektedir (Can, 2020: 3).

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynaklara göre kıyaslandığında çevreye vermiş oldukları zararın az olması nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre dostu oldukları söylenebilir. Fosil kaynaklar kullanıldıkça tükenen kaynaklar iken, yenilenebilir enerji kaynakları kullanıldıkça tükenmeyen ve kendi kendini yenileyebilen enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, ikincil enerji kaynakları olarak da bilinmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları geçmişten beri potansiyel olarak var olan kaynaklardır. Fakat teknolojinin gelişmemesi ve yaşanan sorunlar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarından son yıllarda yararlanılmıştır. İkincil enerji kaynakları arasında; Jeotermal, rüzgar, güneş, hidrojen, biyokütle, dalga, gel-git, biyogaz enerji gibi enerji türleri yer almaktadır (Aracı, 2013: 12).

Sanayileşme sürecinin yaşanmaması, insanların fosil kaynakları kullanarak ihtiyaçlarını karşılamayı gerekli kılmıştır. Bu doğrultuda fosil kaynaklar eskiden beri kullanılırken, yenilenebilir enerji kaynakları daha sonraları kullanılmaya başlanmıştır. İkincil kaynakların sanayileşme sürecinin başlaması ve günümüz teknolojinin gelişmesiyle birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü eskiden şartların elverişsiz olması, ülkelerin ekonomik durumlarının iyi olmaması ikincil kaynak kullanımını kısıtlamıştır. Fakat günümüze doğru gelindiğinde fosil kaynakların kullanımının artmaya başlaması ve zaman içerisinde azalacağı bilincinin oluşmaya başlamasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç artmaya başlamıştır.

1.2.2.2. Yenilenebilir Enerji Türleri

1.2.2.2.1. Hidrolik Enerjisi

Hidrolik güç, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Odundan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Hidrolik enerjinin dünya genelinde üretimi her yıl artmaya devam etmektedir. Fakat her ne kadar hidrolik enerjiden yararlanılsa da kullanılmayan potansiyellerde mevcuttur. Barajların toprak alanlarını sular altında bırakması gibi nedenden dolayı hidrolik enerjinin dolaylı etkisi olduğu gibi, çok fazla zararı da bulunmamaktadır (Karadağ, 2009: 27).

Hidrolik enerji; nehir, ırmak gibi yerlerde karşımıza kinetik enerji olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca dağ, yayla, doğal göl gibi yerlerde de potansiyel enerji olarak karşımıza çıkar. Teorik hidroelektrik potansiyel, herhangi bir ülkenin sınırına, denizine kadar olan akışların %100 verimli şekilde değerlendirilmesi varsayımının yapılarak hesaplanmasına denir. Hidroelektrik enerji büyük, küçük ve mikro hidroelektrik olarak 3 gruba ayrılır. Büyük hidroelektrik, 30 mW'tan büyük kapasiteye sahiptir. 100 kW ile 30 mW arasındaki kapasiteye sahip enerji küçük hidroelektrik enerji, santral kapasitesi 100 kW'a kadar olan enerjiye de mikro hidroelektrik şeklinde tanımlanmıştır (Cengiz, 2017: 43-44)

Odun, insanların ısınma ihtiyacını karşılayan ve kendini yenileyebilen birinci yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Ayrıca sanayi alanında da kullanılan odun sayesinde yakıt ihtiyacı karşılanabilmektedir. Odundan sonra gelen ikini yenilenebilir enerji kaynakları arasında ise hidrolik enerji yer almaktadır. Su gücü olarak tanımlanan hidrolik güç barajlarda, göllerde, nehirlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Barajlarda kullanılan hidrolik enerjinin geniş toprakları sular altında bırakması, bazı zamanlarda bitki ve hayvan türlerinin etkilenmesine yol açmaktadır. Fakat hidrolik enerji fosil kaynaklar gibi işletme aşamasında çevreye çok fazla zarar vermemektedir. Günümüzde hidrolik gücün kullanımı olsa da teknolojinin gelişmemesi ve yeterli altyapıya sahip olunmaması nedeniyle, hidrolik enerji ne yazık ki daha sık bir şekilde kullanılmamaktadır.

1.2.2.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Nükleer yakıtların dışında kullanılan yakıtların ana kaynağı olan güneş, dünyaya ve gezegenlere enerji vermektedir. Bu yüzden güneş, sonsuz güce sahiptir. Güneşin içerisinde füzyon reaksiyonları gerçekleştiği için, oluşan kütle farkı ısı enerjisine dönüşmektedir. Dönüşen enerji de uzaya yayılır. Oluşan enerjinin az bir kısmı yeryüzüne ulaşır. Güneş, oldukça büyük ve temiz olduğundan tükenmez bir enerji kaynağıdır (Aracı, 2013: 13).

İkincil enerji kaynaklarında biri olan güneşin, küçük bir kısmı yeryüzüne ulaşarak enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Fosil kaynakların tükenme olasılığına karşı günümüzde güneş enerjisinin kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Fakat güneş enerjisinden yararlanma, teknolojik imkanlar dahilinde olmaktadır. Bu nedenle teknolojik altyapının güneş enerjilerinin kurulmasında yetersiz kaldığından güneş enerjisi kullanımının halen yaygınlaşmamıştır.

Güneş enerjisinin maliyeti diğer kaynaklara oranla pahalıdır. Güneş enerjisinin elde edilmesi ve panellerin yerleştirilmesi için geniş arazilere de ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat günümüzde güneş enerjisiyle sular ısıtılarak kaynatılmakta ve buhar jeneratörleri sayesinde enerji sağlanmaktadır. Bunun için güneş panellerinden enerji amaçlı yeterince yararlanılmamaktadır. Güneş panellerinin kullanılması için, farklı panel teknolojileri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Böylece panellerin verimliliği artırılmış olacaktır (Şeker, 2010: 33).

Güneş enerjisinden yararlanılarak suyun ısıtılmasında gün ısısından yararlanılmaktadır. Fotovoltaik hücrelerle elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu yüzden günümüzde güneş panellerinin kullanımı yeterince gelişmemiştir. Bunun nedeni güneş panellerinin maliyetinin pahalı olmasından kaynaklanmaktadır. Panellerin ilgili yerlere yerleştirilmesi için arazi arayışı oldukça önemlidir. Arazi kullanımının yetersiz olması, güneş panellerinin kurulmasını zayıflatmaktadır. Günümüzde de maliyet nedeniyle güneş panelleri yeterince kurulamayıp onu yerine doğrudan güneş enerjilerinden yararlanılarak enerji üretilmeye çalışılmaktadır.

1.2.2.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisinden eski zamanlardan itibaren yararlanılmaktadır. Buğdayın öğütülmesi için yel değirmenleri kullanılırdı. Yel değirmenlerinin kullanılmasıyla buğday öğütülmesi işlemi, Avrupa kıtasında da kullanılmaktaydı. İlk defa rüzgârdan elektrik üretilmesi için santralin kurulması, 1845 yılında ABD’de kurulmuştur. Fosil kaynakların çevreye vermiş olduğu zararlara karşı rüzgâr enerjisinin önemi artmaya başlamıştır (Şeker, 2010: 34).

İnsanoğlu yaşamını sürdürmek amacıyla farklı yöntem ve teknikler kullanmıştır. Özellikle enerji konusunda farklı enerji türlerini kullanarak yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Kullanılan enerji türleri arasında da rüzgâr enerjisi yer almıştır. Eskiden farklı amaç doğrultusunda yani buğday öğütme gibi nedenlerle kullanılan rüzgâr enerjisi, günümüzde elektrik amaçlı kullanılmaya başlanmıştır.

Kömür, petrol, doğal gaz gibi tükenebilen fosil kaynakların çevreye olan zararı oldukça ciddidir. Bunun yanında fosil kaynakların biteceği sorunu da ortaya çıkmıştır. Yaşanan sorunları engellemek, enerji üretimini devam ettirmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmaya başlanmıştır. Rüzgâr enerjisi de kendi kendini yenileyebilen ve fosil kaynaklara oranla çevreye daha az zarar veren bir enerji kaynağı olduğundan, rüzgâr enerjisinin önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Rüzgâr enerjisinin sağlamış olduğu birçok avantaj bulunmaktadır. Bu avantajlar arasında;

- Rüzgar enerjisi atmosferde bol miktarda ve serbest halde bulunur.
- Çevre dostu olan rüzgar enerjisi, yenilenebilir ve oldukça temiz olan bir enerji kaynağıdır.
- Güvenli bir kaynak olan rüzgar enerjisinin tükenmesi, fiyatının artması gibi riskleri yoktur.
- Bakım ve işletme maliyetinin düşük olması nedeniyle diğer güç santralleriyle maliyet açısından rekabet edebilecek duruma gelmiştir.
- Rüzgâr enerjisinde dışa bağımlılık yoktur (Aracı, 2013: 13).

Rüzgâr enerjisinin sağlamış olduğu avantajlar sayesinde günümüzde bu enerji kaynağının kullanımına önem verilmektedir. Diğer enerji kaynaklarına göre işletilmesi basit olduğundan maliyeti de düşük sayılır. Teknolojik imkanlar ve yürütülen çalışmalar sayesinde rüzgâr enerjisinin yerli bir hammaddeye sahiptir. Çevreye daha az zarar vermesi, temiz bir kaynak olması sayesinde enerji üretiminde güvenilir kaynaklar arasında yer almaktadır.

Rüzgar enerjisinin kullanımına yönelik yatırımların artmaya devam etmiştir. Uygulama ve yatırım maliyeti her ne kadar pahalı olsa da yerli bir kaynak olduğundan bakım maliyetinin düşüktür. Ayrıca rüzgâr enerjisi kendini yenileyebilme ve bol miktarda bulunma özelliğine sahip olmasından dolayı, rüzgar enerjilerinin fiyatlarında artış yaşanma riski yoktur.

Temel kaynağını güneşten alan rüzgâr enerjisi, küresel rüzgarlar şeklinde de olabilmektedir. Küresel rüzgarların oluşmasının sebebi, güneş radyasyonunun ve yeryüzünün eşit şekilde ısınmaması nedeniyle oluşan basınç farklılığına denir. Rüzgardan elde edilen enerji, rüzgarın hız açısından küpüne göre değişim göstermektedir. Bu yüzden rüzgâr enerjisinin verimli bir şekilde kullanılması için, uygun alanların seçilmesi, rüzgâr türbinlerinin alanlara göre belirlenmesi gerekir (Türköz, 2020: 14).

Rüzgar enerjisinin elde edilmesi için, uygun alan seçiminin yapılması oldukça önemlidir. Uygun alanların seçilmesi, elde edilecek elektriğin üretimini artıracaktır. Fakat aksi durumda sadece rüzgar türbinleri kurulur ve elektrik elde edilemez. Rüzgardan elde edilecek enerjinin verimli olup olmaması, rüzgarın hızının küp açısına bağlıdır.

Rüzgârın hızı da değişkenlik gösterdiğinden, elde edilen enerji de değişmektedir. Ayrıca coğrafi konum, aynı bölgelerde rüzgâr hızının farklı olması gibi nedenlerden dolayı, enerji üretimi gün içerisinde farklılaşmaktadır. Kısacası, rüzgârın bir enerji kaynağı olarak görülmesi ve enerji kaynağının da yüksek miktarda elde edilmesi bulunan konuma göre farklılık göstermektedir.

1.2.2.2.4. Jeotermal Enerji

Dünya anlamına gelen jeo ve ısı anlamına gelen termal kelimelerinin birleşmesiyle oluşan ve Yunan bir kavram olan jeotermal, topraktan üretilen ısı anlamında birleştirilmiştir. Yapılan tanımlara göre jeotermal enerji, yeraltında farklı derinliklerde bulunan ısının oluşturduğu, sıcaklığı atmosferik sıcaklığın üzerinde olan çeşitli tuzlar, gazlar, erimiş mineraller içeren sıcak su veya buhara verilen isimdir (Cengiz, 2017: 46).

Yenilenebilir kaynaklar arasında yer alan jeotermal enerji, içermiş olduğu farklı mineraller sonucu sıcak suyun ve buharın oluşmasını sağlayan bir enerjidir. Bu enerji türünün geçmişine bakıldığında fosil kaynaklar gibi sıkça kullanılmamaktadır. Fakat günümüzde enerjiye duyulan ihtiyacın artması üzerine, jeotermal enerjiye duyulan ihtiyaçta artmıştır.

Yerin derinliklerinde biriken ısının akışkanlar aracılığıyla depolanmasını sağlayan jeotermal enerji, ortaya çıkan buhar, sıcak su, kuru buhar sonucu elde edilen ısı enerjisine verilen isimdir. Sıcaklık, yeryüzünden dünyanın çekirdeğine inildikçe her 33 metrede 1°C artmaktadır (Albayrak, 2019: 24).

Yerkürenin doğal ısısı olan jeotermal enerji, yerkabuğunun derinliğinde biriken basınç altındaki sıcak akışkan ve kuru kayaların içermiş olduğu termal enerjiye denir. Jeotermal enerji elektrik enerjisi üretiminde, ısıtmada kullanılmaktadır (Koç ve Kaya, 2015: 41).

Elektrik enerjisi üretiminde önemli bir paya sahip olan jeotermal enerji, sıcak su ve buhar oluşturmasından dolayı, ısıtma amacıyla da kullanılmaktadır. Bu doğrultuda günümüzde kurulan jeotermal sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca eskiden yetersiz imkanlar nedeniyle jeotermal enerjinin kullanımı yaygınlaşmamıştır. Günümüzde ise yaşanan gelişmeler sayesinde jeotermal enerjiye verilen önem artmıştır. Böylece jeotermal enerji de kendi kendini yenilediğinden tükenmeyen kaynaklar arasında yer alarak elektrik üretimine katkı sağlamıştır.

1.2.2.2.5. Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi

Bitkisel ve hayvansal maddelerden elde edilen ve karbonhidrat gibi bileşikleri içerisinde bulunan enerji kaynağı, biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde bu enerji kaynağı kullanılarak farklı yakıtların kazanılması sağlanmaktadır. Elde edilen yakıtlar arasında; biyogaz, biyoetanol, biyodizel gibi farklı yakıt türleri elde edilmektedir. Biyogaz genel olarak bitki ve hayvan atıkları, şehir ve endüstriyel atıkların oksijen olmadan fermantasyon sonucu oluşur. Biyodizel ve biyoetanol yakıtlar ise, bitkisel ve hayvansal yağların kullanılması sonucu üretilir (Koç ve Kaya, 2015: 41).

Günümüzde sanayileşmenin yaşanmasına ve nüfusun artmasına bağlı olarak birçok atık çeşidi oluşmaktadır. Bitkisel, hayvansal, endüstriyel, şehir atıkları gibi atıklar çevreye yayılarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Yani oluşan atıkların çevreye ve insana zararı bulunmaktadır. Fakat atıklar biyokütle enerjisine dönüştürülerek enerjinin elde edilmesini sağlamaktadır. Özellikle organik maddeler sonucu biyogaz üretilmesi sayesinde enerji ihtiyacı karşılanmaktadır.

Biyokütle enerjisi genel tanımla; odun, akaryakıt ürünlerinin, tarımsal ve hayvansal ürünlerin, endüstriyel ürünlerin buldukları halde başka bir hale geçerek dönüşüm geçirmeleri sonucu elde edilen enerjidir. Biyoenerji de denilen bu enerjinin yapısında güneş enerjisi yer almaktadır. Çünkü kalıntıların vücutlarında güneş enerjisi depolanmaktadır. Biyokütle enerji kaynakları, sürdürülebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır (Türköz, 2020: 18).

Biyokütle enerji kaynaklarının tükenemeyen enerji kaynakları arasında yer almasının nedeni, günümüzde yaşanan sanayileşme, nüfus artışı gibi nedenlerden dolayı çok sayıda atığın bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden fosil kaynaklara oranla biyokütle kaynaklar yenilenebilmektedir. Enerji kaynakları sorununun yaşanmasına karşın ideal bir çözüm olan ve sürdürülebilirlik kapsamında önemini koruyan biyokütle enerji kaynakları sayesinde atıklar yoluyla da enerji elde edilmektedir.

1.2.2.2.6. Hidrojen Enerjisi

Nüfus artışının hızlı bir şekilde artması ve sanayileşme sürecinin yaşanmasıyla birlikte enerji ihtiyacı da artmaya başlamıştır. Enerji ihtiyacının karşılanması sadece yenilenemeyen yani fosil yakıtlardan yapıldığı için fosil kaynakların tükenme riski oluşmuştur. Bu yüzden alternatif olan enerji kaynaklarının kullanımına özen gösterilmektedir. Ülkeler artık yenilenebilir enerji kaynağı arayışına girerek dengeyi korumaya ve enerji ihtiyacını karşılamaya çalışmıştır. Enerji ihtiyacının karşılanması için kullanılan enerji kaynakları arasında hidrojen enerjisi yer almaktadır.

Hidrojen enerjisi dünyada en çok bulunan ve en basit şekilde olan bir elementtir. Evrenin temel enerji kaynağı olan hidrojen enerjisi, bütün yakıtlar içerisinde oldukça yüksek enerji içeriğine sahiptir. Hidrojen enerjisi; kokusuz, renksiz, havadan hafif ve zehirsiz bir gazdır. Ayrıca hidrojen enerjisinin kullanımı kolay olduğundan enerji için kullanılmaktadır. Hidrojenden enerji sağlanması, sırasında su buharı dışında çevreyi kirleten ve sera etkisini arttıran herhangi bir zararlı kimyasal madde üretilmemektedir (Aracı, 2013: 22).

Hidrojen, 21. Yüzyılın enerji taşıyışını şeklinde isimlendirilmektedir. Fosil yakıtlar, su gibi hammaddelerden üretilen bir yakıt özelliğine sahiptir. Diğer yakıtlara göre pahalı olması nedeniyle günümüzde kullanımı yaygınlaşmamıştır. Fakat gelişen teknoloji doğrultusunda gelecek yıllarda hidrojen enerjisinin kullanımı artacaktır (Şeker, 2010: 41).

Enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla hidrojen enerjisine ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Sınırsız kaynağa sahip olan hidrojen, herhangi bir kimyasal madde üretmediğinden diğer enerji kaynaklarına göre oldukça temiz bir kaynaktır. Hidrojen enerjisinin diğer enerji türlerine göre daha fazla bulunması nedeniyle evrenin enerji kaynağı olarak nitelendirilir. Ayrıca kokusuz bir özelliğe sahip olan hidrojen enerjisi, zehirsiz olduğundan kolay bir şekilde kullanılarak enerji elde edilmesini sağlar. Fakat hidrojen enerjisi pahalı olmasından dolayı, bu enerjinin kullanımı diğer enerji kaynaklarına göre oldukça azdır.

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Enerji kaynakları, günümüz nüfusunun ihtiyacını karşılama da hayati önem taşımaktadır. Her geçen gün artan nüfus nedeniyle, ihtiyaçların karşılanması da zorlaşmaya başlamıştır. Bunun için her ülke kendi çapında gerekli önlemler alarak nüfusun ihtiyacını karşılamaya çalışmaktadır. Özellikle enerji konusunda ihtiyacın karşılanması ve enerji de sürdürülebilirliğin sağlanması için, kapsamlı projeler uygulanmaya çalışılmaktadır.

Enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Geçmişten günümüze kadar kullanılan ve halen de kullanılmaya devam eden enerji kaynağı, yenilenemez diğer ifadeyle tükenebilir enerji kaynaklarıdır. Fosil kaynaklar olarak da bilinen yenilenemez enerji kaynaklarının tükenme sorunu ortaya çıkmaya başlamıştır. Yenilenemez enerji kaynaklarının tükenme sorununa karşı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının sağlanması amaçlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden ısıtma, tuz elde etme, akarsulardan elektrik etmek ve daha birçok enerji için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadır. Fosil kaynaklara alternatif olarak kullanılan yenilebilir enerji kaynakları jeotermal, güneş, rüzgar, gel-git, biyomas, deniz, dalga enerjisi gibi enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Fakat dünya genelinde tüketilen enerji miktarı göz önüne alındığında enerji miktarı yetersiz kalmaktadır (Akova, 2004: 57).

Dünya genelinde enerji tüketimi göz önüne alındığında geçmiş yıllara oranla günümüzde enerji tüketimi artmıştır. Yaşanan gelişmelere paralel olarak artan enerji ihtiyacının karşılanması için, yenilenebilir enerji kaynaklarına da ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çok fazla gelişmediğinden günümüz enerji ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin gelecek yıllarda daha fazla artacağını söyleyebiliriz. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, pahalı olduğundan çok fazla yaygınlaşmamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının pahalı olması ve yeterince kullanılmaması, bu enerji kaynaklarının dezavantajlı olduğunu gösterir. Fakat çevreye vermiş olduğu zararlar açısından fosil kaynaklarla kıyaslandığında, yenilenebilir enerji kaynakları çevre kirliliği oluşturmaması nedeniyle avantajlı olduğu görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları ;

- **Çevre dostu olması:** Ekolojik dengenin bozulmaması için üretim ve tüketimin dengeli olması gerekir. Ekonomik odaklı olarak yalnızca üretime odaklanması hem çevre hem de doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler oluşturur (Önder ve Ocak, 2018: 904).
- **Küresel ısınmayı ve hava kirliliğini önlemesi:** Enerji üretiminde büyük bir paya sahip olan fosil kaynaklar, atmosferde karbondioksit, metan gazı, kükürt dioksit şeklinde zararlı gazlar bulundurarak iklim değişikliğine yol açmaktadır. Gerekli önlemlerin alınmaması, dünyanın yaşanabilir olmaktan çıkmasına yol açar. Yaşanan sorunların engellenebilmesi için sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekir (Önder ve Ocak 2018: 904-905).
- **İnsan sağlığına zarar vermemesi:** Fosil kaynaklar kalp hastalığı, romatizma, nefes darlığı, zehirlenme gibi hastalıklara da yol açmaktadır. Bu yüzden yaşanan sorunların engellenmesi için güneş ve elektrik enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi gerekir (Önder ve Ocak 2018: 905).
- **Ekonomik büyümeyi desteklemesi:** Enerji kaynakları, ülkelerin kalkınmasını ve büyümesini sağlar. Milli hasıla arttığı sürece enerji tüketimi de artmaya devam eder. Artan enerji ihtiyacına rağmen enerji üretimi konusunda sorun yaşanması, ülke ekonomileri açısından risk oluşturmaktadır. Yaşanan riskin ortadan kalkması için, yerli enerji üretiminin desteklenmesi gerekir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi, ülke ekonomisini canlandırır (Önder ve Ocak 2018: 905).

- **Rekabet gücünü artırması:** Fosil enerji kaynaklarının sıkça kullanılması ve bu kaynakların bazı ülkelerde bulunması, piyasa koşulları üzerinden rekabet durumunu engeller. Yaşanan sorunun kaldırılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmeye başlanması gerekir. Tükenmez enerji kaynaklarının tercih edilmesi rekabet gücü artırır (Önder ve Ocak 2018: 905).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil kaynaklara göre avantajlı olması sayesinde ülke ekonomisi de canlanmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil kaynaklar gibi kısıtlı ülkelerde bulunmaması ve her ülkenin kendine ait yenilenebilir enerji kaynağı olması nedeniyle, ekonomik büyüme de desteklenmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynaklar gibi kolay ulaşılabilir kaynaklar olmadığından, bu kaynakların seri bir şekilde kullanılması ülkelere oldukça avantaj sağlayacaktır. Rekabet gücünü artırması, insan sağlığına zarar vermemesi, çevreyi kirletmemesi, küresel ısınmayı engellemesi ve çevre dostu olması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması konusunda ciddi çalışmaların sürdürülmesi gerekir.

Alternatif enerji kaynaklarının sağlamış olduğu avantajlar sayesinde artık her ülke kendi enerjisini üretebilme imkanına sahip olmuştur. Böylece fosil enerji kaynaklarına sahip olan ülkelere diğer ülkelere ihracatın yapılması ve diğer ülkelerin fosil kaynaklara sahip ülkelere muhtaç konumda olması, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla son bulacaktır.

Tükenmez enerji kaynakları sayesinde artık her ülke farklı yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ihtiyaçlarını karşılamaya başlayacaktır. Böylece enerji kaynakları konusunda ithal etmek yerine rekabet ortamı oluşmaya başlayacaktır. Rekabet ortamının oluşması da ülkelerin ekonomik açıdan kalkınmalarını sağlayacaktır. Özellikle hava kirliliği oluşturmeyen alternatif enerji kaynakları sayesinde artık fosil kaynaklar sonucu ortaya çıkan hastalıklarda yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde azalmaya başlar. Böylece hem insan hem de çevre sağlığı korunur.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sağlamış olduğu avantajların yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Yenilenebilir kaynakların dezavantajları arasında;

- Güneş, rüzgar, deniz dalgaları, jeotermal enerji gibi kaynakların kurulum aşaması için yüksek sermayeye ihtiyaç duyulması,
- Hidrolik enerji için kurulan barajların kaplamış oldukları alanlardaki biyolojik çeşitliliğe zarar vermesi,
- Güneş enerjisinden yararlanmak için kurulan güneş panellerinin görüntü kirliliği oluşturması,
- Rüzgar enerjisinden enerji elde etmek için kurulu olan panellerden çıkan seslerin gürültü kirliliğine neden olması,
- Yapılacak yatırımların diğere enerji kaynaklarına göre pahalı olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 260).

Tükenmez kaynakların diğere dezavantajı da kaynakların kullanımı konusunda yeteri kadar desteğin sunulmaması yer almaktadır. Yeterince desteğin verilmemesi, yenilenebilir enerjiye geçişi zorlaştırır. Ayrıca tükenmez enerji kaynaklarının kullanımı konusunda henüz uzmanlaşma seviyesine gelinememiştir (Yılmaz, 2018: 38).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının her ne kadar dezavantajları bulunsa da bu kaynakların fosil kaynaklar gibi çok fazla dezavantajı bulunmamaktadır. Tükenmez enerji kaynaklarına yapılan teşviklerin artırılması konusunda sürdürülen çalışmaların artırılması gerekir. Böylece hem doğal denge sağlanmış olur hem de insan sağlığı korunma altına alınır.

Yenilenebilir enerji kaynakları maliyet açısından her ne kadar dezavantaja sahip olsa da kullanılmaya başlandıkları andan itibaren ülke ekonomisi canlanmaya başlayacaktır. Bunun için yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajı olan maliyet konusunda devlet desteğinin verilmesi gerekir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bir an önce iyileştirilmelerin yapılarak kullanımının yaygınlaştırılması gerekir.

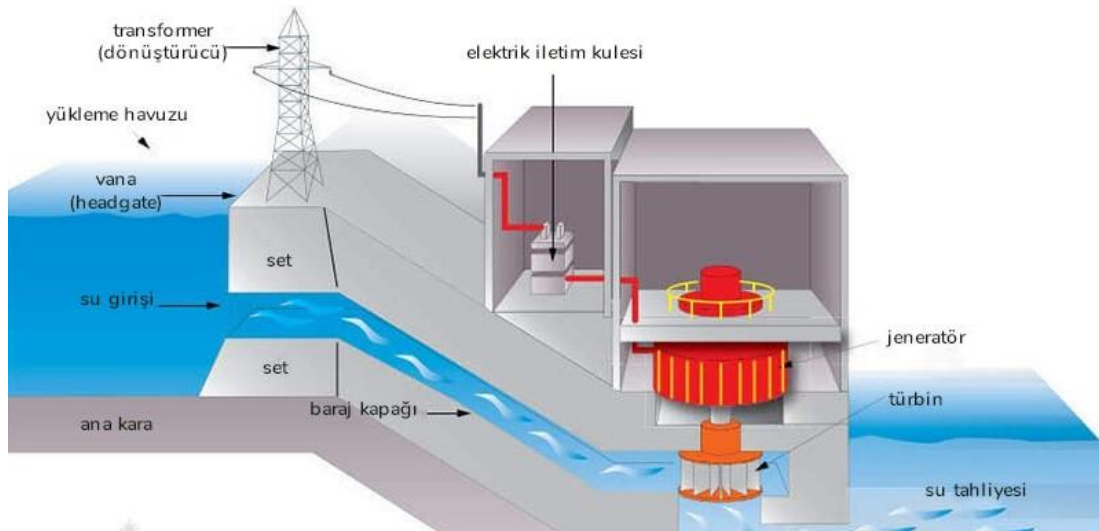
2.2. DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI

2.2.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, hareket halinde bulunan akışkanın kinetik enerjiden faydalanması sonucu elde edilen enerji türüne denir. Hidrolik enerji üretiminin sağlanması için Hidroelektrik Santralleri diğer ifadeyle HES'ler kullanılmaktadır. Hidroelektrik santraller hareket halinde bulunan akışkanın kinetik enerjisini ilk olarak mekanik enerjiye daha sonra elektrik enerjisine çevirir (İnan, Akbulut ve Aslan, 2018: 32).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan hidrolik enerji, geleceğe yönelik enerji ihtiyacını karşılama konusunda etkili bir enerji türüdür. Bu enerji türü sayesinde her ülke rekabet ortamı içerisinde elektriklerini üretmektedir. Ekonominin canlanmasını sağlayan hidrolik enerji, santraller yardımıyla elektrik enerjisinin elde edilmesini sağlar.

Şekil 1.4. Hidrolik Enerji Üretimi Akış Şeması



Kaynak: <https://encazip.com/hidroelektrik-enerjisi>.

Sudaki enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren hidrolik enerji, teknik ve ekonomik bakımdan enerjinin üretimine uygun olan yenilenebilir kaynaklar arasında

yer almaktadır. Hidroelektrik santrallerinin kurulumu ilk defa 1882 yılında Amerika'da gerçekleşmiştir. Barajlardaki suyun sistemli bir şekilde aşağıya düşürülerek türbinlerin döndürmesi sonucu oluşan hidroelektrik santraller büyük, küçük, mini ve mikro olmak üzere dört şekilde sınırlanır. Büyük santraller ulusal şebekelerde, mini ve mikro santraller de kırsal kesimlerde ve çiftliklerde kullanılır (Yılmaz, 2018: 40).

Barajlarda biriken suların elde edilen enerji sayesinde elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır. Ulusal şebekelerde genel olarak büyük santraller kullanılmaktadır. Fakat enerjinin olmadığı yerlerde yani kırsal alanlar ve çiftlik gibi yerlerde de mini ölçekli santraller kullanılarak enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Ekonomik açıdan oldukça avantajlı olan hidrolik enerji, ülkelerin ekonomilerinin canlanmasını sağlar.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan hidrolik enerjinin çok olmasa da dezavantajları bulunmaktadır. Hidrolik enerjinin dezavantajı arasında enerjinin sağlanması için kurulmak istenen barajların çevreye zarar vermesidir. Fosil kaynaklar gibi olumsuz etkisi bulunmasa da hidrolik enerji kurulduğu yerde bitkilere zarar verebilmektedir. Fakat enerji elde etme bakımından oldukça avantajlı bir kaynaktır.

Suyun sahip olduğu potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürerek enerjinin elde edilmesini sağlayan hidrolik enerji, alternatif bir kaynaktır. Hidrolik enerji, çevre kirliliğine yol açmayan, bakım masrafları az olan ve güvenilir bir enerji kaynağı olması bakımından hidrolik enerjiye verilen önem her geçen gün artmaya devam etmektedir (Altıntaş, 2012: 34).

Hidrolik enerji, genellikle nehirler üzerine barajların inşa edilmesi sonucu elde edilir. Oldukça avantajlı bir yöntem olan hidrolik enerji, çevreye zarar vermeyen bir enerji türüdür. Ayrıca oldukça güvenilir bir yöntem olan hidrolik enerjinin işletme masrafları da az olduğundan, hidrolik enerjiye verilen önem artmaktadır. Hidrolik enerjiye verilen önemin artması, gelecek yılların diğer enerji kaynaklarıyla birlikte güvence altına alınmasını sağlamaya başlamıştır.

Potansiyel açıdan oldukça geniş olan hidroelektrik enerji, oldukça eski kaynaklar arasında yer almaktadır. Suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülerek elde edilen hidroelektrik enerji, büyük nehirlerden sağlanmaktadır. Büyük olan nehirler üzerinden akan sular, bol miktarda enerji taşıyarak enerjinin daha yüksek oranda elde edilmesini sağlar (Önder ve Ocak, 2018: 903).

Hidroelektrik enerjinin sağlamış olduğu avantaj sayesinde dünya piyasasında ekonomik bir gelişme yaşandığını söyleyebiliriz. Ayrıca bu durum küresel rekabetin oluşmasını da sağlar. Barajlardan elektrik enerjisi sağlanması sayesinde enerji potansiyelinde de artışların yaşandığını söyleyebiliriz. Ayrıca hidrolik enerjinin geçmişe oranına bakıldığında gelişen teknoloji ve altyapı hizmeti sayesinde günümüzde hidrolik enerji daha fazla kullanılmaktadır.

Dünya genelinde elektrik ihtiyacının yaklaşık olarak %20'si hidroelektrik enerjisi üzerinden sağlanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler enerji ihtiyacı için hidroelektrik enerjisini kullanmaktadır. 20. Yy'da da inşa edilen barajların sayısı yaklaşık olarak 46.000 civarındadır. Fakat günümüzde de barajlar inşa edilmeye devam edilmektedir (Yılmaz, 2018: 43-44).

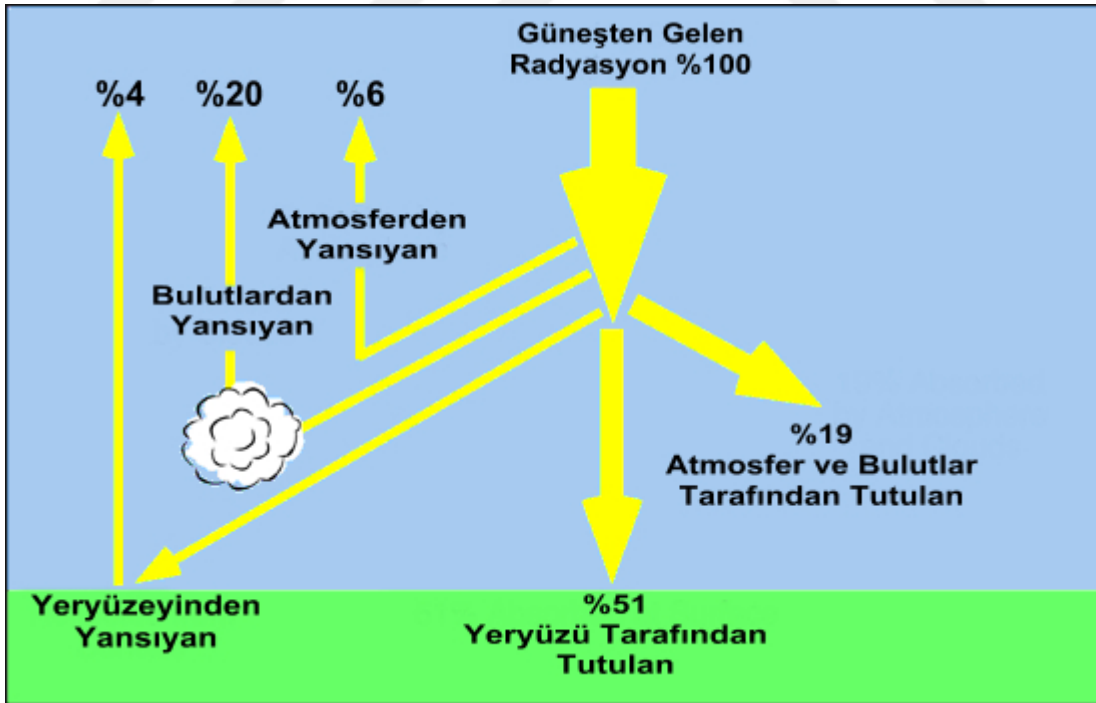
Dünya'da kurulan barajların sayısı eski yıllara göre artmaktadır. Barajların sayısı arttıkça, elektrik enerjisi elde etme oranı da artmaktadır. Bu yüzden her ülke daha fazla enerji elde etmek amacıyla baraj kurulumuna önem vermeye başlamıştır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak barajların sayısının artması, enerji verimliliğini de artırmıştır. Fakat yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan ve gelişmiş, gelişmekte olan ülkeler tarafından sıkça kullanılan hidroelektrik enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi fosil kaynakların yerini tutmada yetersiz kalmaktadır.

2.2.2. Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş yer almaktadır. Güneşten enerjinin elde edilebilmesi için güneş panelleri kurularak ve gerekli önlemler alınarak güneşten yararlanılmaya ve enerji ihtiyacı karşılanmaya çalışılmaktadır. Güneş her gün kendi kendini yenileyebildiğinden dolayı, tükenmeyen bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkar. Bu yüzden fosil kaynakların tükenme riskine karşılık olarak güneş alternatif enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

Güneş yaklaşık olarak dünyaya 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunmaktadır. Ayrıca 1.39 milyon kilometre çapında bulunan güneş, gazlardan oluşan bir kütedir. Güneşin sıcaklığı yaklaşık olarak 6000 °K olup güneş yüzeyinde hidrojen gazı helyuma dönüşmesi reaksiyonun gerçekleşmesini sağlar. Reaksiyon sırasında ortaya çıkan enerji radyasyonu yoluyla yayılır ve dünyaya kadar ulaşır (Bozkurt, 2008: 67-68).

Şekil 1.5. Güneşten Gelen Işınmın Dağılımı



Kaynak: <https://www.mgm.gov.tr/>.

Şekil 1.5'ten de anlaşılacağı üzere dünyaya oluşan ışınımın %30 civarı atmosferden geriye yansımaktadır. Ayrıca %20 kadarı da atmosfer ve bulutlarda tutulur ve %50'si de yeryüzüne ulaşır. Geriye kalan ışınımın %1'inden azı bitkiler tarafından fotosentez amacıyla kullanılmaktadır. Bunun dışında tüm enerji, ısıya dönüşerek uzaya geri çevrilmektedir (Bozkurt, 2008: 68).

Güneş insanlar için vazgeçilmez bir kaynaktır. Güneşten enerjinin elde edilmesi, eski çağlardan beri var olan ve insanlığın gelişmesiyle kendini koruyarak günümüze kadar gelen bir kaynaktır. Yani güneş, insanlık tarihi boyunca vardır. Bu yüzden güneşten enerji elde etmek için günümüzde farklı projeler uygulanmaktadır. Eskiden teknolojinin gelişmemesi nedeniyle yalnızca fosil kaynaklardan yararlanılırdı. Fakat günümüzde teknolojinin ve alt yapının gelişmesiyle birlikte artık paneller kurularak enerji farklı bir şekilde sağlanmaya çalışılmaktadır.

Güneş enerjisinin bol miktarda ve bedava olması ayrıca kendi kendini yenileyebilen bir enerji kaynağı olmasının yanında insan için önemli olan çevrenin de kirlenmesini engellemektedir. Yani güneş enerjisi çevreyi kirletici herhangi bir atık bulundurmamaktadır. Bu yüzden günümüzde güneş enerjisinden farklı şekillerde yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanan alanlar arasında; konut ve iş yerlerinin ısıtma ve soğutma ihtiyacı, yemek pişirme, sıcak suyun temin edilmesini sağlama, yüzme havuzunun ısıtılmasında, tarım ürünlerinin kurutulmasında, sanayi, güneş ocakları, güneş pompaları, ısı borusu, ulaşım ve iletişim araçlarında, elektrik üretiminde güneşten yararlanılmaktadır (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Güneş enerjisinin çevresel etkilerine bakıldığında herhangi bir zararı bulunmamaktadır. Güneş enerjisinin zararının bulunmaması ve bol miktarda enerji bulunması sayesinde günümüz enerji ihtiyacı için vazgeçilmez bir öneme sahip olmuştur. Ayrıca güneş enerjisini her ülke almış uygulamış olduğu projeler kapsamında kendisi elde edebildiği için dışa bağımlılık da azalmaktadır. Dışa olan bağımlılığın azalması sayesinde de ülkeler istedikleri kadar uygun alanlara paneller kurarak güneşten enerji sağlayabilme imkanına sahip olmuşlardır.

Fosil yakıtların çevreye vermiş olduğu zararları azaltmak ve insanların sağlığını korumak amacıyla ideal bir yöntem olan güneş enerjisi sayesinde artık enerji elde etmek diğer yöntemlere göre daha kolay olmuştur. Bu yüzden güneş enerjisinin yaygın bir şekilde kullanılması amaçlanmaktadır. Özellikle birçok alanda güneş enerjisinden yararlanılması ekonomik açıdan olumlu bir dönüş sağlamaktadır. Yani bedava olan ve yenilenebilir bir enerji kaynağı halinde olan güneş enerjisi sayesinde hem çevre sağlığı korunmakta hem de ülke ekonomisine katkı sağlanmaktadır.

Güneş enerjisinden düşük, orta ve yüksek sıcaklık olmak üzere üç farklı kategoride yararlanılır. Düşük sıcaklık 1000 °C altı uygulamalar için, orta sıcaklık 1000 °C ve 3500 °C aralığındaki uygulamalar için, yüksek sıcaklık ise 3500 °C ve üstü uygulamalar için geçerlidir. Düşük sıcaklık uygulamaları genel olarak binaların ısıtılmasında, suyun arıtılmasında, seracılıkta kullanılmaktadır. Orta sıcaklık uygulamaları ise bina ısıtmasında ve soğutmasında, su pompalarının çalıştırılmasında kullanılan bir yöntemdir. Yüksek sıcaklık uygulamaları ise elektrik üretiminde, güneş fırınları gibi alanlarda kullanılır. Bu doğrultuda güneş enerjisinden en fazla yararlanan ülkeler arasında Birleşik Devletler, Fransa, Almanya, Japonya, İspanya gibi devletler yer almaktadır (Yılmaz, 2018: 46).

Güneş enerjisinden yararlanma sıklığını geçmişe göre değerlendirdiğimizde günümüzde bu enerji türünden daha fazla yararlanılmaktadır. Artık her ülke kendi enerjisini üretmek amacıyla her türlü işlerde güneş enerjisini kullanmaya başlamıştır. Özellikle 3500 °C ve üstü uygulamalarda yani yüksek sıcaklığa sahip olan güneş enerjileri, elektriğin üretilmesinde daha çok yararlıdır. Bu yüzden sıcak olan bölgelerde güneş enerjisinden daha sık bir şekilde yararlanılır.

Güneş nasıl insanlar için önemliyse tarım, sanayi, ısıtma, elektrik üretimi gibi alanlarda da oldukça önemlidir. Bu yüzden günümüzde güneşten daha fazla yararlanmak ve enerji konusunda güneşi alternatif bir yöntem haline getirmek için, devletler tarafından güneş enerjisine yönelik gerekli teşvikler sağlanmaya ve projeler uygulanmaya çalışılmaktadır.

2.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgar, insanın yararlandığı ilk enerji kaynağıdır. Rüzgarın eskiden beri itici güç olarak kullanılması, Çinliler ve Mısırlılar tarafından olmuştur. Rüzgar enerjisi, deniz taşımacılığı için kullanılmıştır. Fakat fosil kaynakların kullanılması, rüzgâr enerjisinin önemini durdurmuştur. Rüzgar santrallerinin teknolojisinin yeterli görülmemesi ve geliştirilmesinin istenmesi 1962 yılında BM tarafından “Enerjinin Yeni Kaynakları” konferansında gündeme gelmiştir. 1970’li yıllarda da petrol krizinin yaşanmasıyla rüzgar enerjisinin gelişimine katkı sağlanmıştır. Temiz, bol miktarda bulunan ve sürekli olan rüzgâr enerjisi, son yıllarda dünyada hızlı bir şekilde büyüyen enerji kaynağı olmuştur (Altıntaş, 2012: 30-31).

Rüzgar, insanlık tarihi boyunca var olan bir kaynaktır. Rüzgarın var olması, insanların eski zamanlardan beri enerji kaynağı olarak kullanmalarını sağlamıştır. Denizcilikte, enerji üretiminde kullanılan rüzgar sayesinde bazı ihtiyaçlar karşılanmıştır. Fakat yenilenemeyen kaynakların kullanımının artması nedeniyle diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi rüzgar enerjisi de geri planda kalmıştır.

Fosil kaynakların kullanımının artması, rüzgar enerjisine yeteri kadar önemin verilmemesine yol açmıştır. Fakat günümüze doğru gelindiğinden yaşanan gelişmeler nedeniyle fosil kaynakların kullanımının artması, gelecek yılların enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalınacağı kanaatine varılarak yenilenebilir kaynaklara olan ihtiyaç artmaya başlamıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında bulunan rüzgar, oldukça temiz ve bol miktarda bulunan bir enerji kaynağı olduğundan, günümüz enerji ihtiyacını karşılama noktasında sıkça kullanılan kaynaklar arasında yer almaktadır. Dünya genelinde de yaşanan gelişmelere paralel olarak rüzgar enerjisinin kullanımının önem kazanmaya başladığını söyleyebiliriz. Fosil kaynaklar yerine rüzgâr enerjisinin kullanılması, ekonomik açıdan da olumlu katkı sağlar. Çünkü her ülke kendine ait rüzgâr enerjisi santrali kurarak dışa bağımlı olmaktan kurtulmaya başlamıştır.

Hava akımını oluşturan rüzgar, güneş sayesinde ısınan hava yoğunluğunun azalması sonucu geriye kalan boşluğun soğuk hava tarafından doldurularak hava

hareketinin oluşturulmasına denir. Tarım ürünlerinin öğütülmesinde, çiftlik hayvanları için kuyulardan su pompalanmasında, enerji elde etmede rüzgardan faydalanılmaktadır. Rüzgar enerjisini tarihsel açıdan incelediğimizde öncelikle M.Ö. 3000 yıllarında yelkenli gemilerde, sonra M.Ö. 200 yıllarında İran'da rüzgar değirmeninin yapılmasıyla Orta Doğu'da gelişme göstermeye başlamıştır. Rüzgar değirmenlerinin Avrupa'ya ulaşması ve kullanılması da 12. Yüzyılda olmuştur. Sonrasında Kuzey Amerika'da enerji kaynağı olarak tercih edilmiştir (Yılmaz, 2018: 32-33).

Rüzgardan yararlanma süreci M.Ö. gerçekleşmiştir. Rüzgarın enerji kaynağı olarak kullanılması yelkenli gemilerin yaygınlaşması, tarım ürünlerinin öğütülmesi, su pompalanması, enerji kaynağı olarak kullanılması gibi ihtiyaçların karşılanmasını sağlamıştır. Bunun en büyük nedeni, rüzgarın bir hava akımı oluşturması ve dünyada bol miktarda bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Kendi kendini yenileyebilen bir enerji kaynağı olan rüzgar, iklim değişikliğiyle mücadele etme konusunda etkili bir kaynaktır. Çünkü fosil yakıtların aşırı bir şekilde kullanılması çevreye zarar verdiği gibi ikliminde değişmesine yol açmıştır. Bu yüzden yaşanan iklim değişikliğini engellemek amacıyla rüzgar enerjisi en ideal kaynaklar arasında yer almıştır. Bunun için günümüzde rüzgar enerjisinin kullanımının yaygınlaşması konusunda çalışmalar sürdürülmektedir.

Rüzgar enerjisinin diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Rüzgar enerjisinin avantajları arasında;

- Atmosferde bol miktarda ve serbest halde bulunması,
- Enerji kaynakları arasında yerli bir kaynak olması,
- Oldukça temiz olan ve çevre kirliliği oluşturmayan kaynak olması
- Radyoaktif ışınım tahribatı oluşturmaması,
- Rüzgar enerjisi için teknolojinin kurulmasının, işletilmesinin basit olması,
- Ücretsiz bir enerji kaynağı olması,
- Yakıt maliyetinin bulunmaması ve atık üretmemesi

- Rüzgar türbinlerinin geçmişinin güvenlik açısından pozitif bir geçmişe sahip olması,
- Modüler olmasından dolayı, tek veya grup halinde kullanılabilmesi gibi daha birçok avantajları bulunmaktadır (Bozkurt, 2008: 83).

Rüzgar enerjisi fosil enerji kaynaklarına göre oldukça üstün özelliklere sahiptir. Tükenmeyen bir enerji kaynağı olan rüzgar, herhangi bir yakıtta ihtiyaç duymadığı için çevreye daha az şekilde zarar vermemektedir. Ayrıca eskiden beri kullanıldığı için, güvenilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Kendini yenileyen rüzgar sayesinde artık enerji üretimi için türbinlerin kurulumunun da diğer kaynaklara göre kısa sürede yapılır.

Rüzgar enerjisi üretiminde herhangi bir atık üretilmemektedir. Oluşabilecek atıklar ömrünü dolduran malzemeler olabilir. Bunlarda en ideal yöntemlerle bertaraf edilebilir. Rüzgar, görüntü ve gürültü kirliliği bakımından değerlendirildiğinde, kullanılan teknoloji, tasarım nedeniyle görüntü ve gürültü kirliliği oluşabilmektedir. Fakat tesislerin kurulduğu yer, türbinlerin tasarımı gibi özelliklere göre görüntü ve gürültü kirliliği engellenebilir (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşabilecek atıkların bertaraf edilmesi kolaydır. Bu yüzden rüzgar enerjisinde de her ihtimale karşı oluşabilecek atıklar fosil atıklara göre rahat bir şekilde bertaraf edilebilir. Bunun yanında rüzgâr enerjisi birçok ihtiyacı karşılamaya yönelik olduğundan tek bir boyutta üretilmemektedir. Kullanım alanına göre farklı boyutlarda üretilerek ihtiyacın karşılanması sağlanmaktadır.

Rüzgâr türbinlerinin yakıtta ihtiyaç duymaması nedeniyle, temiz bir kaynak olması ve çevreye atık bırakmaması sayesinde, iklim değişikliğinin önüne geçme konusunda ön sırada yer alan bir enerji kaynağıdır. Ayrıca her ülke kendi rüzgâr türbinini kurma imkanına sahip olduğundan rüzgâr, yerli bir enerji kaynağı olmuştur. Yani dışa bağımlılık azalmaya başlayarak enerji üretimi konusunda bağımsız olunmaya başlanmıştır.

2.2.4. Jeotermal Enerji

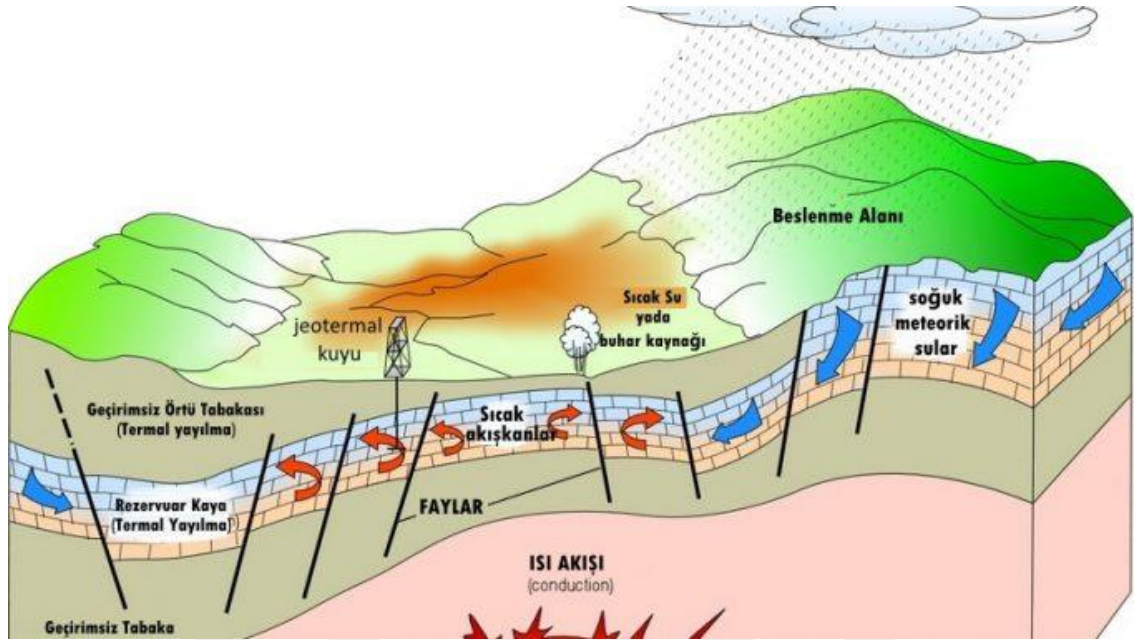
Yerkabuğunun derinliğinde bulunan ısının yeraltı sularını ısıtması sonucunda ısınan suyun yüzeye çıkmasıyla meydana gelen enerji türüne jeotermal enerji denir. Jeotermal enerji genel olarak ısı enerjisi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca jeotermal enerji diğer enerji kaynaklarına göre oldukça ucuz bir enerji türüdür. Jeotermal enerjinin ısıtma amaçlı kullanımı, 1969 yılında Fransa'da şehirler için kullanılmıştır. Türkiye'de ise ilk defa 1964 yılında Balıkesir Gönen'de bulunan bir otelde ısıtma amaçlı kullanılmıştır (Altıntaş, 2012: 34).

Tükenmez enerji kaynakları arasında bulunan jeotermal enerji, yeraltında ısınan suyun yüzeye çıkması sonucu, genellikle ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Özellikle kaplıca, otel gibi yerlerde ısıtma amaçlı kullanılan jeotermal enerji, elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan jeotermal enerji sayesinde fosil kaynaklara duyulan ihtiyaç azalmaktadır. Fakat tam kullanım için, jeotermal enerji kaynak kullanımının yaygınlaşması gerekir.

Jeotermal enerjinin ucuz olması nedeniyle, yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca çevre dostu olan jeotermal enerji sayesinde artık enerji konusunda fosil kaynaklardan yaşanan çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmeye devam edilmektedir. Bu yüzden jeotermal enerjinin daha sık bir şekilde enerji elde etmede kullanımı amaçlanmaktadır. Ayrıca kendi kendini yenileyebilen jeotermal enerji sayesinde ısıtma suyu da kolay bir şekilde elde edilmektedir. 1900'lü yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan jeotermal enerji, geçmişe oranla günümüzde daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Jeotermal enerji, dünyaya ait olan ısı enerjisi anlamına gelir. Oluşum süreci; dünyaya ulaşan suların yer kabuğu çatlaklarından sızar ve magma tarafından ısıtılan kayalara ulaşır. Kayalara ulaşan sular ısınır ve dünyanın farklı bölgelerinde ortaya çıkar. Yüzeye çıkan suların sıcaklığı 150°C civarında bulunur. Tükenmez, sürdürülebilir, temiz ve ucuz bir enerji türü olan jeotermal enerjiden yaygın şekilde kullanılmaktadır. Aşağıda verilen şekilde de jeotermal enerjinin oluşum süreci yer almaktadır (İnan, Akbulut ve Aslan, 2018: 33).

Şekil 2. Jeotermal Enerji Oluşum Süreci



Kaynak: İnan, Akbulut ve Aslan, 2018: 33.

Jeotermal enerji, fosil kaynaklar gibi zor bulunabilen bir enerji kaynağı değildir. Bu yüzden ülkeler kendi ısıtma ve enerji ihtiyacını jeotermal enerji üzerinden karşılayabilme potansiyeline sahiptir. Jeotermal enerjinin kolay bulunabilir olması nedeniyle tamamen yerli bir enerji özelliğine sahiptir. Yerli bir enerji türü olan jeotermal enerji ucuz, çevre dostu olması nedeniyle gelişen teknolojinin imkanları doğrultusunda daha fazla kullanılmaktadır.

Jeotermal enerjiden birçok ülke yararlanabildiği gibi ülkemizde de yararlanılmaktadır. Çünkü ülkemiz, bulunduğu coğrafi konum nedeniyle jeotermal enerjiden yararlanma konusunda zengin ülke arasında yer almaktadır. Günümüzde de yapımı devam eden ve sayısı artan kaplıca, otel gibi birçok yerde ısıtma amaçlı, elektrik amaçlı jeotermal enerjinin kullanımı yaygınlaşmaya devam etmektedir.

Jeotermal enerji arayışı içerisinde olurken bazı olaylarla karşılaşmaktadır. Çevreyi etkileyen olay, sondaj çalışmasıdır. Fakat alınacak önlemler doğrultusunda

kalıcı olmayan çevre etkileri bertaraf edilebilir. Özellikle teknolojinin gelişmesiyle birlikte kullanılan jeotermal elektrik santrallerinde çevre kirliliği neredeyse hiç yoktur. Ayrıca yakıt kullanılmadığı için azot emisyonu oluşmadığı gibi gaz emisyonu da bulunmamaktadır. Bunun yanında santraller kurulduğu alanlarda daha az alan kaplayarak görüntü kirliliği de oluşturmaz. Jeotermal enerjinin çevreye olumsuz etkileri; gürültü, termal açıdan kirliliğin oluşması, zararlı kimyasal maddelerin ortaya çıkması gibi etkiler yer almaktadır (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Dünyanın dört bir etrafında aynı yoğunlukta bulunmayan jeotermal enerji Japonya, Filipinler, El Salvador, Şili gibi bölgelerde volkanik alanlarda; İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Çin gibi Alp kuşağında bulunan ülkelerde, jeotermal enerji kaynakları oldukça zengin olduğundan yaygın olarak kullanılmaktadır (Akova, 2003: 62).

Yeni nesil teknolojik aletlerle sondaj çalışmalarının yapılması ve jeotermal enerjinin aranması çok olmasa da gürültü kirliliği oluşturabilmektedir. Fakat alınacak önlemler doğrultusunda yaşanabilecek sorunlar engellenebilmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerji ve diğer enerji kaynakları çevre ve gürültü kirliliği konusunda daha az etkiye sahiptir.

Fosil kaynaklarda ısıtma, elektrik enerjisi elde etme gibi ihtiyaçlar karşılanırken yakıt kullanılmaktadır. Yakıtın kullanılması, çevre kirliliğinin artmasını, iklim değişikliğinin yaşanmasına neden olur. Fakat jeotermal enerji kaynağında yakıt yakılmadığı için azot emisyonu oluşmadığından dolayı çevre kirliliği oluşmamaktadır. Bunun yanında elektrik enerjisi için kurulan santraller daha az yer kaplamaktadır. Santrallerin az yer kaplaması, görüntü kirliliğinin oluşmasını engeller. Her ülke farklı coğrafi yapıya sahip olduğundan jeotermal enerji yoğunluğu bakımından farklı özellikler taşımaktadır. Bazı ülkelerde jeotermal enerji kullanımı yaygınlaşmışken bazı bölgelerde yaygın hale gelmemiştir. Jeotermal kaynakların kullanılması sayesinde enerji sıkıntısı yaşama noktasındaki engeller aşılmaya çalışılmaktadır.

2.2.5. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen tükenmez enerji kaynakları arasında yer alan bir kaynaktır. 1500'lü yıllarda keşfedilen hidrojenin yanma özelliğinin olduğu 1700'lü yıllarda anlaşılmıştır. Hidrojen, evrende çok fazla miktarda bulunan, oldukça basit bir element olduğundan kokusuz ve renksiz bir özelliğe sahiptir. Zehirsiz bir gaz olan hidrojen havadan 14.4 kez hafiftir (Bozkurt, 2008: 78).

Hidrojenin keşfedilme yılı geç olsa da günümüzde en sık kullanılan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Havadan bile hafif bir yapıya sahip olan hidrojenin sahip olduğu özellikleri bakımından enerji üretiminde en ideal kaynaklar arasında yer almaktadır. Özellikle kolay bir şekilde depolanabilir özelliğe sahip olması nedeniyle evrenin enerji kaynaklarını karşılamada temel bir kaynaktır. Ayrıca zehirsiz bir gaz olan hidrojen enerjisi, bu özelliği sayesinde çevre ve insan sağlığına zarar vermemektedir.

Hidrojen enerjisi, 21. Yy'ın yakıtı olarak görülen ve sentetik yakıt durumunda olan enerji taşıyıcısına verilen isimdir. Hidrojen enerjisi, farklı bir enerjinin tüketilmesiyle elde edildiği için, birincil veya doğal gaz enerjisi değildir. Günümüzde çevre sorununun ve küresel ısınmanın yaşanması nedeniyle, hidrokarbon kaynakları tükenmektedir. Bunun önüne geçebilmek amacıyla, hidrojen enerjisi gibi yakıtlar alternatif hale gelmiştir (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Elektrik üretimi konusunda kullanışlı bir yöntem olan hidrojen enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Fosil kaynaklara alternatif olarak kullanılan hidrojen enerjisi, günümüz elektrik ihtiyacını karşılama noktasında oldukça güvenilir bir yöntemdir. Fakat fosil kaynakların kullanılmaya devam etmesi, hidrojen enerjisinin kullanımının yeteri kadar gelişmemesi, hidrojen enerjisinden elektrik elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu yüzden hidrojen enerjisinin kullanılması konusunda geniş çaplı projelerin uygulanması ve teknolojinin daha iyi bir şekilde kullanılması gerekir.

Hidrojenin genel özellikleri şöyledir:

- Elektrik üretimi için ideal bir yöntemdir.
- Su ve hidrokarbondan üretilir.
- Katalitik, alevli yanma gibi yöntemle enerji üretiminde kullanılır.
- Boru hattı, tanker gibi yöntemlerle uzak mesafelere kadar taşınabilir.
- Çevreye emisyonu olmadığından çevre dostu bir kaynaktır (Bozkurt, 2008: 80).

Hidrojen enerjisinin yüksek miktarda bulunması ve diğer enerji kaynaklarına göre kullanımı rahattır. Yüksek verimliliğe sahip olan hidrojen enerjisi, enerji üretimi konusunda dışa olan bağımlılığı azalmaktadır. Kendine özgü özelliklere sahip olması ve taşınabilir bir kaynak olması nedeniyle teknolojinin doğru bir şekilde kullanılması doğrultusunda üretimi artacaktır.

Fosil kaynaklara göre daha pahalı olan hidrojen enerjisinin tükenmez çevreci kaynaklardan üretilmesi oldukça önemlidir. Çünkü üretim esnasında kömür, doğal gaz kullanılacağından yanma sonunda tahribata yol açabilir. Yapılan araştırmalara göre, 2025 yılında dünya çapında enerji üretimi 12.700 TEP ile 16,250 TEP arasında olacağı tahmin edilmektedir. Bu miktarın 1,750 ile 2,250 TEP kısmının hidrojen enerjisinin kullanılarak ihtiyacın karşılanacağı tahmin ediliyor. Enerji ihtiyacının bir kısmının hidrojenden karşılanması, çevresel tahribatın oluşmasını büyük oranda engelleyecektir (Yılmaz, 2018: 55).

Enerji ihtiyacının karşılanmasını sağlayan hidrojen, pahalı kaynaklar arasında yer almaktadır. Hidrojenin pahalı olması, her ne kadar çok olsa da kullanımını engellemektedir. Fakat fosil kaynaklara oranla çevreye zarar vermeme konusunda etkili bir kaynaktır. Ayrıca enerji elde etmek için gelecek yıllarda hidrojenden yararlanılması, çevrede enerji kaynaklarından dolayı oluşabilecek tahribatın azalmasına yardımcı olur. Kısacası bol miktarda bulunan ve hafif bir şekilde yer edinen hidrojen, her ne kadar maliyetli olsa ve farklı alanlarda kullanılsa da enerji ihtiyacının karşılanması ve çevre kirliliğinin azaltılması için kullanımına daha fazla önem verilmesi gerekir.

2.2.6. Biyokütle Enerjisi

Bitkiler fotosentez aracılığıyla güneşten aldığı enerjiyi kimyasal enerjiye dönüştürerek ortaya enerjinin çıkmasını sağlar. Yaşanan dönüşüm sonucu oluşan enerjiye biyokütle enerji denir. Klasik anlamda, bitki ve hayvan atıklarından biyokütle enerjisi oluşur. Genellikle ısınma, elektrik üretme, yakıt üretme gibi amaçlar için kullanılır. Fosil yakıtlar gibi kanserojen madde içermemektedir. Bu yüzden çevreye olan zararı azdır. Güneşin var olması, biyokütle enerjinin tükenmeyeceğini gösterir (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 265).

Biyokütle enerjisi, tükenmeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Güneşin var olmasıyla varlığını sürdüren biyokütle enerjisi, bitki ve hayvan atıklarından oluşmaktadır. Enerji, ısınma gibi amaçlar için kullanılan biyokütle enerjisi, çevre kirliliğine karşı oldukça güvenilir bir kaynaktır. Yani fosil kaynaklar gibi birçok madde içermediğinden çevreye olan zararı azdır.

Biyokütle enerjisi, bitki ve hayvan atıklarından elde edildiği için, yakıt amaçlı kullanılmaktadır. Yakıt amaçlı kullanılan enerji, geleceğin enerjisi olma yolunda oldukça önemlidir. Yani fosil kaynakların tükenme ihtimaline karşı biyokütle enerjisi alternatif kaynaklar arasında yer almaktadır. Ayrıca elektrik üretme, çevreye zarar vermeme, yakıt olarak kullanma, ekonomik gelişme sağlama ve her yerde yetiştirilebilen bir kaynak olması bakımından geleceğin enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Biyokütle enerjisi modern ve klasik olmak üzere ikiye ayrılır. Klasik anlamda, ormanlardan elde edilen odun, yakacak için kullanılan bitki, hayvan atıklarından oluşan enerjidir. Modern anlamda ise, tarımda, enerji ormancılığında, kentsel atıklarda kullanılan bir enerji kaynağıdır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyokütle, çevreyle uyumlu olduğundan günümüzde bazı etkilere neden olabilmektedir. Mesela çöp gibi atıkların yakılması ve ortaya çıkan atıkların kontrolünün sağlanması için çevresel önlemlerin alınması gerekir. Bunun yanında atıkların depolanması, geçini olarak görsel kirliliğin oluşmasına neden olur (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Biyokütle enerjiler, yenilenebilen enerji kaynakları olup, yeryüzünde çok fazla miktara sahiptirler. Biyokütle enerjilerin farklı amaçlar doğrultusunda kullanılması, geleceğin enerjisi için her ne kadar fosil kaynaklar gibi olmasa da ihtiyacı karşılamaya yönelik olacaktır. Ayrıca biyokütle enerjinin her ne kadar çevreye zararı bulunmasa da az da olsa zararı bulunabiliyor. Özellikle atıkların çevrede biriktirilmesi ve çevreden geç kaldırılması, görüntü kirliliğine yol açmaktadır.

Biyokütle enerji kaynağının diğer kaynaklar gibi avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar arasında;

- Her yerde yetiştirilebilen enerji kaynağı olması,
- Enerji verimi için ideal bir yöntem olması,
- Işık şiddetinin ve depolanabilir özelliğinin yeterli olması,
- Çevre kirliliği ve sera etkisi oluşturmaması,
- Asit yağmurlarına yol açmaması gibi avantajları bulunmaktadır (İnan, Akbulut ve Aslan, 2018: 37).

Biyokütle enerjisi, bitkisel ve hayvansal şekilde ikiye ayrılmaktadır. Bitkisel olanlar, fotosentez yoluyla güneşten almış olduğu enerjiyi kimyasal enerjiye çevirir. Hayvansal olanlarda, kaynağını dışkılardan alır. Bitkisel ve hayvansal atıklar yakıldıklarında büyük oranda enerji ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 2018: 34).

Biyokütle enerjisi, eskiden beri var olan fakat sanayileşmeyle birlikte önemini artıran yenilenebilir kaynaklar arasında yer almaktadır. Biyokütle enerjinin önem kazanmasıyla birlikte ısınma, enerji gibi ihtiyaçlar fosil kaynaklar olmadan da karşılanabilmektedir. Büyük ölçüde enerjinin oluşmasını sağlayan biyokütle, fotosentez yöntemi, hayvansal atıklardan elde edilir.

Biyokütle enerjisinin geçmişe sahip olması, enerjinin önemini koruduğunu gösterir. Ayrıca gelecek konusunda da kullanılabilir bir kaynak olan biyokütle çevre kirliliği, sera etkisi gibi olumsuzluklara yol açmadığından, kullanımı artabilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

3.1. TÜRKİYE'NİN GENEL ENERJİ DURUMU

Türkiye'de genel enerji durumuna baktığımızda, geçmiş yıllardan itibaren fosil enerji kaynakları konusunda büyük bir tüketimin yaşandığını söyleyebiliriz. Sanayileşmenin yaşanmasıyla birlikte ona paralel olarak nüfusun artmasıyla birlikte enerji ihtiyacının karşılanması için, daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum Türkiye'de enerji öneminin her geçen gün arttığını gösterir.

Isıtma, elektrik elde etme, tarımsal ürünlerde, otellerde, kaplıcalarda kısacası her alanda enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Enerjiye duyulan ihtiyacın artması, fosil kaynakların daha fazla tüketilmesi ve gelecek yıllarda enerji konusunda sıkıntının yaşanmasına yol açmıştır. Fakat ülkemizde yaşanan gelişmeler doğrultusunda güneş, rüzgar, jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerjilerden geçmişe oranla daha fazla yararlanılarak enerji ihtiyacı karşılanmaya çalışılmaktadır.

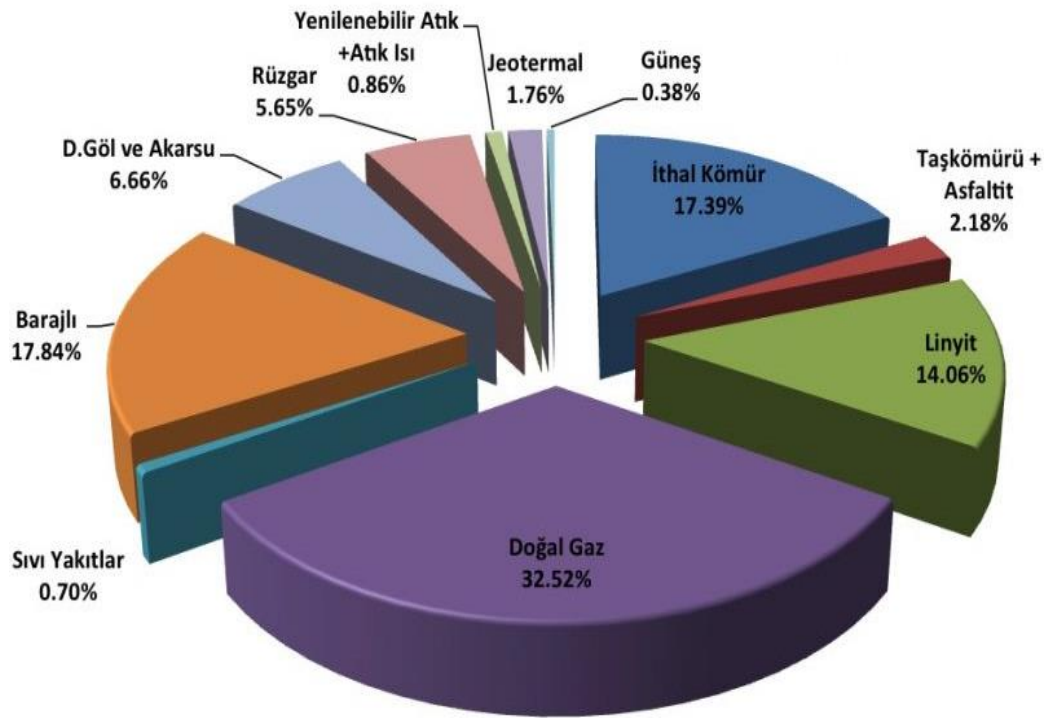
Türkiye'de enerji kaynaklarının genel durumuna bakıldığında enerji tüketimi ve ithalatında olduğu gibi ekonomide artışın yaşandığını söyleyebiliriz. Türkiye'de bulunan enerji sektörü genellikle kamuya aittir. Enerji üretimi konusunda yapılmak istenen çalışmalar için uzun süreli yatırımların ve finansal kaynakların olması gerekir. Artan nüfusun enerji ihtiyacını karşılamak ve enerji sektöründe bulunan fonksiyonları geliştirmek için özel sektörün yatırım yapmaları teşvik edilmelidir. Türkiye'de genel olarak linyit, taş kömürü, ham petrol, doğal gaz gibi fosil kaynaklar ile hidroelektrik, güneş, rüzgar, jeotermal, biyomas enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları bulunmaktadır (Atılğan, 2000: 32).

Türkiye'de enerji sektörünün kamuya ait olmasından dolayı enerji ihtiyacını karşılama konusunda yetersiz kaldığını söyleyebiliriz. Bunun için enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla özel sektörün de enerjiye yönelik teşvik edilmesi gerekir. Özel sektör ve devletin bir arada enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik projeler uygulaması artan nüfusun enerji ihtiyacının daha rahat bir şekilde karşılanmasını sağlar.

Türkiye bulunmuş olduğu coğrafi yapı ve jeopolitik konum itibariyle önemli enerji kaynaklarına sahiptir. Fakat fosil yakıtların kullanımı enerji ihtiyacını daha fazla karşıladığından dolayı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı günümüzde çok fazla yayılmamıştır. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın bir şekilde kullanılmasının sağlanması ve altyapının daha uygun hale getirilmesi gerekir.

Fosil yakıtlar çevre kirliliğine yol açtığından sanayileşme süreciyle birlikte oluşan çevre kirliliği insanlara, bitkilere, hayvanlara, zarar verdiği gibi iklim değişikliğine de yol açmıştır. Yaşanan çevre ve iklim sorununun engellenebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekir. Fakat tükenmeyen enerji kaynakları için ülke ekonomisinin de iyi olması gerekir. Çünkü yenilenebilir kaynaklar için teknolojiye ihtiyaç duyulacağından ekonomi olmadan istenilen sonuçlara ulaşılamaz. Bu durum sadece Türkiye için değil, enerji kaynaklarına sahip olan diğer ülkeler için de geçerli bir durumdur.

Şekil 2.1. 2016 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı



Kaynak: Yılmaz ve Öziç, 2018: 526.

Şekil 2.1’de, ülkemiz enerji kaynakları tüketimi konusunda elverişli bir coğrafyaya sahiptir. En fazla yararlanılan enerji kaynakları arasında doğal gaz yer almaktadır. En az yararlanılan enerji kaynağının ise %0,38 ile güneş olmuştur. Bu durum günümüzde fosil kaynakların tüketiminin arttığını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimine yönelik çalışmaların daha fazla olması gerektiğini gösterir.

Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda elverişli iklim şartlarına sahiptir. Ülkemizde elektrik gücünde 2017 yılında 6.703 MW’lık artış olmuştur. Kurulu olan gün oranı ise 85.200 MW’ ulaşmıştır. Türkiye’nin 2023 yılındaki enerji politikasındaki amaç; dış kaynaklara olan bağımlılığı azaltmak, maliyetleri kısarak iç kaynaklardan yararlanmaktır. Böylece 2023 yılında toplam da elektrik üretiminin %30’unun yenilenebilir kaynaklardan sağlanması amaçlanmıştır (Yılmaz ve Öziç, 2018: 526).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranını geçmişle kıyasladığımızda günümüzde yenilenebilir kaynakların kullanımının daha fazla olduğunu söyleriz. Gelecek yıllarda da yenilenebilir kaynakların kullanımına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Tükenmeyen enerji kullanımının yaygınlaştırılması, dışa bağımlılığın azaltılması, maliyetin düşürülmesi gibi konularda sürdürülen projeler sayesinde ülkemiz, 2023 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmayı hedeflemektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara oranla daha pahalı olduğundan, tüketimi ne yazık ki daha zordur. Bu durum yalnızca Türkiye için değil, diğer gelişmekte olan veya gelişmiş ülkeler için de geçerli olmuştur. Bu yüzden maliyetin azaltılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması konusunda kaynak kullanımına yönelik uygulanan projelerin artırılması gerekir. İzmir İktisat Kongresi’nin düzenlenmesi, Devletçilik ilkesinin uygulanması sayesinde Türkiye’de enerji kullanım oranı artmaya başlamıştır. Kısacası Türkiye’de fosil yakıtlar yanında artık yenilenebilir enerji kaynakları da önem kazanarak elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir kaynak kullanımını düne göre daha fazla olmuştur.

3.2. TÜRKİYE’NİN FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI

Fosil enerji, yıllardan beri kullanılan ve günümüzde de önemini koruyan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Fosil kaynaklar, yıllar boyunca aralıksız bir şekilde kullanıldığından günümüzde tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Ülkemizde sanayileşmenin yaşanmasıyla birlikte yaşanan gelişmeler nedeniyle enerji ihtiyacını karşılamak için fosil kaynaklar eskiye oranla daha hızlı bir şekilde tüketilmeye başlanmıştır.

Fosil kaynakların tüketilmesi, enerji sorununu ortaya çıkaracağından yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi gerekir. Ülkemizde ve diğer ülkelerde doğal gaz, kömür, petrol gibi tükenbilir enerji kaynaklarının kullanımı geçmiş yıllara göre değişkenlik gösterir. Fosil kaynaklar konusunda ülkemizin dışarıya olan bağımlılığını azaltması ve yerli enerji tüketimine geçilmesi için, yürütülen çalışmaların daha kapsamlı bir şekilde yapılması gerekir.

Enerji, ülkenin büyümesini sağlayan ve gelişmişlik ölçütü olarak kullanılan bir unsurdur. Gelişmiş ülkeler, enerji konusunda üretim ve tüketim arasındaki dengeye önem vermektedir. Bu yüzden birçok çalışma yapılmaktadır. Türkiye’de de 1960-1995 yıllarında da yapılan çalışmalara göre, enerjinin tüketimiyle büyüme arasında uzun soluklu ilişkinin olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Ülkemizde son yıllarda enerji ithalatı arttığı için, bağımlılıkta artmıştır. Türkiye petrol, doğal gaz gibi rezervlerin dağıtılması açısından önemli bir yerde bulunmaktadır. Bu durum enerji konusunda avantajlar sağlarken, ciddi sorumlulukları da ortaya çıkarır. Sahip olunan kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak, alternatif kanallar oluşturmak için Türkiye’nin gerekli politikaları uygulaması gerekir (Şahin ve Şahin, 2018: 73).

Ülkemiz, bulunduğu coğrafi konum itibariyle her açıdan önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle petrol, doğal gaz gibi rezervlerin dağıtımında pazarlar arasında bulunan ülkemiz, bu özelliği sayesinde avantajlı bir ülkedir. Ülkemizde son yıllarda enerji ithalatının artması nedeniyle bağımlılığın arttığını söyleyebiliriz. Bağımlılığın azaltılması ve ülke ekonomisinin gelişmesi için, alternatif enerji kaynaklarının kullanımına yönelik stratejiler uygulanmalıdır.

Tablo 1.5. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Yakıt Yüzdeleri Payları (1973-2020)

KAYNAKLAR	1973	2004	2008	2010	2020
PETROL	53	37	35	39	38
DOĞALGAZ	16	24	24	24	25
KÖMÜR	18	27	29	28	29
FOSİL YAKITLAR	87	88	88	91	92
NÜKLEER	10	6	5	6	4
HİDRO ENERJİ	2	6	6	3	3
DİĞER YENİLENEBİLİRLER	1	0	1	1	1

Kaynak: Ağaçbiçer, 2010: 11.

Tablo 1.5'te, 1973-2020 yılları arasında enerji tüketimini göstermektedir. Dünya genelinde petrol, doğal gaz, kömür, fosil yakıtlar gibi kaynakların kullanımının diğer kaynaklara oranla daha fazla kullanılmaktadır. Verilen tabloda fosil yakıtların 1973 yılından itibaren azalmadığı ve en fazla kullanılan yakıt olduğunu göstermektedir. 2020 yılında da fosil yakıtların yanında petrol, kömür, doğal gaz gibi yakıtların nükleer enerji, hidro enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarına oranla daha fazla kullanıldığını gösterir.

Dünya genelinde 2020 yılında tükenbilir kaynakların daha fazla kullanılması, enerji konusunda sorunlara yol açabilir. Çünkü bu kaynaklar kendi kendini yenileyemediğinden ve yenilenebilir kaynaklar çok fazla kullanılmadığından, enerji üretimi konusunda ileride ciddi sorunlar ortaya çıkacaktır. Bunun için önemli

bir konuma sahip olan Türkiye’de ve diğer ülkelerde yenilenebilir enerjinin kullanımını artırmak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Türkiye’de çıkan linyitler her ne kadar düşük kaliteli olsa da ümit veren kaynaklar arasında yer almaktadır. Çıkarılan kaynaklar devlet tarafından desteklenmektedir. Türkiye, Orta Asya ülkelerinde bulunan petrol ve doğal gaz kaynaklarının batıya taşınmasında “Enerji Koridoru” noktasındadır. Bu doğrultuda 1998 yılında petrol ürünleri fiyatlarının uluslararası fiyatlarla bağlantısının sağlanması için otomatik fiyatlandırma sistemi adında fiyat uygulamasına geçilmiştir (Atılğan, 2000: 33).

Türkiye’de 1900’lü yıllardan itibaren doğal gaz tüketiminin büyük bir hızla artması fakat üretiminin daha az olması nedeniyle enerji konusunda dışa bağımlılık ister istemez artmıştır. Geçmiş yıllara bakıldığında yeni uygulamaların yapılması geliştirilmesi sayesinde dışa bağımlılığın azaltılması amaçlanmıştır. Türkiye’de Kırıkkale, Batman, Ataş, İzmit, İzmir gibi rafineler bulunmaktadır. Ayrıca gelişen teknolojinin olanakları doğrultusunda kurulan rafinelerin sayısı da artmaya devam etmektedir.

Türkiye’de petrol, doğal gaz gibi temel kaynaklar stratejik önemini artırmaya devam etmektedir. Bu kaynaklar ekonominin ve endüstrinin girdisi olmuştur. Yapılan araştırmalara göre 2030 yılında doğal gaz rezervlerinin %65’i, kömür rezervlerinin %25’i, petrol rezervlerinin ise %85’i tükenecektir. Yıllara göre hesaplandığında da doğal gazın 61 yıl, kömürün 142 yıl, petrolünde 54 yıl kullanım süresi kaldığı hesaplanmıştır (Torunoğlu, Gedik, 2015: 14).

Tükenebilir kaynakların ülkemizde hızlı bir şekilde kullanılması, kullanım ömürlerinin azalmasına yol açmıştır. Fosil kaynaklar kullanıldıkça gelecek yıllar tehlike altına girmektedir. Türkiye, kaynak konusunda stratejik bir öneme sahip olduğundan endüstri ve ekonomi canlanmaktadır. Özellikle ekonominin canlanması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmaları artırmaktadır. Yapılan çalışmalara göre yenilenebilir kaynaklara olan talebin artması, fosil kaynakların tüketim ömrünü uzatacaktır.

3.3. TÜRKİYE VE NÜKLEER ENERJİ

Atom parçalarının farklı reaksiyonlar yoluyla birleşmesi ya da parçalanması yoluyla oluşan enerji türüne nükleer enerji denir. Nükleer enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi, nükleer reaktörlerle mümkündür. Kullanılmaları yeniden mümkün olan nükleer yakıtların taşınması oldukça kolaydır. Fakat ilkyardım, atık yönetimi gibi nedenlerden dolayı hem uzun süreli yatırımları gerektirir hem de ilkyardım maliyeti bulunur (Torunoğlu, Gedik, 2015: 25).

Günümüzde nükleer enerji elektrik enerjisi üretimi konusunda önemli kaynaklar arasında yer almaktadır. Enerji üzerinden Türkiye'nin ekonomisine katkı sağlayan nükleer enerjinin avantajı bulunduğu gibi dezavantajı da bulunmaktadır. Nükleer enerjinin bilinen dezavantajı uzun süreli yatırımlar istemesi ve ilkyardım maliyetinin yüksek olmasıdır.

Geçmişten günümüze doğru gelindiğinde nükleer enerjinin kullanımına yönelik çalışmaların artırılmıştır. Türkiye'de de elektrik enerjisi elde etmek amacıyla önemli bir paya sahip olan nükleer enerjinin yeterli derecede kullanıldığını söyleyemeyiz. Bu durum doğal gaz, petrol gibi kaynakların kullanımını artırmaktadır. Fakat bu kaynakların kullanımını da gelecek yıllarda enerji elde etme konusunda tükenebileceğinden sorun yaşatmaktadır.

Nükleer enerjinin geçmişinde 7 kaza olmuş ve yaşanan kazalardan ikisi insan ve çevre üzerinde etkili olmuştur. Çernobil faciasının yaşanması sonrası kısa süre içerisinde 60 civarı can kaybı yaşanmıştır. 2011 yılı sonuna kadar süren Fukushima (Japonya) kazasında da 3 kişi yaşamını kaybetmiştir. Bunun dışında nükleer konusunda yaşanan endişe, kaza esnasında etrafa yayılacak maddelerin yol açacağı risklerdir (Torunoğlu, Gedik, 2015: 28).

Sanayileşme, hızlı nüfus artışı, teknolojinin gelişmesi gibi nedenler enerjiye olan ihtiyacı artırmıştır. Bu yüzden fosil yakıtların enerji ihtiyacını karşılaması mümkün görülmemeye başlanmıştır. Bunun için tek kaynağa ve tek ülkeye bağlı kalınmaması gerekir. Türkiye'de enerji için kullanılabilir nükleer santrallerini destekleyen ve desteklemeyen kesimler bulunmaktadır. Nükleer santralleri

desteklemeyenler çözüm yolu olarak alternatif enerji kaynaklarına önem verilmesi istemektedirler. Bu tepki alternatif enerji kaynaklarının enerji ihtiyacını karşılayıp karşılayamayacağı sorusunu ortaya çıkarır. Günümüzde nükleer enerji üretiminde uranyum yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Yıldız, 2006: 29)

Nükleer enerjinin ortaya çıkarabileceği zararlar nedeniyle santrallerinin kurulması ve yönetilmesi işlerinin alanında uzman kişilerin yapılması gerekir. Aksi durumda yaşanan kazalar ölüme sebebiyet verebilir. Geçmişte de dünya da nükleer enerji kazalarının can kaybına yol açtığı farklı örnekler bulunmaktadır. Bu yüzden nükleer enerji santrallerinin kurulmasına karşı çıkan kesimler bulunmaktadır.

Ülkemizde nükleer enerji nadir kullanılmaktadır. Maliyetinin fazla olması, olası kaza durumunda insana ve çevreye zarar vermesinden dolayı, santrallerin kurulmasını desteklemeyen bunun yerine alternatif kaynak kullanımına yönelmesi gerektiği belirtilmiştir.

Türkiye’de nükleer enerjinin durumuna bakıldığında 1956 yılında IEA (Uluslararası Atom Enerjisi)’nin kurulmasıyla aynı yıl içerisinde üye olarak 1965 yılında ilk nükleer santrali kurmak için çalışmalar yapmaya başlamıştır. 1974 yılında Akkuyu’da bulunan santral için 1976 yılında saha lisansı alınmış, 2010 yılında Akkuyu santrali için Rusya ile anlaşma imzalanmıştır. İkinci santral olan Sinop santralinin kurulması için de 2013 yılında Japonya ile anlaşma yapılmıştır (Kaya, 2018: 29).

Türkiye’de nükleer enerji çalışmalarının yapılması ve santrallerin kurulması için günümüzde farklı illerde nükleer enerji santralleri kurulmuştur. ETKB’nin paylaşmış olduğu verilere göre nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı en az yüzde 20’dir. Enerji ihtiyacının karşılanması noktasında yetersiz kalan nükleer enerji, iklim şartlarından etkilenmeyerek enerji üretimi sağladığı için, ülkemizde nükleer santrallerinin kurulumu inşaat aşamasındadır. Nükleer enerji konusunda risklerin ortadan kaldırılması, teknolojinin kullanılması sayesinde nükleer enerji santrallerinin daha fazla kurulacağı ve nükleer enerji üzerinden elektrik enerjisi ihtiyacının daha fazla karşılanacağını tahmin edilmektedir.

3.4. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

3.4.1. Türkiye’nin Hidrolik Enerjisi Durumu

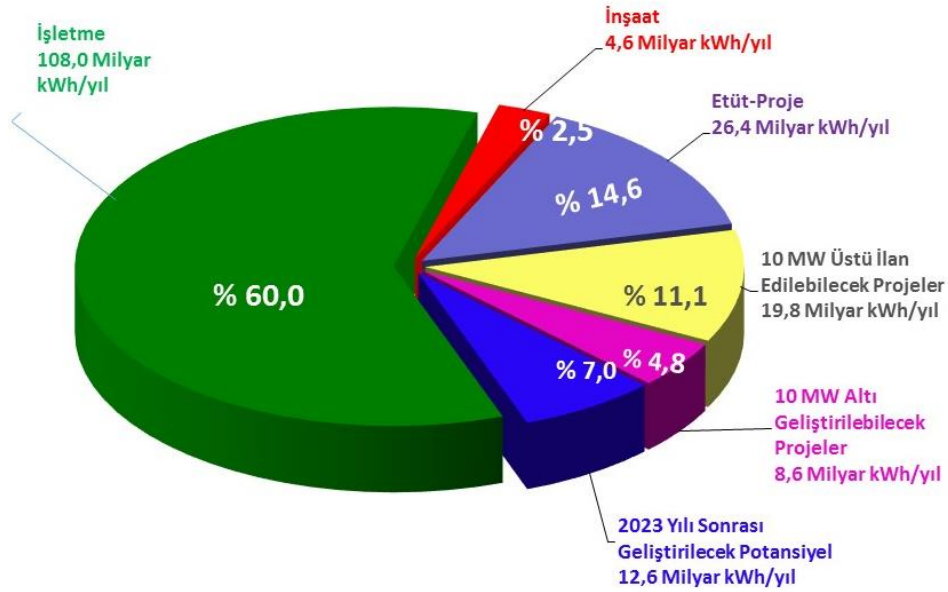
Hidrolik enerji, yenilenebilir kaynaklar arasında yer almaktadır. Hidrolik enerji, ülke ekonomisine katkı sağlayan bir kaynaktır. Türkiye’de de geçmiş yıllara oranla günümüzde uygulanan projeler sayesinde farklı bölgelerde santraller bulunmaktadır. Kurulan santraller sayesinde fosil kaynak tüketiminin azaltılması amaçlanmaktadır.

Hidrolik enerji, dünyada yaygın bir şekilde bulunan ve ekonomik bir özelliğe sahip olan tükenmez enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Hidroelektrik enerji, günümüzde akarsuların üzerine barajların inşa edilmesi sonucu suyun birikmesi ve biriktirilen suyun potansiyel enerjisinden yararlanılarak elektrik üretilmesini sağlar. Türkiye’nin hidrolik enerji açısından Avrupa ülkeleri arasındaki konumuna bakıldığında Rusya’dan sonra gelen ikinci ülke durumunda bulunmaktadır (Ürün ve Soyu, 2016: 37).

Tükenmeyen kaynakların enerji üretimi için kullanılması, fosil kaynakların tükenme ihtimaline karşı ideal yöntemler arasında yer almaktadır. Tükenmeyen kaynaklar arasında yer alan hidrolik enerji de dünyaya oldukça fazla bir şekilde bulunduğu için enerji üretiminde oldukça ideal bir yöntemdir. Çevreye daha az zarar vermesi nedeniyle yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Hidrolik enerjinin sağladığı avantajlar fosil kaynaklara oranla oldukça fazladır. Fakat elektrik enerjinin elde edilmesi için akarsular üzerine barajların kurulması nedeniyle hidrolik enerji çok olmasa da ufak tefek dezavantaja sahip olmaktadır.

Hidrolik enerjinin dezavantajının barajların kurulması nedeniyle biyo çeşitliliği azaltacağı söylenebilir. Bunun yanında insanların yaşam alanlarının olduğu yerlere barajlar kurulacağından insanlar yer değiştirmek zorunda kalabilir. Küçük çaplı dezavantajlara sahip olan hidrolik enerji, Türkiye’de en fazla potansiyeli bulunan ikinci ülke konumdadır. Böylece zengin bir kaynağa sahip Türkiye’de hidroelektrik santral sayısının her geçen gün arttığı görülmektedir.

Şekil 2.2. Hidroelektrik Enerji Potansiyelimizin Gelişim Durumu



Halihazırda geliştirilen hidroelektrik enerji potansiyelimiz : 158,8 Milyar kWh/yıl
 Teknik ve ekonomik olarak yapılabilir toplam hidroelektrik enerji potansiyelimiz : 180 Milyar kWh/yıl

Kaynak: DSİ, 2020.

Şekil 2.2’de, Türkiye’de 2020 yılında işletilen hidroelektrik %60’tır. Buna göre 108,0 kWh/yıl enerji üretebilecek kapasiteye sahiptir. Ayrıca inşaatı devam eden çalışmalarda bulunmaktadır. Buna göre %2,5’lik bir kısımda inşaatı devam edilen hidroelektrik çalışmaları arasında yer almaktadır. %7,0’lık dilimde 2023 yılı ve sonrası için geliştirilecek potansiyel enerjinin 12,6 Milyar kWh/yıl olduğunu göstermektedir.

Verilen bilgiler doğrultusunda Türkiye’nin hidrolik enerjisi konusunda zengin bir kaynağa sahiptir. Günümüzde işletilen santraller sayesinde enerji üretimi yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Ayrıca inşaatı bulunan ve gelecek yıllara yönelik çalışmalar sürdürüldüğünden ülkemizin dört bir tarafında hidrolik santral kurulumu artmaktadır. Yaşanan durumun nedenleri; ülke ekonomisinin gelişmeye başlaması, coğrafi konum gereği hidrolik enerji üretimine elverişli bir konumda bulunmamız yer almaktadır.

Tablo 2. Hidroelektrik Enerji Potansiyelimizin Gelişim Durumu

PROJELERİN AŞAMASI	İnşa Eden (Kamu / Özel Sektör)	Adet	Kurulu Güç (MW)	Enerji Üretim Potansiyeli (GWh/yıl)	Üretim Oranı (%)
İŞLETME	DSİ	68	13.766	48.952	27,2
	Özel Sektör	646	17.625	59.053	32,8
	TOPLAM	714	31.391	108.005	60,0
İNŞAAT	DSİ	2	700	2.569	1,4
	Özel Sektör	35	579	2.009	1,1
	TOPLAM	37	1.279	4.578	2,5
ETÜT-PROJE	Özel Sektör	204	7.343	20.758	11,5
	Özel Sektör (Tabloda ilanda Olanlar)	6	277	922	0,5
	DSİ (Önlisans-Planlama)	42	1.574	4.704	2,6
	TOPLAM	252	9.194	26.384	14,6
İŞLETME + İNŞAAT + ETÜT - PROJE POTANSİYELİ		1.003	41.864	138.967	77,1
10 MW Üstü İlan Edilebilecek Projeler		241	6.123	19.832	11,1
2023 YILINA KADAR GELİŞTİRİLECEK POTANSİYEL		1.244	47.987	158.799	88,2
10 MW Altı Geliştirilebilecek Projeler		613	2.594	8.570	4,8
2023 YILI SONRASI GELİŞTİRİLECEK POTANSİYEL		-	4.419	12.631	7,0
TOPLAM POTANSİYEL		1.857	55.000	180.000	100,0

Kaynak: DSİ, 2020.

Tablo 2’den de anlaşılacağı gibi hidroelektrik konusunda hem devlet hem de özel sektör tarafından projeler uygulanmaktadır. Bugüne kadar uygulanan projelerde işletme halinde olan ve DSİ tarafından kurulu güç 13.766 iken %27,2’lik bir üretim oranı bulunmaktadır. Özel sektöre baktığımızda da kurulu güç 17.625 iken üretim oran %27,2 olarak görülmektedir. Bu durum özel sektörün hidroelektrik konusunda daha fazla işletmeye sahip olduğunu gösterir.

Hidroelektrik konusunda inşaatı devam eden santrallerde bulunmaktadır. Yine yukarıda verilen tablodan hareket ederek DSİ tarafından inşaatı devam eden 2 adet santral bulunmaktadır. Bu santraller 700 MW güce, 2.529 enerji üretim potansiyeline sahiptir. Üretim oranı ise, %1,4’tür. Özel sektöre baktığımızda da inşaatı devam eden toplam 35 santral bulunmaktadır. Bu santraller 579 kurulu güce sahipken 2.009 yıl bazında enerji üretim potansiyeline sahiptir. Ayrıca %2,5 üretim oranına sahiptir. Yapılan karşılaştırmada da görüleceği üzere devlet tarafından inşaatı

devam eden 2 adet santralin özel sektör tarafından inşaaata devam eden santrallere göre daha fazla enerji üretim potansiyeline ve üretim oranına sahip olduğunu söyleyebiliriz. Buradan da anlaşılacağı üzere hidroelektrik santraller konusunda özel sektörün yanında devletinde yatırımlar yapması gerekir.

2023 yılına kadar hidroelektrik potansiyeli konusunda geliştirilecek farklı projeler bulunmaktadır. Tabloda verilen bilgilerden hareketle 2023 yılına kadar geliştirilmesi planlanan potansiyel sayesinde hem kurulu güç hem enerji üretimi hem de üretim oranında ciddi dalgalanmaların yaşanması beklenmektedir. Bunun yaşanması için, devlet ve özel sektör yatırımlarının artması gerekir.

Dünyada geniş bir elektrik kaynağı olan hidrolik enerji, çevreci bir kaynak olup işletilmesi oldukça ekonomiktir. HES, ilk yatırım maliyeti açısından doğal gaz dışında diğer santrallerle rekabet edebilecek bir düzeydedir. Ekonomiye ve yerli yapım oranının yüksek olması sayesinde gelecek yıllarda hidroelektrik potansiyelinin asgari %90 oranına çıkarılmasının sağlanması, ülkemiz için faydalı olacaktır. Bunun için 100 MW-1000 MW arasında kurulu güçleri değişen büyük kapasiteli hidroelektrik santrallerinin inşaatına zaman kaybedilmeden başlanması gerekir (Gençoğlu, 2002).

Türkiye’de geçmiş yıllara bakıldığında ekonomik sıkıntı, savaş, doğal afet gibi nedenlerden dolayı, enerji kaynaklarına verilen önem çok az durumdadır. Fakat günümüze doğru gelindiğinden yaşanan gelişmeler enerji kaynaklarına olan yatırımı da artırmıştır. Özellikle hidrolik enerji konusunda özel sektör ve devlet desteği verilerek santral sayıları artırılarak elektrik elde edilmeye başlanmıştır.

Hidrolik enerji konusunda gelecek yıllar göz önüne alındığında ciddi yatırımlar yapılmaya başlanmıştır. Özellikle işletilen santraller dışında, inşaatı devam eden santraller de bulunmaktadır. İnşaatı devam eden santrallerin ve etüt-projelerin tamamlanması doğrultusunda daha fazla elektrik üretimi yapılacaktır. Bu sayede fosil kaynaklar yerine artık yenilebilir enerji kaynağı olan hidrolik enerji devreye girerek enerji sorununun ortadan kalkması amaçlanmaktadır.

3.4.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi Durumu

Yenilenebilir enerji kaynakları deyince ilk olarak güneş enerjisi ön plana çıkmaktadır. Önemli kaynaklar arasında yer alan güneş enerjisi, güneş çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyuma dönüşmesiyle açığa çıkmaktadır. Güneş enerjisi üç amaç için kullanılır: Pasif ısı denilen sistemde, termal ısı ve elektrik üretimi sistemi. Pasif ısı sistemi, güneşten doğal bir şekilde dünyaya gelen ısı, sıcaklığın artmasını sağlar. Termal ısı, su ısıtılmasında kullanılır. Elektrik üretimi ise, güneşten gelen ısı, güneş teknolojisi santrallerini kullanarak elektrik üretimi sağlar (Kaya, 2018: 36).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan güneş, elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülerek kullanılan bir yöntemdir. Güneş enerjisi sayesinde geleceğin elektrik sorunu güvence altına alınmaya çalışılmaktadır. Bunun için her ülke güneş enerjisinden daha fazla yararlanmak ve elektrik üretiminin güneşten sağlamak amacıyla, gerekli teknolojileri kullanmakta ve gerekli yatırımları yaparak güneş enerjisi kullanımını artırmaya çalışmaktadır.

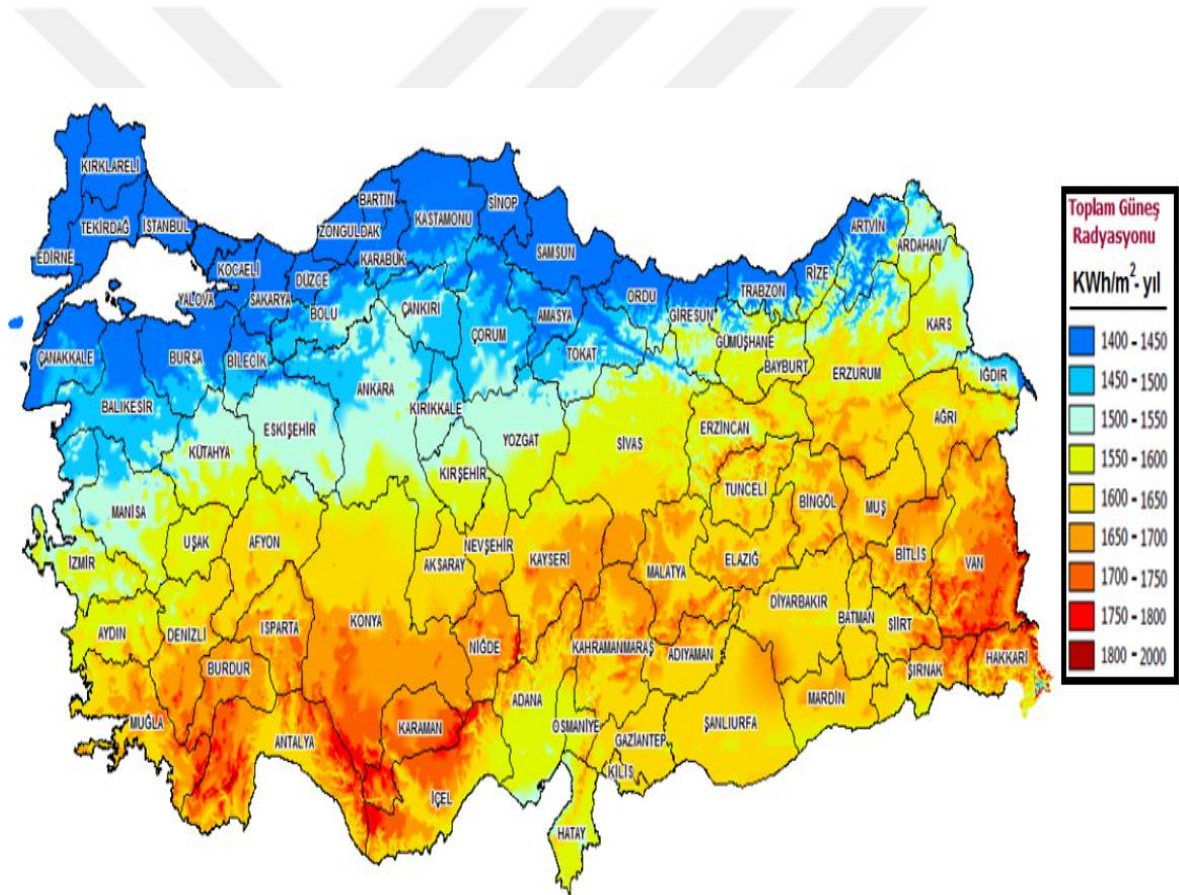
Türkiye, bulunmuş olduğu coğrafi konum itibariyle güneşten oldukça yararlanabilen ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizin güneşten yararlanması, elektrik üretimi konusunda fosil kaynakların bitme tehlikesine karşı bir umut kaynağı olmuştur. Termal amaçlı, bina ısıtma, seracılık gibi alanlarda kullanımını artırmaya devam eden güneş enerjisi sayesinde artık elektrik elde etme de yaşanan sorunlar çözülmeye başlanmıştır. Fakat güneşten daha fazla yararlanılması için teknolojinin daha fazla kullanılması ve önemli yatırımların yapılması gerekir.

Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça şanslı bir ülkedir. Ülkemizde 1966-1982 yılları arasında Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan güneşlenme süresinden yararlanılarak yapılan çalışmaya göre; ülkemizde güneş enerjisi alan en fazla bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi, sonrasında Akdeniz, Doğu Anadolu, iç Anadolu Bölgesi gelmektedir. Güneşlenme süresinin en az olduğu bölge de Karadeniz Bölgesi olduğu tespit edilmiştir (Kavcıoğlu 2019: 218).

Güneş, insanlık tarihi boyunca ısınma amaçlı olarak kullanılmıştır. Güneşten yararlanma oranının diğer kaynaklara göre daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Isınma amaçlı kullanılan güneş, teknolojinin gelişmesiyle birlikte elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle fosil kaynakların tükenme sorununa karşılık geliştirilen yöntemler arasında yer alan güneş enerjisi, günümüzde yaygın bir kullanıma sahip olmuştur. Türkiye’de de güneş enerjisinin kullanımı yaygın olduğundan ülke geneli güneş enerjisinden yaygın bir şekilde yararlanılmaktadır. Fakat yapılan araştırmalara göre güneşten en az Karadeniz Bölgesi yararlanmaktadır. Bunun nedeni, Karadeniz Bölgesi’nin diğer bölgelere oranla daha fazla yağış almasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 2.3. Türkiye’nin Güneş Radyasyonu Haritası



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Yukarıda verilen haritada görüldüğü üzere Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2741,07 saattir. Yıllık ışınlam değeri de 1527,46 kWh/m² olarak hesaplanmıştır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin enerji yatırımlarına en uygun yer olmasını sağlayan yatırıma hazır arazi imkanı ve yatırımlar için uygun altyapısıdır. Konya'da özellikle Karapınar bölgesinde geniş ve tarıma elverişsiz araziler bulunmaktadır. Aynı zamanda Konya Valiliği tarafından bölgede Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi kurulması için gerekli çalışmalar yapılmış ve Bakanlar Kurulu tarafından onaylanarak Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Karapınar'da oluşturulan Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi 59.586.876 m² alana sahiptir. Bölgenin güneş santrali için potansiyel kurulu gücü 4.000 MW olup lisanslı üreticilerin bağlantı yapacakları Trafo Merkezi sahanın sınırındadır. Bölgede yapılacak yatırımlar senelik olarak 1 m² 'lik alanda 60 KWh/ yıl ile 90 KWh / yıl arasında enerji üretebileceklerdir (<http://www.konyadayatirim.gov.tr/> 05 Haziran 2021).

Ülkemizde güneş enerjisinden yararlanılarak elektrik üretimi yapılmaktadır. Geçmiş yıllara bakıldığında günümüzde daha fazla enerji gücünün kurulu olduğunu söyleyebiliriz. Bunun nedeni, teknolojinin gelişmesi ve ekonominin canlanmasından kaynaklanmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanma fırsatı sayesinde fosil kaynakların tüketiminde de kısıtlamaların olacağını söyleyerek gelecek yıllara kalan fosil kaynakların ömrü uzamaya başlayacaktır.

Tablo 2.1. I Sayılı Cetvel

I Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun Hükmüdür).	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cen/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Kaynak: Yılmaz ve Öziç, 2018: 528.

Tablo 2.1.'de yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gösterilmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere, en önemli kaynaklar arasında güneş enerjisinin yer aldığını söyleyebiliriz. Bu doğrultuda tükenmez enerji kaynakları arasında en fazla üretim tesisine sahip olan kaynak, güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin üretim tesisinin fazla olması, ülkemizin bulunduğu coğrafi konumdan kaynaklanmaktadır.

Üretim tesisleri konusunda gelişen teknolojinin olanaklarından yararlanmak oldukça önemlidir. Ekonominin gelişmesine yardımcı olan ve dışa bağımlılığı azaltan tükenmez enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması gerekir. Bu doğrultuda ülkemizde de diğer enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması gerektiği gibi güneş enerjisi kullanımının da yaygınlaştırılması gerekir.

Dünyanın önemli kaynakları arasında bulunan güneş enerjisi, temiz ve çevreye zarar vermeyen bir enerji kaynağı olduğundan ısıtma ve elektrik ihtiyacını karşılamada temel kaynaklar arasında yer almaktadır. Güneş enerjisi tükenmeyen, problemsiz çalışan, kolay işletilebilen, modüler olan bir enerji kaynağı olduğundan önemini her geçen gün artırmaktadır (Ürün ve Soyu, 2016:36).

Çevreye zarar vermeyen bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kurulum oranı günden güne artmaktadır. Kolay işletilebilir özelliği sayesinde kurulan güneş enerjisi, uzun yıllar boyunca sorunsuz bir şekilde çalışabilen kaynaklar arasında yer almaktadır. Güneş enerjisinden daha fazla yararlanılması demek enerji konusunda gelecek yılları garanti altına almak demektir.

Ülkemizde güneş enerjisinden yıllık yararlanma imkanının yüksek olması, güneş enerjisinin tarım, hizmet, hayvancılık gibi birçok farklı alanlarda kullanılmasını sağlamıştır. Kısacası güneş enerjisi ekonomik, çevreci, temiz, yenilenebilir gibi birçok özelliğe sahip olduğundan günümüzde sıkça kullanılan ve sadece ülkemizde değil dünya genelinde önemli enerji kaynakları arasında bulunmaktadır.

3.4.3. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu

Rüzgar enerjisi, yenilenebilir kaynaklar arasında yer almaktadır. Fosil kaynaklara alternatif bir yöntem olarak kullanılan rüzgar enerjisi, günümüzde hak ettiği değeri görmeye başlamıştır. Fakat tam olarak yararlanıldığını söyleyemeyiz. Rüzgar enerjisinden yararlanılması, elektrik üretimi ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca kendi kendini yenileyemeyen rüzgar enerjisi elektrik konusunda geleceğin teminatı kaynaklar arasında yer almıştır.

Doğal bir kaynak olan rüzgar enerjisi, oldukça temiz ve sonsuz bir kaynaktır. Güneş tarafından dünyaya gönderilen enerjinin %2’lik bir kısmı rüzgar enerjisine çevrilmektedir. Enerjinin rüzgara dönüşmesi, türbin teknolojisi sayesinde elektrik ihtiyacının karşılanmasını sağlamaktadır (Kavcıoğlu, 2019: 219).

Rüzgar enerjisi, dünya genelinde sıkça kullanılan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Teknolojinin gelişmemesi, rüzgar enerjisinin yeterli derecede kullanımını engeller. Bu yüzden günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler sayesinde artık rüzgar enerjisinden yararlanılarak elektrik üretimi yapılabilmektedir. Rüzgar, gelişen teknolojiyle birlikte kullanılan türbin teknolojisiyle elektrik enerjisinin daha fazla elde edilmesini sağlamaktadır.

Tükenmeyen kaynaklar arasında yerini alan rüzgâr enerjisine olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Kurulan türbinler doğrultusunda enerji ihtiyacı karşılanarak fosil kaynakların tükenme ömrü uzatılmaktadır. Fosil kaynaklar için alternatif bir yöntem olan rüzgâr enerjisi, fosil kaynaklara oranla daha çevreci ve temiz bir kaynak olmuştur. Tamamen doğal bir kaynak olan rüzgâr enerjisi sayesinde her ülkede olduğu gibi Türkiye'de de rüzgâr enerjisine yönelik yatırımlar artmaktadır.

Rüzgar enerjisi, kaynağını güneşten aldığı için güneş enerjisine sahip olan ülkeler aynı zamanda rüzgar enerjisi açısından da zengindir. Rüzgar enerjisi bakımından zengin olan ülkeler arasında Türkiye yer almaktadır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi, enerji sektöründeki fiyat dalgalanmaları gibi nedenler rüzgar enerjisine ihtiyacı artırdığı gibi Türkiye'de de önemini arttırmaya başlamıştır. Türkiye'de rüzgar enerjisinin potansiyelinin belirlenmesi coğrafi alanların keşfi, yeni santral kurulacak yatırımlara rehberlik edilmesi için öncelikle EİE (Elektrik İşleri Etüt İdaresi, DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri) ve özel sektör tarafından Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) oluşturulmuştur (Ağaçbiçer, 2010, 123).

Geçmiş yıllarda yaşanan krizler nedeniyle enerji sektörüne olan ihtiyaç zaman içerisinde artmaya başlamıştır. Özellikle geçmişte enerji sektöründe yaşanan fiyat dalgalanmaları sonucu rüzgar enerjisi önemini artırmıştır. Rüzgar enerjisi açısından zengin olan Türkiye'de de son yıllarda rüzgar enerjisi önemini korumuştur. Rüzgar enerjisinin daha fazla kullanılması ve elektrik ihtiyacının karşılanması için farklı projeler uygulanmış, yatırımlar yapılmaya başlanmıştır. Fakat günümüzde her ne kadar teknoloji gelişmiş olsa da yatırımların yetersiz olması sebebiyle rüzgar enerjisinden yeteri düzeyde yararlanılamamıştır.

Çevrime uğramış güneş enerjisi şeklinde tanımlanan rüzgâr enerjisi, dünya yüzeyinin farklı sıcaklıkta olmasına ve basınç farklılıklarının oluşmasına yol açar. Atmosferde serbest halde bulunan ve oldukça bol olan rüzgar kararlı, güvenilir ve yenilenebilir bir kaynaktır. Bu yüzden rüzgâr doğası gereği kinetik enerji barındırmaktadır. Rüzgar enerjisinin kullanılmasıyla birlikte ekonomik olarak yararlanma ortaya çıkmıştır. Rüzgar enerjisinden ekonomik açıdan yararlanmak için rüzgarın yönünün, hızının belirli seviyelerde olması gerekir. Temiz bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi Türkiye açısından da oldukça önemlidir (Ersoy, 1997: 48).

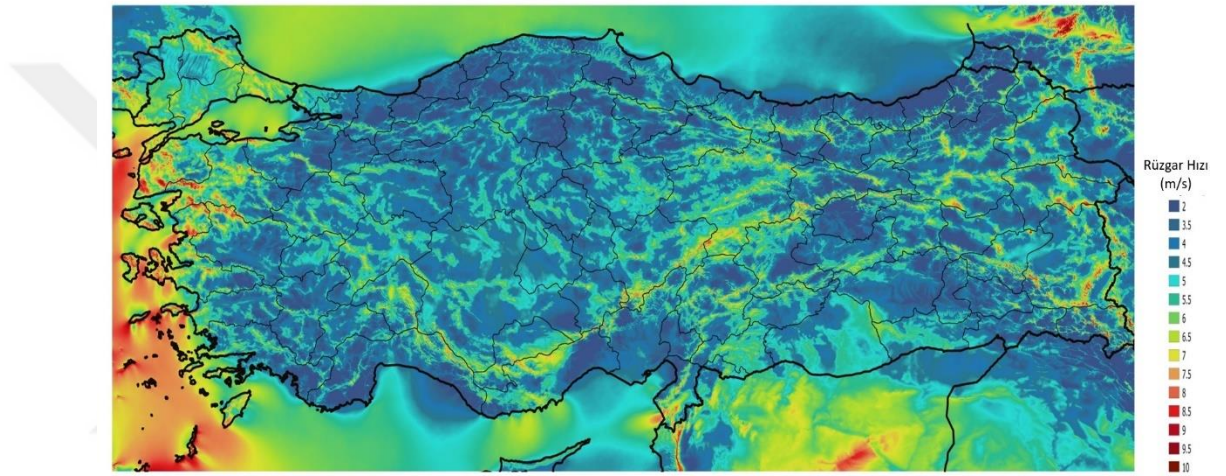
Buğday öğütme su pompalama gibi farklı amaçlar için yıllar boyunca kullanılan rüzgar enerjisi, elektrik üretimi ve akülerin şarj edilerek depolanması için de kullanılan bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisi güneş, radyasyonlarının yüzeyi farklı ısıtmasından dolayı kaynaklanan bir kaynaktır. Yüzeyin farklı ısınması hava sıcaklığının, nemin ve basıncın farklı olmasına, böylece havanın hareketine yol açar. Yani güneş ışınları var olduğu sürece rüzgar da olacaktır. Rüzgar enerjisi kirletici, içermediğinden, bir çok yerde mevcut bir şekilde bulunmaktadır. Ayrıca rüzgar türbinleri sayesinde üretilen elektriğin maliyeti düşer ve daha verimli hale gelir. 1980 yılından itibaren bu zamana kadar kontrol, dizayn, malzeme ile desteklenen rüzgar türbinleri ekonomik olarak rekabetçi bir ortamın oluşmasına yol açmıştır (Önal ve Yarbay, 2010: 83-84).

Rüzgardan yararlanma imkanı yüzyıllar boyunca kendini göstermiştir. Farklı amaçlar doğrultusunda kullanılan rüzgar, kendi kendini yenileyebilen bir enerji kaynağı olduğundan ve içerisinde kirletici madde bulunmadığından dolayı, günümüzde geçmişe oranla daha fazla kullanılan enerji kaynakları arasında yer almıştır. Sanayileşmeyle birlikte fosil kaynak kullanımının artması doğrultusunda gelecek yıllarda enerji sorununun ortaya çıkabileceği göz önüne alınarak rüzgar enerjisine verilen önem artmıştır.

Günümüzde rüzgar enerjisinin kullanılması sayesinde artık farklı yerlerde enerji üretimi sağlanabilmektedir. Özellikle güneşin olduğu yerde rüzgar da varlığını koruduğundan ve Türkiye'de rüzgar enerjisi bakımından zengin bir ülke olduğundan dolayı fosil kaynak yerine rüzgar kullanılarak enerji elde edilmektedir. Bunun

yanında rüzgar, ekonominin de canlanmasını sağlar. Böylece rekabetin oluşmasına neden olan rüzgar, enerji konusunda dışa olan bağımlılığın da azalmasına yardımcı olur.

Şekil 2.4. Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı Dağılımı (m/s)



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye rüzgar bakımından zengin bir ülke olduğundan, yıllık ortalama bağlamında farklı rüzgar hız dağılımına sahiptir. Şekil 2.4'den de anlaşılacağı gibi Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası tarafından hazırlanan bilgiler doğrultusunda rüzgar enerjisinin ortalama hızının bulunulan bölgeye göre değiştiğini söyleriz.

Fosil kaynaklara yönelik alternatif bir yöntem olan rüzgar enerjisi, Türkiye'de de yaygınlaşmaktadır. Bu yüzden ülkemizde kurulu olan rüzgâr enerjisi sayesinde farklı enerji miktarı elde edilmektedir. Ayrıca elektrik tüketimine karşı rüzgar enerjisinin daha fazla kullanılması amaçlanarak önümüzdeki yıllarda da rüzgar enerjisinin diğer elektrik enerjisi tüketimindeki payının artırılması hedeflenmektedir.

Böylece ülkemizde rüzgar enerjisinin kullanımını arttırmak ve geleceğe yönelik yatırımlar yapmak amacıyla farklı bölgeler türbinler kurulmaya devam edilmektedir.

Tablo 2.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Kullanımının Geleceği İle İlgili Tahmin Değerleri

Yıllar	Kurulu Rüzgar Enerjisi Gücü MW	Ortalama Rüzgar Enerjisi Üretimi (Milyon Kwh)	Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketimi (Milyar Kwh)	Tüm Elektrik Enerjisi Tüketimindeki Payı (%)
2000	300	675	135	0,5
2005	1359	3058	200	1,53
2010	2979	6703	290	2,31
2015	5142	11570	398	2,91
2020	7849	17660	547	3,23
2023	9733	21900	639	3,43
2025	11200	25200	710	3,55

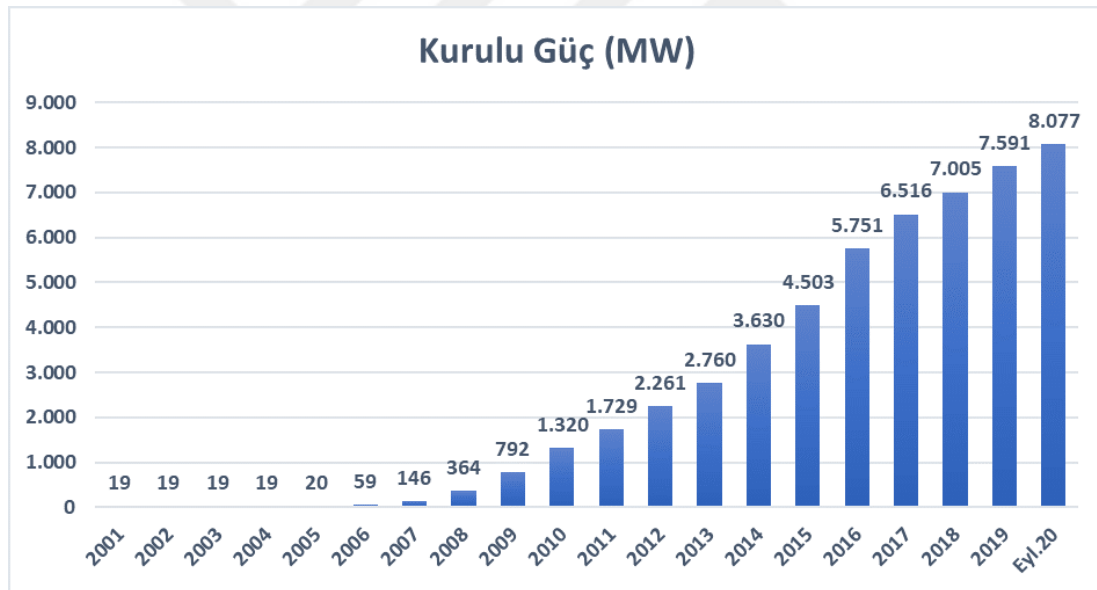
Kaynak: Gençoğlu, 2002.

Tablo 2.2’de Türkiye’de rüzgâr enerjisi kullanımının geleceği ile ilgili tahmin değerlerini içermektedir. 2000 yılından 2025 yılına gelinene kadar kurulu rüzgar enerjisi gücünün artacağı belirtilmiştir. Ayrıca ortalama rüzgar elektriği üretiminin artarak Türkiye’de elektrik enerjisi tüketiminin üretimden daha az olacağını göstermektedir. Böylece diğer elektrik enerjisi tüketiminde rüzgar enerjisinin payı

2025 yılına kadar artacaktır. Bu durum ekonomik açıdan ülkemizin gelişmesini ve rekabet ortamının canlanmasını sağlayacaktır. Ayrıca elektrik konusunda dışa olan bağımlılık uygulanan projeler, yapılan teşvikler, istenilen hedeflere ulaşılması gibi etkenler sayesinde azalacaktır.

Rüzgar enerjisinin kullanımına yönelik yapılan tahminler ve hedeflere ulaşılması noktasında hem devlet hem de özel sektör tarafından teşviklerin yeterli düzeyde yapılması gerekir. Bu durum ekonomiye bağlı olduğundan dolayı ekonominin canlanması rüzgar enerjisi kurulumuna yönelik projelerin artmasını sağlayacaktır. Ülkemizde gelişen teknoloji sayesinde rüzgar enerjisinin geleceğine yönelik yapılan tahminlerin ekonomiyle birlikte gerçekleşeceğini söylenebilir.

Şekil 2.5. Rüzgar Enerjisine Dayalı Güç Gelişimi



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Yukarıda verilen şekil, Türkiye’de 2020 yılına gelinene kadar rüzgâr enerjisindeki kurulu gücü göstermektedir. Bu doğrultuda her geçen yıl kurulu gücün arttığı görülmektedir. 2020 yılında da kurulu güç 8.077 olduğundan 2001 yılına oranla arada ciddi bir fark oluşarak günümüzde rüzgar enerjisi daha seri bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum teknolojik imkanların ve ekonominin yeterli düzeye gelmesiyle olanaklı hale gelmiştir. Kısacası, rüzgar bakımından bol kaynağa

sahip olan ülkemiz, kendi elektrik ihtiyacını karşılamak ve enerji üretimi konusunda bağımlılıktan kurtulmak için, her imkanı kullanarak rüzgardan enerji sağlamaktadır.

3.4.4. Türkiye’de Jeotermal Enerji Durumu

Yerkabuğunun derinliklerinde bulunan ve soğumamış magmadan ısının ortaya çıkmasıyla oluşan enerji çeşidine jeotermal enerji denir. Jeotermal enerji, nükleer santrale ve kömür gibi ilk yatırım maliyeti yüksek olan bir yatırımdır. Sağlıkta, elektrik üretiminde, günlük yaşamda ve daha birçok yerde kullanılan jeotermal enerji, ekonomik olarak ilk defa 1900’lü yıllarda İtalya’da geliştirilmiştir. Ülkemizde de Çanakkale, Denizli, Manisa, Aydın gibi illerde yoğun bir jeotermal enerji potansiyeli bulunmaktadır (Bekar, 2020: 44).

Dünya genelinde yaşanan gelişmelere paralel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına da verilen önem artmaya devam etmektedir. İnsanların hayatını kolaylaştıran ve farklı alanlarda kullanılarak elektrik ihtiyacının karşılanmasını sağlayan yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerji yer almaktadır. Jeotermal enerji, yerkabuğunda bulunmaktadır.

Magmanın soğumamış kütesinden çıkan jeotermal enerji, ısı amaçlı kullanım sağlamaktadır. Fakat ilk yatırım maliyeti nükleer santralleri gibi oldukça yüksektir. Elektrik üretmede, günlük yaşamda, otellerde, sağlıkta kısacası hemen hemen her alanda kullanılan jeotermal enerji, kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte ekonomik açıdan da kullanılmaya başlanmıştır. Böylece her ülke sahip olduğu jeotermal enerji potansiyelinden ekonomik amaçlı yararlanarak ülke ekonomisini canlandırmaktadır.

Jeotermal enerji, yerküre ısısı şeklinde de tanımlanmaktadır. Enerji kaynakları arasında kendini kanıtlayana jeotermal enerji ucuz, temiz, yenilebilir bir kaynaktır. Jeotermal enerji, sıcak su temin etmede, ısıtmada, CO₂, ısı pompalarında, elektrik üretmede, endüstriyel alanlarda ve daha birçok yerde yararlanılan bir kaynaktır (Önal ve Yarbay, 2010: 87).

Jeotermal enerjinin kullanım alanını geniş olması sebebiyle, jeotermal enerji her geçen gün önemini korumaktadır. Balıkçılıkta, endüstride, alan ısıtmada,

seralarda ve daha birçok yerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Jeotermal kaynakların kullanımına geçmiş yıllara bakıldığında günümüze doğru gelinene kadar kaynak kullanımını artırmak için, teknolojinin imkanlarından yararlanılmakta ve gerekli yatırımlar yapılarak jeotermal enerjiye olan teşvik artırılmaktadır.

Jeotermal enerji, ekonomik verimliliği kanıtlanan kaynaklar arasında yer almaktadır. Dışa bağımlılığın azaltılması konusunda ideal bir yöntem olan jeotermal enerji, döviz tasarrufunun sağlanmasını, istihdamın oluşmasını sağlar. Jeotermal enerji kaynakları çeşitliliğine göre dört gruba ayrılır: Sıcak sıvı ağırlıklı jeotermal kaynaklar, buhar ağırlıklı jeotermal kaynaklar, yüksek basınç altında bulunan jeotermal kaynaklar ve sıcak kuru kayaçlardır. Günümüzde önemini koruyan teknoloji sayesinde çeşitlilik gösteren jeotermal kaynakların her çeşidinden yararlanılmaktadır (Ağaçbiçer, 2010: 68).

Teknoloji, insan hayatını değiştirdiği gibi farklı kaynakların kullanılmasını da sağlayarak ihtiyaçları karşılamıştır. Günümüz ihtiyaçları arasında elektrik, ısınma gibi ihtiyaçlar yer almaktadır. Fosil kaynakların kullanımını azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılmaya çalışılmaktadır. Bu doğrultuda teknolojiyle birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı geçmişe oranla daha yaygın hale gelmiştir.

Tükenmeyen bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji de farklı alanlarda kullanılmaktadır. Kendi içerisinde farklı gruplara ayrılan jeotermal enerjinin teknolojik imkanlar sayesinde hemen hemen her çeşidinden yararlanılarak ihtiyaçlar karşılanmaktadır. Özellikle ticari amaçlı olarak kullanılan jeotermal enerjinin önemi her geçen gün artmaktadır. Böylece birçok ülke sahip olduğu jeotermal enerji sayesinde kendi enerji ihtiyacını karşılayabilmektedir.

Türkiye, jeotermal enerji kaynakları konusunda zengin bir konumda yer almaktadır. Bu yüzden geçmişe oranla günümüzde Türkiye’de jeotermal enerji kaynakları daha fazla kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin kullanım oranı arttıkça dışa olan bağımlılık azalmaktadır. Ayrıca jeotermal enerji kaynakları sayesinde istihdam olanağı olduğundan, işsizlik sorununa çok olmasa dahi çözüm

bulunmuştur. Ayrıca temiz bir kaynak olan bu enerji kaynağı sayesinde çevreye de zarar verilmemektedir.

Tablo 2.3. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Yerleri

<u>Sıcaklık(C°)</u>	<u>Kullanım Alanları</u>
180	Yüksek konsantrasyonlu solüsyonları buharlaştırılması, elektrik üretimi
170	Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfid eldesi
160	Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı
150	Bayer's metodu ile alüminyum eldesi
140	Konservecilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması
130	Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi
120	Distilasyonla temiz su elde edilmesi
110	Çimento kurutmacılığı
100	Organik maddeleri kurutma, yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma (stok balık)
80	Yer ve sera ısıtmacılığı
70	Soğutma (alt sıcaklık limiti)
60	Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı
50	Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma
20	Balık çiftlikleri

Kaynak: Ağaçbiçer, 2010: 69.

Tablo 2.3'de , jeotermal enerjinin farklı ısıya sahip olmaları doğrultusunda farklı kullanım alanlarına sahip olduklarını göstermektedir. Bu durumda jeotermal enerji buharlaşma, kurutma, konserveci alanında, tuz elde etmede, çimento kurutmada, soğutma ve ısıtmada, mantar yetiştirmede, kent ısıtması, yüzme havuzları gibi daha birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Kullanım alanlarının yaygınlaşması sayesinde jeotermal enerjiye yapılan yatırımların artması hedeflenmektedir. Türkiye’de gelecek yıllara yönelik yatırımlar yapmak ve elektrik enerjisi üretiminde bağıllığı azaltmak amacıyla projeler uygulanmaya devam edilmektedir. Yukarıda verilen tabloda 180° ile 20° aralığında olan her bir jeotermal enerji ısısı, farklı alanlarda kullanılarak birçok ihtiyacın karşılanması sağlanmaktadır.

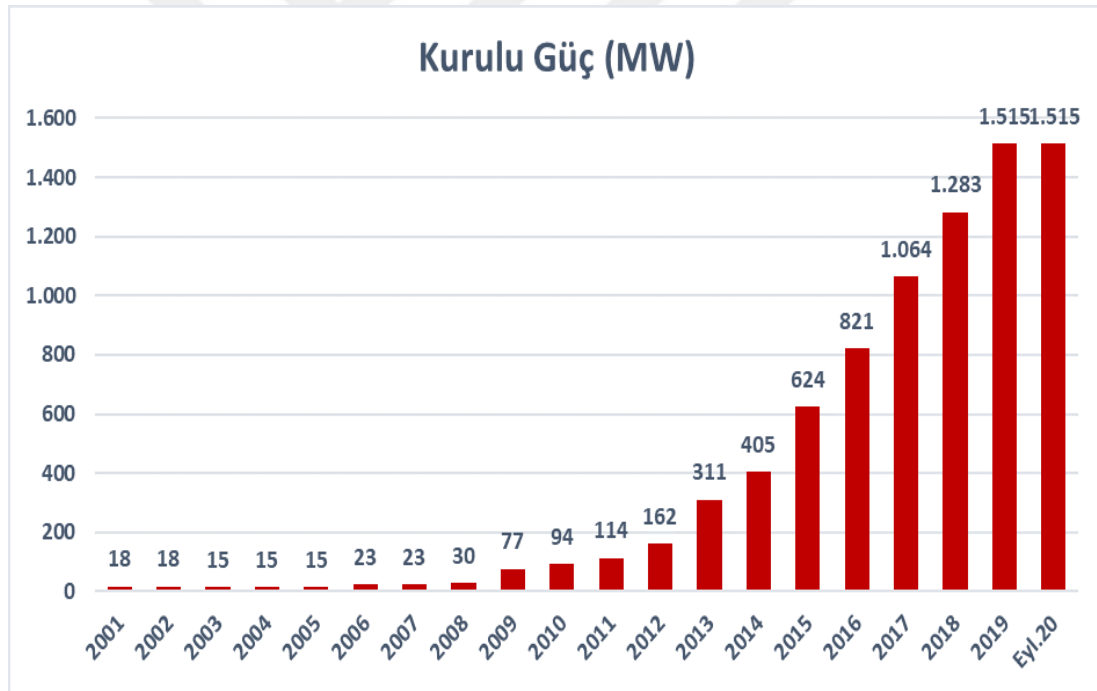
Tablo 2.4. Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyelinde Bölgesel Isıtma Uygulamaları

Bölge	Konut Sayısı	İşletme Tarihi	Su Sıcaklığı (°C)	Isı Kapasitesi (MWt)	Mesafe (km)
Afyonkarahisar	25600	1996	95	127.5	15
Afyonkarahisar-Sandıklı	17000	1998	75	119	10
Ağrı - Diyadin	570	1999	70	62	5
Ankara - Kızılcahamam	2100	1995	70	28	2
Balıkesir - Bigadiç	1500	2005	96	7	18
Balıkesir - Edremit	5150	2003	60	39	4
Balıkesir - Gönen	3400	1987	80	19	2
Balıkesir - Güre	1400	2006	70	-	-
Balıkesir - Sındırgı	2500	2014	98	24	12
Denizli - Sarayköy	5000	2002	95	19	10
İzmir Balçova ve Narlıdere	37500	1996	140	243	3
İzmir - Bergama	450	2009	70	3	8
İzmir - Dikili	1500	2009	125	19	10
Kırşehir	1800	1994	57	20	1
Kütahya - Simav	17500	1991	125	110	5
Manisa - Salihli	9000	2002	94	57	6
Nevşehir - Kozaklı	3000	1996	90	34	2
Yozgat – Sorgun	2100	2008	80	19	2

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Tablo 2.4'te de görüldüğü gibi, Türkiye jeotermal enerji konusunda zengin bir bölge durumundadır. Bu doğrultuda ülkemizde farklı bölgelerde ısıtma amaçlı jeotermal enerji kullanılmaktadır. Bölgesel bazda uygulanan ısıtma projeleri sayesinde jeotermal kaynaklar değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Jeotermal enerji potansiyelinin yüksek olduğu yerleşim yerlerinde konutlar için ısıtma ihtiyacı karşılanmaktadır. Konut sayısı en fazla olan İzmir Balçova ve Narlıdere bölgelerinde ısı kapasitesi 243 MWt ile diğer bölgelere oranla en fazla kapasiteye sahiptir. En az konut sayısına sahip bölge de İzmir-Bergama olup ısı kapasitesi 3 olarak görülmektedir. Aynı şekilde diğer şehirlere de bakıldığında ısı kapasitesi farklılık göstermektedir.

Şekil 3. Türkiye’de Jeotermal Enerjiye Dayalı Kurulu Güç Değişimi



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye’de bulunan jeotermal kaynaklar yalnızca ısıtma amaçlı kullanılmayıp elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Şekil 3’te ülkemizde kurulu olan güçlerin yıllara göre değişimini göstermektedir. 2001 ile 2020 arasındaki kurulu güce bakıldığında arada ciddi değişimlerin olduğu görülmektedir. Bunun nedeni,

teknolojinin gelişmesi, yatırımın artması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Kısacası jeotermal enerji, ülkemiz enerji ihtiyacı için vazgeçilmez bir öneme sahip olmuştur. Dışa bağımlılığın azaltılması, yerli enerji üretiminden yararlanılması için jeotermal enerjiye şimdikinden daha fazla önem verilerek kaynak kullanımının artırılması gerekir.

3.4.5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Durumu

Biyokütle bitki ve hayvan artıkları, orman ürünleri, besin, kentsel atıklar gibi atıkları içeren organik maddelere verilen isidir. 100 yıllık bir periyottan kısa sürede yenilenebilen biyokütle, yenilenebilir enerji kaynağı için önemli bir kaynaktır. Türkiye’de biyokütle enerjisinin gelişmesi için, öncelikle enerji bitkileriyle yakma teknolojisinin, hibrit üretiminin geliştirilmesi konularının çözümlenmesi gerekir. Biyokütle, büyük bir potansiyele sahip olup ekonomik ve ekolojik avantajlara sahiptir. Çöplerden enerji kaynağı üretilmesi için yararlanılabilir. Ülkemizde Mersin, Ankara-Mamak, Bursa ve daha birçok bölgelerde çöp santralleriyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Gençoğlu, 2002).

Biyokütle, geçmiş bir birikime sahip olup enerji üretimi için ideal kaynaklar arasında yer almaktadır. Yenilenebilir bir kaynak olan biyokütle, ekonomik olduğundan birçok avantaja sahiptir. Günümüzde küreselleşme sürecinin yaşanmasıyla birlikte sorun haline gelen çöpler, çevre tehlikesinin yaşanmasına neden olduğundan yaşanan sorunu azaltmak amacıyla çöplerden enerji üretilmeye çalışılmaktadır.

Atıklardan yararlanılarak enerji elde etmek için kullanılan biyokütle enerjisi sayesinde hem enerji üretiminin artırılması çalışılmakta hem de çevre kirliliğinin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeler atıklardan yararlanmak amacıyla çöp santralleri kurma noktasında projeler yürütmeye başlamıştır. Ülkemizde de atıkların çevreye vermiş olduğu zararları azaltmak ve çöplerden daha fazla enerji üretmek amacıyla çalışmalar sürdürülerek enerji üretimi konusunda sürdürülebilirliğin sağlanması amaçlanmaktadır.

Biyokütle, farklı bitki ve hayvan atıklarından proses kullanılarak üretilen sıvı yakıtlara denir. Yakıtlar iki şekilde üretilmektedir: Biyoetanol ve biyodizel. Biyoetanol, şeker fermantasyonu biyodizel ise bitkisel ve hayvansal yağların kimyasal proses sonucu meydana gelir. Gelişmiş ülkelerde biyokütle yakıtlarının kullanımı sürdürülebilir kaynaklar niteliğinde olup gelişmiş ülkelerde yakıtlar ulaşım, nakliyat gibi alanlarda kullanılır (Yıldırım ve Nuri, 2018: 127).

Biyokütle enerjisinin fosil kaynaklara alternatif bir yöntem olarak kullanılması sayesinde enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Böylece gelecekte enerji sorununun yaşanmaması için, biyokütle enerjisinin kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Şehirlerde biriken çöplerin enerji amaçlı kullanılması sayesinde hem ekonomik açıdan hem de çevre kirliliğini azaltma açısından biyokütle önemli yenilenebilir kaynaklar arasında yer almaktadır.

Biyokütle kaynakları atık, bitkisel ve hayvansal olmak üzere üçe ayrılır: Bitkisel, hayvansal ve atık kaynaklı biyokütle kaynakları arasında:

- Kanola, ayçiçek gibi bitkiler,
- Patates, şeker pancarı gibi nişasta, şeker içeren bitkiler,
- Keten kenevir bitkileri,
- Büyükbaş, küçükbaş gibi hayvanların dışkılarından elde edilen kaynaklar,
- Mezbahanelerden kaynaklı atıklar,
- Organik çöpler,
- Evsel, endüstriyel atıklar yer almaktadır (Kaya, 2018: 61).

Yukarıda verilen her bir madde biyokütle kaynakları arasında yer almaktadır. Bitkisel, hayvansal ve atık kaynaklı olan biyokütle kaynaklarından enerjinin elde edilmesi ülkelerin gelecek enerji ihtiyacı konusunda rahatlamasını sağlayan kaynaklar arasında yer almaktadır. Ülkemizde de şehirlerde yaşanan atıklar konusunda da projeler uygulanmaya devam edildiği için, enerji konusunda sürdürülebilirlik sağlanmaya çalışılmaktadır.

Tarım, hayvan, bitki, orman, ağaçların işlenmesiyle oluşan artıklar ve daha birçok artıklar yeniden değerlendirilmek için enerjiye dönüştürülmektedir. Ülkemizde son yıllarda yaşanan ciddi değişimler sayesinde biyokütle enerjisi geçmiş yıllara oranla daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle teknolojinin gelişmesine paralel olarak daha modern yöntemlerin kullanılması, biyokütleden daha fazla enerji elde edebilme oranını artırmıştır.

Tablo 2.5. Türkiye’de Geçmişte, Günümüzde ve Gelecekte Planlanan Biyokütle Enerji Üretimi (TEP)

YILLAR	KLASİK BİYOKÜTLE	MODERN BİYOKÜTLE	TOPLAM
1999	7012	5	7017
2000	6965	17	6982
2005	6494	766	7260
2010	5754	1660	7414
2015	4790	2530	7320
2020	4000	3520	7520
2025	3345	4465	7810
2030	3310	4895	8205
TOPLAM	34658	17853	52511

Kaynak: Ürün ve Soyu 2016: 40.

Tablo 2.5’te Türkiye’nin dünü, bugünü ve geleceğine yönelik biyokütle enerji tablosu verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere geçmiş yıllarda klasik biyokütleden yararlanma oldukça fazla iken modern biyokütlenin kullanımı yeterince gelişmemiştir. Fakat günümüze doğru gelindiğinde yaşanan teknoloji çağı, ekonomik iyileşme gibi nedenler modern biyokütleye verilen önemi artırmıştır. Bu doğrultuda modern biyokütlenin kullanımı her geçen gün artarken klasik biyokütlenin kullanımı azalmaktadır.

Biyokütle kaynaklarının kullanımı konusunda geleceğe yönelik bakıldığında da aynı şekilde teknoloji, ekonomik durum, altyapı gibi gelişmeler modern biyokütlenin kullanımını artıracaktır. 2020 yılında modern biyokütleden yararlanma 3520 iken 2030 yılında 4895 olacaktır. Bu durum teşviklerin artması, teknolojinin iyi bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Ayrıca modern biyokütle kullanımı arttıkça klasik biyokütle azalmaya başlayacaktır.

Tablo 3. Türkiye'nin Biyokütle Enerji Potansiyeli

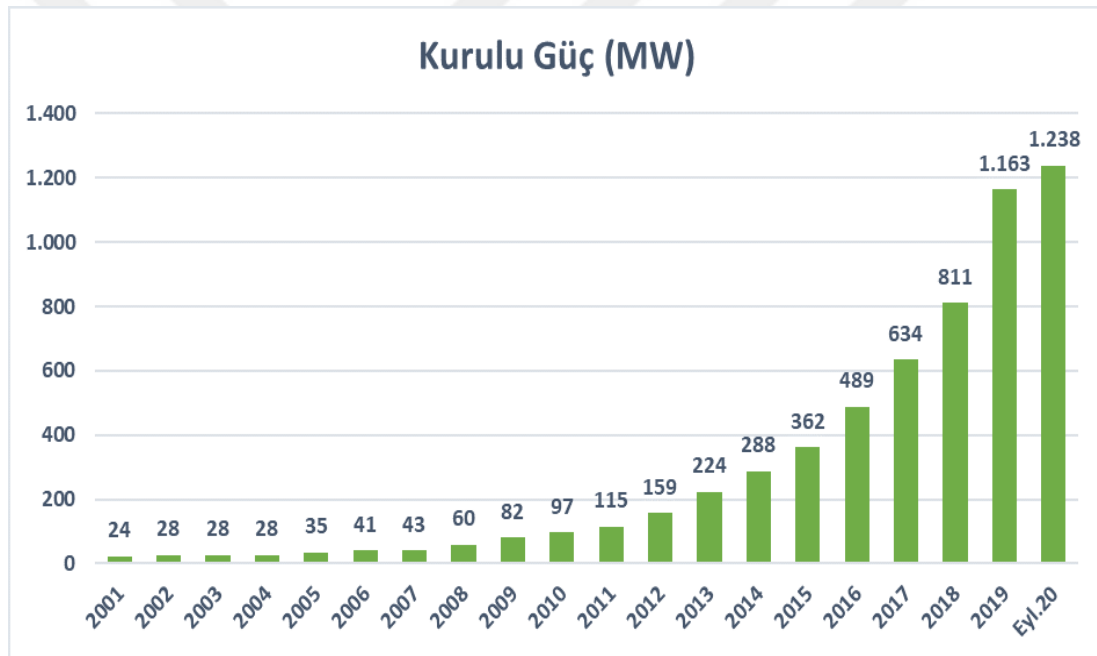
Toplam Hayvan Sayısı	422.832.374 Adet
Hayvansal Atık Miktarı	193.878.079 ton/yıl
Hayvansal Atıkların Enerji Değeri (Teorik)	4.385.371 TEP/yıl
Hayvansal Atıkların Enerji Değeri (Ekonomik)	1.084.506 TEP/yıl
Bitkisel Üretim Miktarı	171.399.002 ton/yıl
Bitkisel Atık Miktarı	62.206.754 ton/yıl
Bitkisel Atıkların Enerji Eşdeğeri (Teorik)	25.384.268 TEP/yıl
Bitkisel Atıkların Enerji Eşdeğeri (Ekonomik)	1.462.159 TEP/yıl
Belediye Katı Atık Miktarı	32.170.975 ton/yıl
Belediye Atıklarının Enerji Değerleri (Teorik)	3.373.011 TEP/yıl
Belediye Atıklarının Enerji Değerleri (Ekonomik)	485.858 TEP/yıl
Orman Atıklarının Enerji Değeri (Ekonomik)	859.899 TEP/yıl
Atıkların Toplam Ekonomik Enerji Eşdeğeri:	3.892.422 TEP/yıl

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Tablo 3'de bitkisel, hayvansal ve atık kaynaklarının toplam ekonomik eşdeğerini göstermektedir. Buna göre ülkemizde oldukça fazla olan biyokütle, enerji üretimi konusunda oldukça önemlidir. Ekonomik açıdan katkı sağlayan ve fosil kaynakların tüketiminin azalmasına yardımcı olan biyokütle enerjisi ile sürdürülen çalışmalar doğrultusunda enerji verimliliğinde dışa olan bağımlılığında azalacağını söyleyebiliriz. Dışa bağımlılığın azalması ve ekonomiye yardımca olunması için teknolojik imkanlardan daha fazla yararlanılması ve biyokütle konusunda gerekli projelerin sürdürülmesi gerekir.

Biyokütle enerjisi, elektrik üretiminde kullanılabilir yaygın kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu yüzden Türkiye’de biyokütle kullanımı yaygınlaştırılarak enerji elde etme oranı artırılmaya çalışılmaktadır. 2000’li yıllardan önce yaşanan bazı olaylar ülke ekonomisini, enerji kullanımını her ne kadar olumsuz etkilese de sonrasında yaşanan gelişmelere ayak uyduran ve engelleri aşmaya başlayan ülkemiz, enerji kaynaklarına yatırım yaparak kendi enerjisini sağlama konusunda kararlılığını sürdürmeye devam etmektedir. Şekil 3.1’de elektrik üretiminde biyokütle enerjisinin yıllara göre kurulu gücü verilmiştir.

Şekil 3.1. Türkiye’de Biyokütle Enerjisine Dayalı Kurulu Güç



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Ülkemizde 2001 yılında biyokütle kullanımı henüz 24 MW değerindedir. Bu durum biyokütle konusunda yeteri kadar çalışmaların sürdürülmediğini göstermektedir. Fakat fosil yakıtların tükenme olasılığı göz önüne alınarak 2020 yılına doğru gelinene dek sürdürülen projelerin sayısında artış yaşanmıştır. Biyokütlenin MW değeri yıllara göre değişmiştir. 2020 yılında da bu değer 1.238 MW olmuştur. Bu durum elektrik elde etmek için biyokütle enerjisinin kullanımının arttığını gösterir.

3.4.6. Türkiye’de Hidrojen Enerjisi Durumu

Fosil enerji kaynaklarına alternatif bir yöntem olan ve doğada zengin bir halde bulunan hidrojen, yenilenebilir bir enerji kaynağı olup enerji amaçlı kullanılan kaynaklar arasında yer almaktadır. İnsanların ihtiyaçlarını karşılayan hidrojen, farklı alanlarda kullanıldığı gibi ticari amaçlı olarak kullanılabilir. Türkiye’de de hidrojen enerjisinin kullanımına önem verilmeye başlanarak enerji üretimi sağlanmaktadır.

Hidrojen, doğada bulunan ve oldukça bol kaynağa sahip bir enerjidir. Bileşikler halinde bulunur. Bileşikler halinde bulunmasından dolayı doğal bir kaynak değildir. Fakat birincil enerji kaynakları ve farklı hammaddelerden üretilir. Bu yüzden geleceğin enerji kaynağı olarak görülür. Hidrojen, fosil bir yakıt içermediği için çevreye zarar vermez. İnsan ihtiyaçlarını karşılayan ve farklı alanlarda kullanılan hidrojenin ticari amaçlı kullanılması için 2010 yılında çalışmalar başlatılmıştır (Ürün ve Soy, 2016: 40).

Çevreci bir enerji kaynağı olması bakımından geleceğin enerji ihtiyacını karşılama da önemli bir hale gelen hidrojen, sadece enerji ihtiyacını karşılamakla kalmayıp ticari amaçla da kullanılmaya başlanmıştır. Hidrojenin ticari amaçla kullanılması, ülke ekonomisinin kalkınmasını sağlayacaktır. Ülkemizde de yapılan çalışmalar doğrultusunda teknolojinin olanaklarından yararlanılarak hidrojenden enerji elde etmek için gerekli projeler uygulanmaya başlanmıştır.

Hidrojenden enerji elde edilmek istenirken yapılan işlemler esnasında su buharı oluşur. Bunun dışında çevreye zarar veren herhangi bir kirletici veya zararlı kimyasal oluşmaz. Farklı yöntemlerle elde edilen hidrojen gazı ayrıca güneş enerjisi, su, dalga, rüzgar, biyokütle gibi yöntemlerle de üretilmektedir. Hidrojenin en önemli özelliği depolanabilir özelliğidir. Sıvı, gaz şeklinde saf bir halde tanklarda depolanabilen hidrojen, fiziksel veya kimyasal şekilde de depolanabilir (Yıldız, 2006: 52).

Türkiye’de Karadeniz tabanında kimyasal şekilde depolanmış olarak bulunan hidrojen yer almaktadır. Karadeniz suyunun %90’ı oksijensiz özelliğe sahiptir.

Ayrıca H₂S bulunmaktadır. Bu doğrultuda Karadeniz'in suyundan hidrojen üretmek için çalışmalar yapılmıştır. Türkiye Cumhuriyeti ile Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü arasında 21 Ekim 2003 tarihinde Birleşmiş Milletler Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi'nin kurulması için Viyana'da anlaşma imzalanmıştır. Bu doğrultuda Kuzey Anadolu'da Karadeniz'de bulunan H₂S'den hidrojenin elde edilmesi hedeflenmiştir (Torunoğlu, Gedik 2015: 90).

Tablo 3.1. Hidrojen Üretiminde Kullanılan Bazı Biyokütle Türleri

Biyokütle Türleri	Temel Dönüşüm Prosesleri
Fındık Kabuğu	Buhar gazlaştırma
Zeytin Küspesi	Piroliz
Çay Atığı	Piroliz
Saman Atıkları	Piroliz
Şehirsal Katı Atıklar	Süperkritik su ekstraksiyonu
Tahıl Atıkları	Süperkritik su ekstraksiyonu
Pulp ve Kağıt Atığı	Mikrobiyal fermantasyon
Petrol Esaslı Plastik Atığı	Süperkritik su ekstraksiyonu
Gübre çamuru	Mikrobiyal fermantasyon

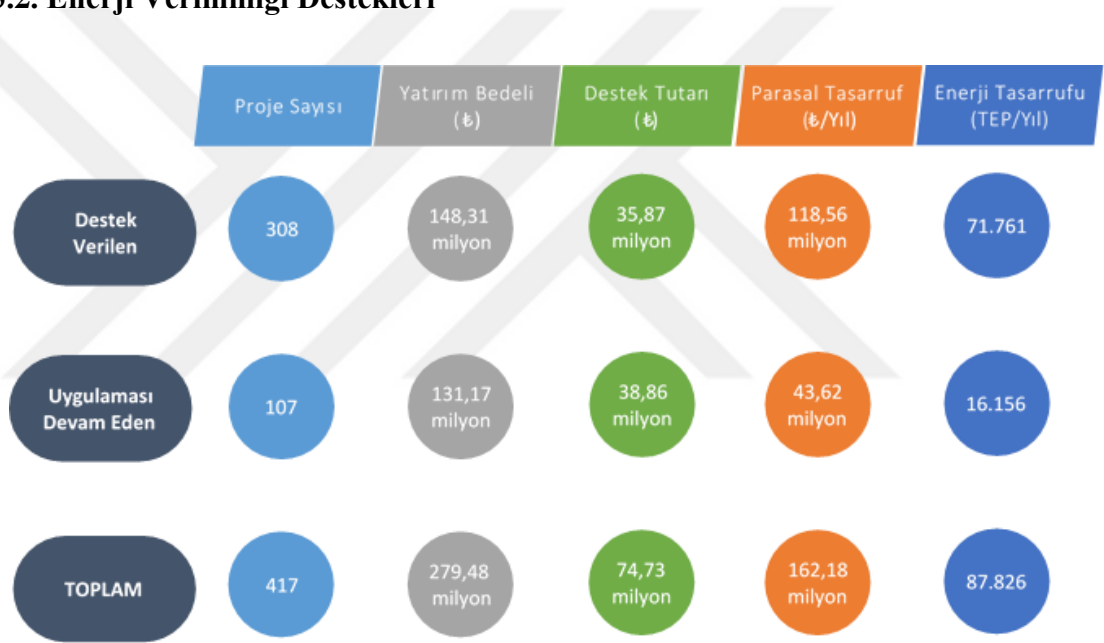
Kaynak: Önal ve Yarbay, 2010: 92.

Tablo 3.1'den hareketle hidrojen üretiminde farklı biyokütle türleri kullanılmıştır. Dünya genelinde farklı çeşitlerde bulunan biyokütle sayesinde artık hidrojen ile enerji elde etmek daha kolay hale gelmiştir. Ülkemizde de her ne kadar yeterli seviyede hidrojenden yararlanılsa da teknolojinin imkanlarından yararlanılarak ve ilgili projeler uygulanarak hidrojenden enerji elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu durum enerji üretimi konusunda Türkiye'nin diğer ülkelere olan bağlılığını artıracaktır. Ayrıca ticari amaçlı da kullanıldığı için, ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır.

3.5 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ VERİMLİLİĞİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması fosil kaynaklara olan ihtiyacı azaltmasını sağlayacaktır. Fosil kaynakların tüketiminin azaltılıp yenilenebilir kaynakların tüketimi arttıkça gelecek yıllara yönelik enerji sorununun ortadan kalkacağını söyleyebiliriz. Bu doğrultuda enerji verimliliğini ve sürdürülebilirliğin sağlanması oldukça önemlidir. Enerji verimliliği sağlandığı süreçte ülkemiz ekonomisi enerji konusunda daha da canlanarak dışa olan bağımlılığı azaltacaktır.

Şekil 3.2. Enerji Verimliliği Destekleri



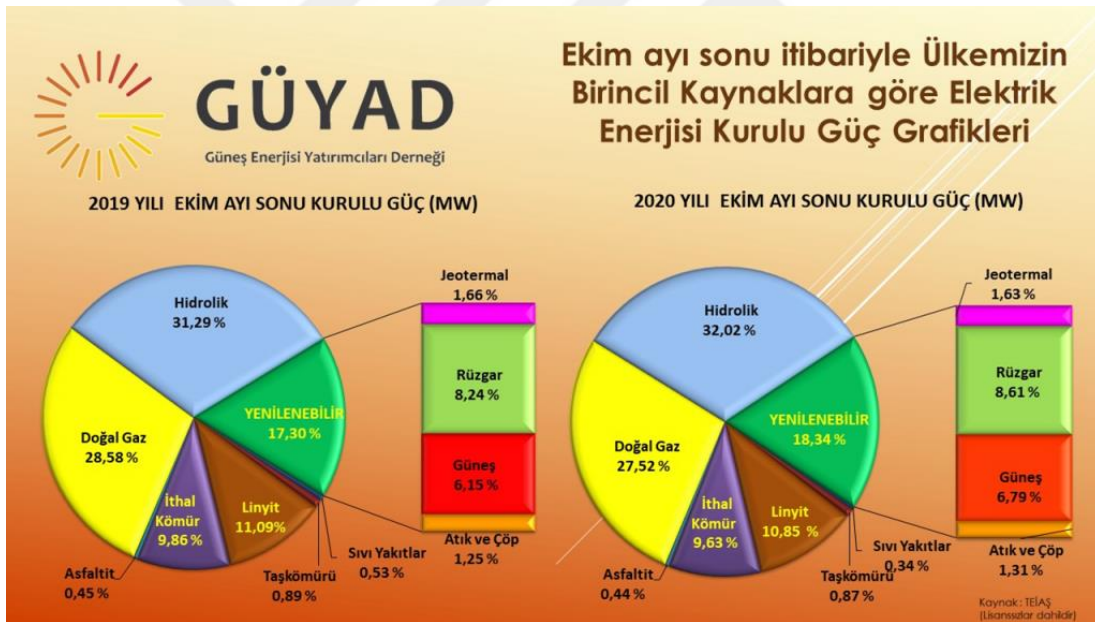
Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (Aralık 2020)

Yukarıda verilen şekil, Türkiye’de enerji verimliliğini artırmak amacıyla sürdürülen çalışmaları göstermektedir. Bu doğrultuda yenilenebilir kaynakların kullanımını artırmak, ekonomiyi canlandırmak, fosil kaynak kullanımını azaltmak amacıyla ciddi yatırımlar yapılarak enerjideki verimlilik sağlanmaya çalışılmaktadır. Gelecek yıllara yönelik yapılan çalışmalar doğrultusunda artık enerji tasarrufunun geçmiş yıllara oranla daha fazla olacağı söylenebilir.

3.6.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE KATKISI

Türkiye, enerji bağımlılığında yüksek bir ülke konumundadır. Kömür, petrol, doğalgaz gibi kaynaklar ithal edilmektedir. Türkiye'nin enerji konusunda dışa olan bağımlılığından kurtulmaz ve yerli kaynakların kullanımına yönelmesi için, yenilenebilir enerji kaynakları hayati önem taşımaktadır. Yerli kaynakların kullanılması, bağımlılığı azaltacağı gibi, temiz enerji için yatırım planlarını da öne çıkarmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye'nin dünyada bulunan on büyük ekonomisi arasında yer almasını istediğinden 2023 hedefi enerjiye dönük olarak düzenlenmişti (Kılıç ve Urgan, 2016: 157).

Şekil 3.3. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim İstatistikleri: Ekim 2020



Kaynak: <https://www.enerjiportali.com/turkiye-elektrik-enerjisi-uretim-istatistikleri-ekim-2020/>

Şekilde Türkiye'nin 2020 Ekim ayı sonunda üretimleri artmıştır. 2019 yılında enerji kaynakları arasında bulunan linyit ve hidrolik enerji kaynaklarının 2020 yılına göre azaldığı görülmektedir. Yenilenebilir kaynakların durumuna bakıldığında da 2020 yılında artış bulmuştur. Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarına her geçen

gün ayrı bir önemin verildiğini göstermektedir. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, fosil kaynakların tüketiminin azalmasına ve yenilenebilir kaynaklar sayesinde ekonominin canlanmasına yol açar. Fakat her durumda fosil kaynakların kullanımı devam etmektedir.

Tablo 3.2. Türkiye’de Yerli Birincil Enerji Üretim Hedefleri (Btep)

ENERJİ TÜRÜ/YIL	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Kömür	16151	19066	28226	28580	36601	40742
Petrol-D.Gaz	3408	2127	1314	877	628	330
Hidrolik	3763	5422	7344	8526	8919	9301
Nükleer	0	0	3657	9143	18286	29200
Jeotermal	432	1380	3760	4860	4860	5400
Güneş	287	716	1458	2514	3882	5564
Rüzgar	58	260	629	995	1519	2167
Deniz Dalga	0	0	10	25	125	175
Biyomas	6963	7057	7158	7268	7381	7479
TOPLAM	31062	36028	53556	62788	82201	100368
Enerji İhtiyacı	91030	124748	175074	233296	317353	407106
Enerji Açığı	59968	88720	121518	170508	235152	306738

Kaynak: Atılgan, 2000: 44.

Tablo 3.2'ye göre 2000 yılından itibaren tüm kaynakların toplamı ve enerji tüketiminin 2025 yılına gelinene kadar daha fazla artacağı görülmektedir. Bu doğrultuda ülkemiz ekonomisi de canlanmaya başlar. Fakat enerji ihtiyacının enerji açığından daha fazla olması nedeniyle enerji ihtiyacının halen fosil kaynaklardan karşılandığı gösterilmektedir. Bunun için yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla önem verilmesi gerekir.

Tablo 3.3. Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Kapasitesi: 2013 Gerçekleşmeleri, 2023 Tahminleri ve Artışlar

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	Kurulu Güç Kapasitesi (MW)			Elektrik Üretimi (GWh)		
	2013	2023	Değişim %	2013	2023	Değişim %
Hidroelektrik	22.289	34.000	53	59.420	91.800	54
Rüzgar	2.759	20.000	625	7.558	50.000	562
Jeotermal	310	1.000	223	1.264	5.100	274
Güneş	0	5.000	-	0	8.000	-
Biyokütle	224	1.000	346	1.171	4.533	287

Kaynak: Ürün ve Soyu, 2016: 42.

Tabloda görüldüğü gibi 2013 ve 2023 yıllarına ait elektrik üretimi ve güç kapasitesine yönelik karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma ve tahminlere göre 2023 yılında ulaşılmak istenen hedeflerin mümkün olduğu gösterilmiştir. Belirlenen hedeflere ulaşılması için uzun dönemi içeren planların yapılması ve devlet tarafından teşvik uygulanması gerekir (Ürün ve Soyu, 2016: 42).

Türkiye'nin enerji kaynakları bakımından kötü bir durumda olmaması, gelecek yıllara umutla bakılacağını gösterir. Yenilenebilir kaynakların kullanımına yönelik devlet ve özel sektör tarafından yapılan teşviklerin artması, enerji kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Türkiye, bulunduğu coğrafi konum dolayısıyla enerji çeşitliliğine sahip olması fakat fosil kaynakların halen enerji için kullanılması nedeniyle enerji sorununun ülke için devam edecektir.

Enerji kaynakları konusunda yaşanan sorunlar dışa bağımlılığı azaltmaktan kurtaramamıştır. Bunun için gelecek yıllara yönelik sürdürülen çalışmaların daha planlı bir şekilde yapılması gerekir. 2023 yılına kadar istenilen hedeflere ulaşılması, Türkiye'nin hem ekonomik açıdan gelişmesini hem de dışa olan bağımlılıktan kurtulmasını sağlar.

Türkiye dışta bırakılarak kurulan enerji oyununda başarının sağlanamayacağı söylenebilir. Türkiye bulunmuş olduğu coğrafi konum itibarıyla sadece avantajlara değil, dezavantajlara da sahiptir. Çatışmaların yaşanması, savaş noktalarında birçok ülkeye komşu olması, enerjide dışa bağımlı olunması dezavantajlar arasındadır. Bunun için büyüyen ekonomi, genç nüfus ve artan enerji ihtiyacı doğrultusunda yenilenebilir kaynakların üretiminde yapılan çalışmaların hidroelektrik dışında verimli olduğu söylenemez. Ama iklim değişikliği nedeniyle barajlar kuraklıktan etkilenecektir. Tükenmeyen kaynakların ekonomi payının artması, dışa yönelik üstünlük sağlanarak olumsuz yönler olumlu hale gelmeye başlar (Bekar, 2020: 50).

Enerji kaynaklarının ekonomik amaçlı olarak kullanılmasıyla birlikte artık ülkeler arasında bir rekabet ortamı oluşmuştur. Her ülke kendi enerjisini temin edebilmek ve bu sayede dışa bağımlılıktan kurtulmak için, sahip oldukları enerjilerini kullanmak için gerekli yatırımları yapmaktadır. Bu konuda Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek enerji kullanımını artırmaya çalışmaktadır. Özellikle gelecek yıllara yönelik yapılan çalışmalar, yatırımlar ve daha birçok faktörün gelecek yıllarda bu kaynakların fosil kaynakları yerini tutarak enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

SONUÇ

İnsanoğlu yaşamını sürdürmeye başladığı günden itibaren ihtiyaçlarını karşılamak için her türlü mücadeleyi vermek zorunda kalmıştır. Savaş, açlık, kıtlık, doğal afetler ve daha birçok olumsuz faktörler insan hayatında yaşanabilecek sorunlar arasında yer almaktadır. İnsanlar, yaşamış oldukları sıkıntılardan kurtulmak için birlik ve beraberlik içinde yaşamakta ve yeniliklere ayak uydurarak farklı çalışmaları sürdürmektedir.

İnsanların yaşamış olduğu sorunlar arasında enerji ihtiyacının karşılanamaması da yer almaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanamaması, günlük yaşamın işleyişini durma noktasına getirebilir. Eskiden insanlar fosil kaynakları yeteri kadar kullandığından ve henüz yenilenebilir kaynaklara karşı ilgili olmadıklarından dolayı, günümüzde ve gelecekte fosil kaynakların tükenme sorunu karşımıza çıkmaktadır. Bu doğrultuda her ülke fosil kaynaklara yönelik alternatif kaynaklara kullanarak enerji ihtiyacını karşılamaya çalışmaktadır.

Fosil kaynaklar tükenen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Tükenen enerji kaynaklarının bitmesi bütün insanlık için enerji sorununun daha ağır hissedilmesine yol açacaktır. Bu nedenle gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler sahip oldukları rüzgâr, güneş, biyokütle gibi kendi kendini yenileyebilen enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması için teknolojinin ve altyapının gelişmesi, teşviklerin artırılması, projelerin uygulanması gerekir.

Dünyada yaşanan gelişmeler, enerji teşvikini ortaya çıkarmıştır. Özellikle sanayileşme süreciyle birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önem artmaya başlamıştır. Tükenmeyen enerji kaynaklarına verilen önemin artmasıyla birlikte artık dışa bağımlı olan ülkeler kendi imkanları doğrultusunda kaynaklarını kullanarak hem ekonomilerini canlandırmaya çalışmakta hem de yerli kaynak kullanımını artırarak enerjide dışa bağımlı olmaktan kurtulmaya çalışmaktadır.

Enerji konusunda dışa bağımlı olan Türkiye’de de enerji kullanımına bakıldığında ithalatın halen devam ettiği söylenebilir. Enerji ithalatı, coğrafi konum açısından zengin enerji kaynaklarına sahip olan ülkemizin söz konusu kaynakları yeteri kadar kullanamadığını göstermektedir. Yapılan analizler, uygulanan projeler, ekonomik gelişim, teknolojinin gelişmesi ve daha birçok faktör nedeniyle ülkemizde yavaş yavaş yerli enerji kullanımına geçilmeye başlanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sağlamak amacıyla her geçen gün teşvikler verilmekteydi. Ancak verilen teşvikler günümüzde sadece jeotermal ve biyokütle enerjide verilmektedir. Özellikle yapılan teşviklerin yalnızca devlet tarafından yapılmaması, buna karşın özel sektör tarafından da teşviklerin yapılması sayesinde elektrik enerji üretiminin artacağı söylenebilir. Ülkemizde de devlet ve özel sektör tarafından yapılan teşvikler sayesinde yerli enerji kullanımının geçmişe oranla artmaya başladığı görülmektedir.

Enerji kullanımı konusunda gelecek yıllara yönelik yatırımlar yapılarak daha fazla enerji üretiminin sağlanması hedeflenmektedir. Ülkemizde jeopolitik açıdan önemli bir konumda bulunduğu için, enerji üretiminde atılan her bir adım ülkemizin önemini artıracaktır. Özellikle proje sayılarının artırılması, işletilen kaynakların desteklenmesi, teşviklerin artırılması ve daha birçok uygulamaların yerli yerinde uygulanması sayesinde ülkemizdeki enerji kaynaklarının hem kullanımı artacak hem de ekonomiye ciddi katkı sağlanmış olacaktır.

KAYNAKÇA

Ağaçbiçer, G. (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler, Yüksek Lisans Tezi, ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.

Akova, İ. (2003). Dünya Enerji Sorunu ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. Coğrafya Dergisi, 11, 473.

Albayrak, K. (2019). Türkiye'nin Enerji Ekonomisi ve Cari Açık İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi, Yüksek Lisans Tezi, KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Altıntaş, A. (2012). Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Elektrik Üretimi Açısından Ekonomik Etkileri: Avrupa Birliği Ve Türkiye Uygulamaları, Doktora Tezi, İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Aracı, F. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Termal Enerji Kaynaklarından Yararlanma, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Atılğan, İ. (2000). Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Bakış. GAZİ ÜNİVERSİTESİ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15 (1), 31-47.

Bekar, N. (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Enerji Jeopolitiği. Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi, 3 (1), 37-54.

Bozkurt, U. A. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Can, Ö. (2020). Yenilenebilir Enerji Hukuku ve Teşvikler, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL ŞEHİR ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Cengiz, K. E. (2017). Türkiye'nin Enerji Kaynakları, Enerji Politikası ve Cari Açık-Enerji İthalatı İlişkisi, Doktora Tezi, MARMARA ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çukurçayır, A. M. ve Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları. SELÇUK ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20, 257-278.

Ersoy, H (1997). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dünü ve Bugünü İncelenerek Elektrik Enerjisine Olan Katkının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, MARMARA ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gedik, Torunoğlu, Ö. (2015). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gençoğlu, T. M. (2002). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi. FIRAT ÜNİVERSİTESİ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14 (2), 57-64.

<http://www.konyadayatirim.gov.tr/default.asp> (Erişim Tarihi: 05 Ocak 2021).

<https://enerji.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2021).

<https://slideplayer.biz.tr/slide/2014335/> (Erişim Tarihi: 12 Aralık 2020).

<https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=7> (Erişim Tarihi: 27 Kasım 2020).

<https://www.petform.org.tr/arama-uretim-sektoru/dunyada-petrol-uretimi/> (Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2021).

<https://www.enerjiportali.com/turkiye-elektrik-enerjisi-uretim-istatistikleri-ekim-2020/> (Erişim Tarihi: 18 Kasım 2020).

<https://dsi.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 8 Aralık 2020).

<https://encazip.com/hidroelektrik-enerjisi> (Erişim Tarihi: 3 Mart 2021).

İnan, İ. Akbulut, İ. ve Aslan, E. (2018). Enerji Sorununun Çözümünde Yenilenebilir ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi. Türk Dünyası Araştırmaları, 120 (237), 11-40.

Kablamacı, B. (2004). Enerji Kaynaklarının Ekonomik Boyutu ve Dünya Enerji Kaynakları Piyasalarının Genel Durumu, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Karadağ, İ. H. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Rüzgar Enerjisinin Önemi ve Rüzgar Türbini Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji ve Türkiye. Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 11 (21), 209-227.

Kavuran, N, M. (2019). Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Sürdürülebilir Enerji Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, GİRESUN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.

Kaya, O. T. (2018). Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Önemi, Yüksek Lisans Tezi, AKSARAY ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

Keivanfar, M. (2017). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları İle AB 2030 Enerji Stratejilerinin Uyumu, Yüksek Lisans Tezi, MARMARA ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kılıç, R. ve Urgan, N. (2016). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelmenin Ülke Ekonomisine Etkileri ve Türkiye'nin Enerjideki Dışa Bağımlılığının Azaltılmasına Yönelik Katkıları. DÜMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Dergisi (47), 148-166.

Koç, Erdem. ve Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu. Mühendis ve Makine, 56 (668), 36-47.

Kum, H. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler ve Politikalar. ERCİYES ÜNİVERSİTESİ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (33), 207-223.

Önal, E. ve Yarbay, Z. R. (2010). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Dergisi, 9 (18), 77-96.

Önder, S. ve Ocak, Ö. R. (2018). Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları, Uluslararası Yeşil Başkentler Kongresi, 901-907.

Öztürk, İ. ve Çelik, A. (2006). Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Kullanım Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler. ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (2), 268-274.

Şahin, O. M. ve Şahin, S. (2018). 1980 Sonrası Hükümet Programlarında Türkiye'nin Değişen Enerji Politikaları. Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, 7 (13).

Şeker, V. (2010). Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının ANP İle Modellenmesi Analizi, Yüksek Lisans Tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Türköz, K. (2020). Yenilenebilir Enerji Arzının Modellenmesi: Türkiye İçin Sektörel Bir Analiz, Doktora Tezi, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Ürün E. ve Soyu, E. (2016). Türkiye'nin Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Bir Değerlendirme. DÜMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Dergisi ICEBSS Özel Sayısı, 31-45.

Varınca, B. K. ve Gönüllü, T. (2006). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.

Yıldırım, O. ve Nuri, İ. F. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi. Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 1 (1), 105-143.

Yıldız, M. (2006). Dünyada ve Türkiye'de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yılmaz, A. E. ve Öziç, C. H. (2018). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri. ORDU ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 8 (3), 525-535.

Yılmaz, S. S. (2018). Türkiye'de ve Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu, Yüksek Lisans Tezi, MALTEPE ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.