

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT BİLİM DALI

ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK VE ENERJİ ARZ
GÜVENLİĞİ SORUNU ÇERÇEVESİNDE ALTERNATİF
ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ: TÜRKİYE
ÖRNEĞİ

Eda ŞENGÖNÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Burcu GÜVENEK

Konya-2022

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Uzun yıllar boyunca dünya genelinde enerji ihtiyacını gidermek amacıyla fosil yakıtlar tercih edilmektedir. Son yıllarda fosil yakıtların hem ekolojik hem de ekonomik anlamda yarattıkları zararlar göz önüne alınmış ve alternatif kaynaklara yönelim hız kazanmıştır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin enerjiye olan ihtiyacı oldukça yüksektir. Ancak gelişmekte olan ülkeler enerjiye doğal kaynak olarak sahip değillerse bu ihtiyaçlarını ithalat yoluyla gidermektedirler ve zamanla ihracatçı ülkeye bir bağımlılık hissetmeye başlarlar. Aynı zamanda bu bağımlılık sonucu gelişmekte olan ülkeler ekonomik olarak daha kırılgan bir yapıya sahip olmaktadır.

Enerjide dışa bağımlılık beraberinde enerji arz güvenliği sorununu getirmektedir. Türkiye hem gelişmekte olan bir ekonomi olması hem de fosil kaynak rezervlerine sahip olmayan bir ülke olması sebebiyle enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan bir ülke konumundadır. Bu yüzden Türkiye'nin coğrafik olarak yüksek potansiyel barındırdığı alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi oldukça önemlidir.

Öncelikle bu çalışmanın her aşamasında bilgi ve tecrübesini esirgmeden yol gösteren, desteğini her zaman hissettiren değerli tez danışmanım Doç. Dr. Burcu GÜVENEK'e, çalışmanın şekillenmesinde katkılarından dolayı Doç. Dr. Hakan ACET ve Doç. Dr. Şerife ÖZŞAHİN'e teşekkür ve saygılarımı sunarım. Son olarak tez yazım sürecinde bana güvenen ve desteğini esirgemeyen sevgili eşim ve biricik annem başta olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim. Saygılarımla.

Eda ŞENGÖNÜL

ÖZET

Dünya genelinde artan nüfus, gelişen ve büyüyen ekonomiler, teknolojik yenilikler gibi unsurlara bağlı olarak enerjiye olan ihtiyaç da her geçen gün giderek artmaktadır. Bazı ülkeler artan bu ihtiyaçlarını yerli ve milli kaynaklar ile karşılarken, enerji kaynaklarına doğal kaynak olarak sahip olmayan ülkeler ithalat yoluyla artan enerji ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Türkiye de gelişen bir ekonomi olması sebebiyle enerji ihtiyacı devamlı artan bir ülke konumundadır. Bu ihtiyacını ise büyük oranda ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu sebeple birçok gelişmekte olan ülke gibi Türkiye de krizlerle mücadele konusunda daha kırılgan bir ekonomik yapıya sahiptir. Enerjide dışa bağımlılığın yüksek olması beraberinde enerji arz güvenliği kavramına dikkat çekmektedir. Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığına bağlı olarak enerji arz güvenliği sorunu üzerinde teorik bir değerlendirme yapılmıştır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde enerji kavramı ve önemine değinilmiş ve enerji kaynakları detaylı şekilde açıklanmıştır. Enerji kaynakları yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki başlık altında ele alınmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil kaynaklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Nükleer enerji fosil temelli olması bakımından bu başlık altında incelenmiş ancak yenilenebilir kaynaklar bazında da değerlendirilebilecek bir enerji kaynağıdır. Son olarak birinci bölümde enerji ekonomisi başlığı altında enerji verimliliği, enerji yoğunluğu ile enerji arz ve talebi kavramlarına yer verilmiştir.

İkinci bölümde Dünya'da ve Türkiye'de enerji kaynaklarının durumu detaylı bir şekilde incelenmiştir. Dünya'da ve Türkiye'de hem yenilenebilir kaynaklar hem de yenilenemeyen kaynakların potansiyelleri, rezervleri, mevcut kurulu güçleri, üretim ve tüketim değerleri gibi veriler tablo ve grafikler yardımıyla açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde ise enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği kavramlarından yola çıkarak Türkiye'nin durumu değerlendirilmiştir. Türkiye'de ve Dünya'da enerji dengesinin ne durumda olduğu çeşitli tablo ve grafikler yardımıyla gözlemlenmiştir. Aynı zamanda Türkiye'de planlanan enerji politikaları 1990 öncesi dönemden başlanılarak günümüze kadar derlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Türkiye enerji kaynaklarına doğal kaynak rezervi olarak sahip değildir. Türkiye enerji tüketiminin yaklaşık dörtte üçünü ithalat yoluyla karşılamaktadır ve Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı %70 seviyelerinde yüksek bir değere sahiptir. Çalışmanın sonucunda bu durumun düzeltilmesi adına yenilenebilir enerji kaynaklarının önemine değinilmiş, Türkiye'nin bu kaynaklara yönelimini artırması adına uygulanabilecek örnek politikalar ve teşvik önerilerine yer verilmiştir.



SUMMARY

The need for energy increases every day due to the developing and growing economies, technological innovations, and worldwide population growth. While some countries meet their growing energy needs with domestic resources, the countries that do not have natural energy resources meet their needs through imports. Considering that Turkey is also a developing economy, one can argue its energy needs are constantly increasing. Turkey meets its need mainly through imports. For this reason, Turkey, like many developing countries, also has a more fragile economic structure in terms of combating crises. The high external dependence on energy also draws attention to the security of the energy supply as a concept. Within the scope of this study, the security of the energy supply problem due to Turkey's external dependence on energy is theoretically assessed.

The study consists of three parts. The first chapter discusses the concept and importance of energy and, explains energy sources in detail. The chapter considers energy resources under the following topics: renewable and non-renewable energy sources. Non-renewable energy sources are fossil resources such as coal, oil, natural gas. Nuclear energy was studied under non-renewable resources because it is fossil-based. However, it can also be evaluated as a renewable resource. Finally, the first chapter includes energy efficiency, energy density, and energy supply and demand under energy economics.

The second chapter examines the current state of energy resources in the world and Turkey in detail. Supporting tables and graphs are used to explain data such as potentials, reserves, current installed capacity, production, and consumption values of both renewable and non-renewable resources in the world and Turkey.

The third chapter evaluates the situation of Turkey based on the concepts of external dependence on energy and the security of energy supply in Turkey. Various tables and graphs help observe the state of the energy balance in Turkey and worldwide. The planned energy policies in Turkey from the pre-1990s to the present day have been compiled and evaluated as well.

Turkey does not have energy resources as a natural reserve. Turkey meets about three-quarters of its energy consumption through imports, and Turkey's external dependence on energy has a high value at 70% levels. The conclusion of the

study mentions the importance of renewable energy sources along with sample policies and incentive proposals that can be applied to increase Turkey's orientation towards these resources in hopes to offer a solution to the problem.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR.....	İ
ÖZET	İİ
SUMMARY	İV
KISALTMALAR LİSTESİ.....	İX
TABLolar LİSTESİ	Xİ
GRAFİKLER LİSTESİ.....	Xİİ
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. ENERJİ KAVRAMI VE ÖNEMİ	2
1.2. ENERJİ TÜRLERİ	3
1.3. ENERJİ KAYNAKLARI.....	4
1.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	5
1.3.1.1. Kömür.....	6
1.3.1.2. Petrol.....	7
1.3.1.3. Doğal Gaz	8
1.3.1.4. Nükleer Enerji.....	9
1.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	12
1.3.2.1. Güneş Enerjisi.....	13
1.3.2.2. Rüzgâr Enerjisi	14
1.3.2.3. Jeotermal Enerji.....	16
1.3.2.4. Biyokütle Enerjisi	17
1.3.2.5. Hidroelektrik Enerji.....	18
1.4. ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI.....	19
1.5. ENERJİ EKONOMİSİ.....	21
1.5.1. Enerji Verimliliği.....	21
1.5.2. Enerji Yoğunluğu.....	21
1.5.3. Enerji Arzı ve Enerji Talebi.....	22

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

2.1. DÜNYA'DA YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI

POTANSİYELİ	23
2.1.1. Dünya'da Kömür Potansiyeli.....	24
2.1.2. Dünya'da Petrol Potansiyeli	27
2.1.3. Dünya'da Doğal Gaz Potansiyeli.....	31
2.1.4. Dünya'da Nükleer Enerji Potansiyeli	34

2.2. DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

POTANSİYELİ	36
2.2.1. Dünya'da Güneş Enerjisi Potansiyeli	37
2.2.2. Dünya'da Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli.....	40
2.2.3. Dünya'da Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	42
2.2.4. Dünya'da Biyokütle Enerjisi Potansiyeli.....	43
2.2.5. Dünya'da Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	44

2.3. TÜRKİYE'DE YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI

POTANSİYELİ	45
2.3.1. Türkiye'de Kömür Potansiyeli.....	46
2.3.2. Türkiye'de Petrol Potansiyeli	47
2.3.3. Türkiye'de Doğal Gaz Potansiyeli.....	48
2.3.4. Türkiye'de Nükleer Enerji Potansiyeli	48

2.4. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

POTANSİYELİ	50
2.4.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli	51
2.4.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli.....	53
2.4.3. Türkiye'de Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	55
2.4.4. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Potansiyeli.....	56
2.4.5. Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	57

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

3.1. ENERJİ AÇIĞI KAVRAMI	59
3.1.1. Enerji Açığının Sebepleri.....	60

3.1.2.	Türkiye’de Enerji Açığı	60
3.2.	ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK	62
3.2.1.	Enerjide Dışa Bağımlılığının Yarattığı Riskler	62
3.2.2.	Türkiye’de Enerjide Dışa Bağımlılık.....	63
3.2.3.	Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi.....	65
3.2.4.	Dünya’da Elektrik Enerjisi Üretimi.....	67
3.3.	ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ.....	69
3.4.	ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ OLUŞTURAN UNSURLAR	71
3.4.1.	Mevcudiyet	71
3.4.2.	Erişebilirlik	71
3.4.3.	Ekonomiklik.....	72
3.4.4.	Sürdürülebilirlik.....	72
3.5.	ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEN UNSURLAR	73
3.5.1.	Ekonomik Unsurlar	73
3.5.2.	Coğrafi Unsurlar	74
3.5.3.	Siyasi Unsurlar.....	75
3.6.	TÜRKİYE’DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ VE UYGULANAN ENERJİ POLİTİKALARI.....	75
	SONUÇ	84
	KAYNAKÇA.....	87

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
API	: American Petroleum Institute
Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
BOTAŞ	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BTPE	: Bin Ton Petrol Eşdeğeri
ÇED	: Çevre Etki Değerlendirmesi
EJ	: Exajoules
ENAR	: Enerji Sektörü Araştırma Geliştirme
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ESA	: Elektrik Satın Alma Anlaşması
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GSYİH	: Gayri Safı Yurt İçi Hasıla
GW	: Gigawatt
HES	: Hidro Elektrik Santrali
KDV	: Katma Değer Vergisi
Kg	: Kilogram
Km²	: Kilometre Kare
kWh	: Kilowatt Saat
kWp	: Watt Peak
m³	: Metre Küp
M.Ö.	: Milattan Önce
m/s	: Mili Saniye
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
MW	: Megawatt
NGS	: Nükleer Güç Santrali
OAPEC	: Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Örgütü (Organization of Arab Petroleum Exporting Countries)
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (Organization of Petroleum Exporting Countries)
PETKİM	: Petro Kimya Endüstrisi
POAŞ	: Petrol Ofisi Anonim Şirketi
TANAP	: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi

TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TPAO	: Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı
TÜPRAŞ	: Türk Petrol Rafineleri Anonim Şirketi
UEA	: Uluslar Arası Enerji Ajansı
yy.	: Yüzyıl
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Dünyada Bölgelere Göre Kanıtlanmış Kömür Rezervleri (2020)	24
Tablo 2: Dünyada Bölgeler Göre Kömür Üretimi (2020)	25
Tablo 3: Dünyada Bölgelere Göre Kömür Tüketimi (2020)	26
Tablo 4: Bölgelere Göre Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (2020)	28
Tablo 5: Bölgelere Göre Petrol Üretimi (2020)	28
Tablo 6: Dünyada Bölgelere Göre Petrol Tüketimi (2020)	30
Tablo 7: Bölgelere Göre Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri (2020)	31
Tablo 8: Dünyada Bölgeler Göre Doğal gaz Üretimi (2020)	32
Tablo 9: Dünyada Bölgelere Göre Doğal gaz Tüketimi (2020)	33
Tablo 10: Dünyada Bölgelere Göre Nükleer Enerji Tüketimi (2020)	35
Tablo 11: Rüzgâr Enerjisi Toplam Kurulu Güç Ülke Sıralaması (2018)	41
Tablo 12: Jeotermal Enerji Toplam Kurulu Güç Ülke Sıralaması.....	42
Tablo 13: Bölgelere Göre Biyokütle Enerjisi Üretimi	43
Tablo 14: Dünya’da Bölgelere Göre Hidroelektrik Enerjisi Toplam Kurulu Güç ve Üretim Değerleri (2020)	44
Tablo 15: Türkiye Genel Enerji Dengesi (1990-2020)	61
Tablo 16: Türkiye’nin Enerji İthalatı, Toplam İthalat ve GSYH Verileri (2010-2020)	64
Tablo 17: Türkiye’de Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları (2000-2019)	66
Tablo 18: Türkiye Enerji Politikaları Kronolojisi.....	76
Tablo 19: Türkiye Enerji Sektörü 2023 Hedefleri	82

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Dünya Geneline Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Tüketimi (2020) ...	23
Grafik 2: Dünya Toplam Kömür Üretiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)	26
Grafik 3: Dünyada Toplam Kömür Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020).....	27
Grafik 4: Dünya Toplam Petrol Üretiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)	29
Grafik 5: Dünya Toplam Petrol Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)	30
Grafik 6: Dünya Toplam Doğal gaz Üretiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020).....	33
Grafik 7: Dünya Toplam Doğal gaz Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020).....	34
Grafik 8: Dünya Toplam Nükleer Enerji Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020).....	36
Grafik 9: Bölgelere Göre Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enejinin Payı (2020)	37
Grafik 10: Bölgelere ve Yıllara Göre Güneş Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi.....	38
Grafik 11: Güneş Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Ülke Sıralaması (2018).....	39
Grafik 12: Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Ülke Sıralaması (2018)	40
Grafik 13: Yıllara Göre Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Trendleri (2010-2019)	41
Grafik 14: Türkiye Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Tüketimi (2018).....	45
Grafik 15: Türkiye Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Üretimi ve Tüketimi (2018)	46
Grafik 16: Türkiye Aylık Ortalama Güneşleme Süresi (saat/gün).....	52
Grafik 17: Türkiye Güneş Enerjisi Toplam Kurulu Gücü.....	52
Grafik 18: Yıllara Göre Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Trendleri.....	55
Grafik 19: Türkiye Hidroelektrik Toplam Kurulu Güç.....	58
Grafik 20: Yıllara Göre Türkiye’de Enerjide Dışa Bağımlılık Oranları (1999-2019)	64
Grafik 21: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (2018)	67
Grafik 22: Yakıta Göre Bölgesel Elektrik Üetimi Payları (2020).....	68
Grafik 23: Dünya Elektrik Üretiminde Kullanılan Yakıtların Payları (2020).....	69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Enerji Kaynakları	4
Şekil 2: Dünya Güneş Enerjisi Fotovoltaik Güç Potansiyeli Atlası.....	38
Şekil 3: Türkiye Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Süresi (saat/gün) (1998-2017)	51
Şekil 4: Türkiye Rüzgâr Potansiyeli Atlası Rüzgâr Yoğunluğu Haritası.....	53
Şekil 5: Türkiye Rüzgâr Potansiyeli Atlası Rüzgâr Hızı Haritası	54
Şekil 6: Türkiye Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımı.....	56
Şekil 7: Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiyeli.....	57



GİRİŞ

Sanayi devrimi ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç artmış ve enerji kavramı ülkelerin gündeminde önemli bir kavram haline gelmiştir. Ülkelerin enerji kaynaklarına doğal kaynak olarak sahip olup olmamaları ve gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak enerjiyi elde ediş biçimleri çeşitlilik göstermektedir. Çoğunlukla Ortadoğu ülkeleri fosil kaynaklara doğal kaynak olarak sahip olduklarından dolayı enerji ihracatçısı konumundadırlar. Birçok gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler ise fosil kaynaklara doğal kaynak olarak sahip değildirler ve enerji ithalatçısı konumundadırlar. Enerji kaynaklarının belli bölgelerde toplanması burada bulunan ülkeleri uluslar arası düzeyde söz sahibi yapmaktadır. Dünyada ülkeler arası dengeler bile enerji kaynaklarına sahip olup olmamalarına göre şekillenmektedir.

Ülkeler ekonomik büyümelerinde bir yavaşlama veya duraklama yaşamamak için üretim ve tüketim değerlerinde bir azalma meydana gelmeden kesintisiz enerji elde etmek isterler. Bu hususta enerji arz güvenliği kavramı dikkat çekmektedir. Enerji arz güvenliğini garanti altına almak ve uluslar arası enerji rekabetinde sürdürülebilir bir konuma sahip olmak ülkelerin başlıca hedefleri arasında yer almaktadır.

1973 ve 1979 petrol fiyatlarının birden artması sonucu yaşanan krizler enerji arz güvenliği kavramının önemini daha da artırmıştır. Bu yıllardan sonra ülkeler enerji arz güvenliğini elde etmek için enerji kaynaklarında çeşitlendirmeye yönelmiş ve enerji politikalarının sürdürülebilir olması yönünde eğilimler sergilemişlerdir. Enerji kaynaklarına doğal kaynak olarak sahip olmayan ülkelerde bu eğilim daha da fazladır. Bir yandan da fosil kaynakların tükenme tehlikeleri bulunmaktadır. Bu yüzden de birçok ülke alternatif kaynak arayışına yönelmektedir.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı %70 seviyelerindedir. Türkiye fosil kaynaklara doğal kaynak olarak sahip olan bir coğrafyada yer almamaktadır. Dünya'da linyit rezervleri bakımından üst sıralarda yer alsa dahi, Türkiye yerli ve milli kaynaklarla enerji üretimi sağlayarak kendi kendine yetebilen bir ülke değildir. Türkiye son yıllarda yenilenebilir kaynaklara yönelerek özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi yatırımlarını artırmaktadır. Buna rağmen enerji tüketiminin yalnızca dörtte birini yerli kaynaklar ile karşılayabildiği gerçeği dikkatlerden kaçmamalıdır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ VE ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. ENERJİ KAVRAMI VE ÖNEMİ

Fizikte enerji, iş yapma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Enerji, hareket enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi, kimyasal enerji, nükleer enerji ve yerçekimi enerjisi v.b. çeşitlerle karşımıza çıkmaktadır. Toplam enerji ise, bir sistemin sahip olduğu enerjinin bütün biçimlerinin toplamını ifade etmektedir (Demirel, 2012, s. 6). Sosyal bilimler açısından ise enerji, insanların hayatlarını idame ettirebilmeleri için ihtiyaç duydukları önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnsanoğlu yaşamını devam ettirebilmek için sürekli üretim yapmak zorundadır. Bu üretimi gerçekleştirebilmek için ise enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Küreselleşen dünya ile birlikte enerji kavramının önemi de giderek artmış ve ülkelerin ekonomilerinin yanı sıra sosyal ve siyasal yapılarını bile etkileyebilen bir hal almıştır. Dünya’da devamlı artış gösteren enerji tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen ölçütlerden biridir. Bölgesel anlaşmazlıklar ve dünya savaşlarının temelinde dahi enerji kaynaklarında paylaşım yer almaktadır (Yılmaz, 2019, s. 2773).

Sanayi devrimi ile birlikte enerjiye olan talep hızla artış göstermiştir. Modern çağda da insanların günlük yaşamlarını sürdürebilmeleri için en temel gereksinimlerden biri olmasından dolayı enerjiye olan talep geçmişten günümüze kadar artarak ilerlemiştir. Artan tarımsal üretim, endüstriyel üretim, verimli ulaşım ağlarının sağlanması, yeterli barınma ihtiyacı ve sağlık hizmetlerinin gelişmesi gibi yaşam standardında yaşanan iyileşmeler de enerji tüketimini artırmaktadır (Gültekin, 2019, s. 326). Endüstriyel çağdan önce insan ve hayvanların kas gücüne dayalı ve doğada hazır bulunan odun, rüzgâr, su gibi kaynaklar kullanılırken endüstriyel devrim ile birlikte farklı enerji kaynakları kullanım alanı bulmuştur (Soylu ve Türkay, 2005, s. 1).

Enerji kaynaklarının yetersiz olması, ülkeleri sosyal, ekonomik ve çevresel anlamda etkileyerek ülkelerin kalkınmasına engel teşkil ettiği gibi yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Az gelişmiş ülkelerin, teknolojik yetersizlik ve ekonomik

imkânsızlıklar nedeniyle kaynaklarını etkin ve verimli şekilde kullanamadığını da söylemek mümkündür (Kılıçaslan, 2015, s. 87).

18. ve 19. yy'larda kömür kullanımı oldukça yaygındır. 19. yy sonlarına gelindikçe içten yanmalı motorun icadı ile petrol önem kazanan bir enerji kaynağı haline gelmiştir. Ancak petrol doğal kaynağı kömür kadar sistematik dağılmış bir kaynak değildir. Bu sebeple ülkeler arasında ciddi problemlere yol açabileceğinin sinyallerini vermiştir (Çetinkaya, 2019, s. 9-10). Bu kaygıların sonucunda da enerji arz güvenliği kavramını gündeme getirmiştir. Ülkeler enerjiye kesintisiz ve güvenli bir şekilde ulaşmak istemektedirler. 1973 yılında enerji fiyatlarının ani yükselmesi sonucu ortaya çıkan petrol krizi ile enerji arz güvenliği ve enerji denetimi gibi kavramlar daha da dikkat çekmeye başlamıştır. Enerji fiyatı enerji arzı ve enerji talebi sonucu belirlenmektedir. Enerji arzı; enerji kaynaklarının rezerv miktarlarına, enerji üretimine, sahip olunan teknolojiye ve ülkeler arası siyasete göre belirlenmektedir. Enerji talebi ise ülkenin ekonomik büyüme, teknolojik ilerleme ve kalkınmışlık düzeyi gibi ekonominin genel seyri ile doğru orantılı olarak oluşmaktadır (Kılınç Savrul, 2016, s. 4).

Enerji, ekonomideki bütün kesimler tarafından gerek nihai mal, gerekse ara mal olarak mutlaka kullanılmaktadır. Bu nedenle enerji alanında yaşanan bir problem ekonomideki tüm kesimleri doğrudan etkilemektedir (Bayrak ve Esen, 2014, s. 144).

Alternatif enerji kaynakları ile enerji çeşitliliğini sağlayamayan ülkeler enerjide dışa bağımlı bir hale gelmekte ve bunun sonucunda ekonomik, siyasal ve sosyal sorunlar yaşamaktadırlar. Bu sorunlar göz önüne alındığında ülkelerin alternatif enerji kaynaklarına yönelimlerini artırarak dışa bağımlılıktan kendilerini kurtarmaları veya bu bağımlılığı asgari düzeyde tutmaları önem arz etmektedir.

1.2. ENERJİ TÜRLERİ

Enerji; kinetik enerji, mekanik enerji, ısı enerjisi, nükleer enerji, kimyasal enerji, potansiyel enerji ve elektrik enerjisi olmak üzere başlıca yedi ana türden oluşmaktadır. Dönüşüme uğrayıp uğramasına göre ise ikiye ayrılır. Enerjinin hiç bir değişime ya da dönüşüme maruz kalmamış haline “birincil enerji” denilmektedir. Linyit, taş kömürü, doğal gaz, petrol, hidroelektrik enerjisi, rüzgâr enerjisi, denizlerde ki gelgit ve dalga enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, nükleer enerji,

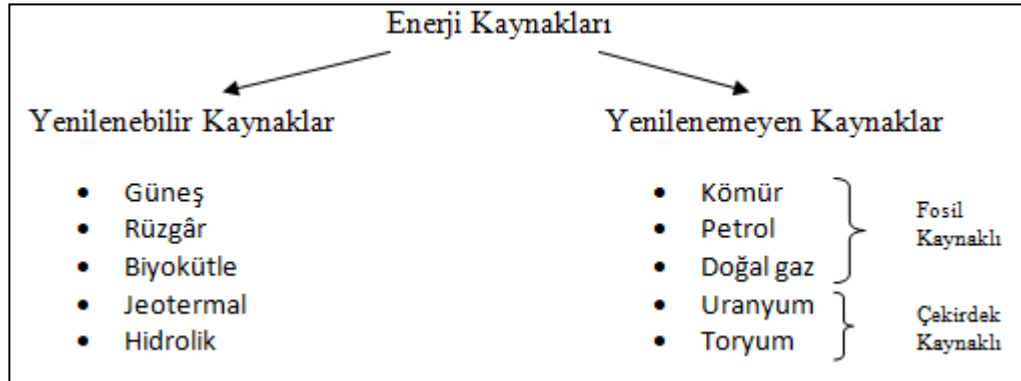
odun, hayvan ve bitki atıklarından elde edilen enerji birincil enerjiye örnek oluşturmaktadır (Çalışkan, 2009, s. 298).

Birincil enerjilerin daha kullanılabilir bir hal alması için dönüştürülmesiyle sağlanan enerjiye ise “ikincil enerji” denilmektedir. Petrol birincil enerji kaynağı iken petrolün dönüştürülerek elektrik enerjisi elde edilmesi ikincil enerjiye örnek olabilir. Bunun yanı sıra ısıtma, biyogaz, petrol ürünleri, gazlar gibi enerjiler ikincil enerjiye örnek olarak verilebilir. En yaygın olarak kullanılan ikincil enerji türü elektrik enerjisidir.

1.3. ENERJİ KAYNAKLARI

Dünyada genellikle enerji kaynakları kendi kendilerine yeniden meydana gelip gelmemesine göre iki başlık altında incelenmektedir. Bunlar yenilenebilir kaynaklar ve yenilenemeyen kaynaklar olarak adlandırılmaktadır. Tükenme tehdidi bulunmayan, tüketildikten sonra kendiliğinden yeniden meydana gelen kaynaklara “yenilenebilir enerji kaynakları” denir. Doğada kendiliğinden oluşan ve tükenme tehdidi altında olan kaynaklara ise “yenilenemeyen enerji kaynakları” denir.

Şekil 1: Enerji Kaynakları



Kaynak: (Koç ve Şenel, 2013, s. 33)

Şekil 1’de görüldüğü gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi ve hidrolik enerji olarak sayabiliriz. Yenilenemeyen enerji kaynakları ise petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil kaynaklı ve uranyum ve toryum gibi çekirdek kaynaklı olarak sayılabilir.

1.3.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Kendi kendine yeniden oluşamayan, yerine yenisi konulamayan, doğada belirli bir oranda bulunan ve tüketildikçe azalarak tükenme tehdidi bulunan enerji kaynaklarına “yenilenemeyen enerji kaynakları” denilmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynakları fosil temelli ve çekirdek temelli olarak ikiye ayrılmaktadır. Fosil temelli olan yenilenemeyen enerji kaynakları petrol, kömür ve doğal gaz olarak karşımıza çıkmaktadır. Çekirdek temelli olan yenilenemeyen enerji kaynakları ise uranyum ve toryum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Fosil kaynaklı yakıtlar, çürümüş bitki ve hayvan kalıntıları ile milyonlarca yılda meydana gelmektedir. Çekirdek kaynaklı yakıtlar ise, doğada hazır bulunmaz ancak çeşitli elementlerin birleşimi sonucu ortaya çıkarlar. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının oluşum süreçlerinin bu şekilde milyonlarca yılı bulmasından dolayı kısa zamanda yerine konulamamaktadır. Bu sebeple sürdürülebilir kaynaklar değildirler. Yani kullanılmaları sonucu azalmakta ve zamanla yok olma tehdidi altında bulunmaktadır. Ayrıca içeriklerinde bulunan kükürt, azot ve karbon gibi bileşimlerden dolayı yakıldıkları zaman çevreye yayılan zararlı gazlar sonucu çevre kirliliği sorunlarına sebep olmaktadır ve bu nedenle ciddi biçimde ekolojik dengeyi tehdit etmektedirler. Ayrıca tüketimde en çok tercih edilen petrol ve doğal gaz kaynakları taşıma esnasında yaşanan bazı kazalar sonucu da çevreye ciddi zararlar vermektedirler.

Yenilenemeyen enerji kaynakları Uluslararası Enerji Ajansı (UEA)’nın; “Enerji kaynaklarının satın alınabilecek bir fiyattan ve kesintisiz olarak temin edilmesi” şeklinde tanımladığı enerji arz güvenliği açısından da tehlike barındırmaktadırlar. Yenilenemeyen enerji kaynakları belli bölgelerde çıkarılmakta, her bölgede bulunmamaktadırlar. Bu sebeple yenilenemeyen enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkeler ihtiyaçlarını ithalat yolu ile karşılamaktadırlar. Yenilenemeyen enerji kaynaklarına doğal kaynak olarak sahip olan ülkeler için bu durum ekonomik, siyasi ve sosyal açıdan güç kazandırmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının uygun fiyatlı, yeterli, temiz ve kesintisiz şekilde teminini sağlayabilmek için uluslararası antlaşmalar yapılsa dahi yine de her zaman bir tehdit unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.3.1.1. Kömür

Kömür, bataklıklarda, zaman içerisinde çökmelere uğramış geniş nehir deltalarında yetişmiş bitkilerin kendiliğinden ayrışması sonucu oluşan; ana maddesi karbon olan ancak aynı zamanda hidrojen elementi, oksijen elementi, değişken küçük miktarlarda azot elementi, kükürt elementi ve diğer elementlere de rastlanan bir enerji kaynağıdır (Arı, 2007, s. 27-28).

Kömür kalite bakımından yüksek karbon değeri ve düşük nem içeriğine sahip olmalıdır. Kömür içerisindeki karbon miktarına bağlı olarak dört sınıftan oluşmaktadır. Karbon miktarı %60 ve daha az ise “turba”, %70’lerde ise “linyit”, %80-90 aralığında ise “taşkömürü” ve %90 ve üzerinde ise “antrasit” olarak adlandırılmaktadır. Rezerv oluşumu bakımından daha geçmiş yıllara dayanan ve buna bağlı olarak enerji yoğunluğu en yüksek olan kömür çeşidi ise antrasittir (Kavaz, 2019, s. 9). Oluşum bakımından en genç kömür çeşidi olan linyit ise enerji yoğunluğu bakımından en düşük değere sahip kömür çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kömürün, tarihi boyunca ilk olarak Çinliler tarafından milattan önceki dönemlerde kullanıldığı bilinmektedir. Kömür işletmeciliğine ait ilk dokümanlar ise 12. yy’a ait olmakla beraber yoğun olarak kullanılması 18. yy’ın ikinci yarısına rastlamaktadır. Sanayi sektöründe yaşanan gelişmeler ile kömür kullanımı artmış ve kömür, önemi artan bir kaynak haline gelmiştir. Kömür aynı zamanda buharlı makinelerde buhar oluşumu için yakıt olarak kullanılmıştır. Ancak günümüzde elektrik üretimi ve çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Eski dönemlerden beri enerji üretiminde bir kaynak olarak kullanılan kömürün 18. yüzyılda gazlaştırılma düşüncesi ile doğal gaz ve petrolün yerini alması amaçlanmıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısında ise özellikle 1973 yılında yaşanan petrol krizi sonucu bu çalışmalar hız kazanmıştır. Proliz ve hidrojenleme yöntemi ile kömürün ham petrole benzeyen bir sıvıya dönüştürülme çabası vardır. Bir katalizör yardımı ile yüksek basınç altında hidrojenin ve kömürün kimyasal tepkimeye sokulması ile uygulanan kömürün hidrojenlenmesi özellikle Almanya’da II. Dünya Savaşı sırasında çokça kullanılan bir tekniktir (Sevim, 2015, s. 211).

Kömürün gazlaştırılması ile hava, oksijen, hidrojen ve buhar ile tepkimeye sokularak çeşitli gaz ürünleri elde edilebilmektedir. Üretilen gaz çeşitlerinin bileşim

ve miktarı kömürün cinsine, tepkimeye sokulan gazların türüne ve gazlaştırma işlemi uygulanırken kullanılan yöntemle ilgili olarak belirlenebilmektedir. Kömürün gazlaştırılması işlemi sonucunda elde edilmiş olan gaz çeşitleri elektrik, araçlar için benzin ve plastik üretimi gibi alanlarda kullanılabilirler. Bu şekilde kömürün gazlaştırılması ile çeşitlilik yaratılarak daha az kirlilik yaratacak şekilde yararlanmak mümkündür (Pipe, 2013, s. 16).

Kömürden elektrik enerjisi üretimi, termik santraller aracılığı ile gerçekleşmektedir. Deniz, akarsu, göl gibi su kaynaklarının bulunduğu alanlara termik santraller kurulmaktadır. Termik santraller aracılığı ile ısı enerjisi buhar kazanlarında kinetik enerjiye, daha sonra türbine iletilen enerji mekanik enerjiye ve alternatöre gelen enerji burada elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

1.3.1.2. Petrol

Katı, sıvı ve gaz hidrokarbonların değişik oranlarda karışımı sonucu ortaya çıkan petrol, bugün dünyada önemli enerji ve sanayi hammaddelerinden biri haline gelmiştir. Petrol doğada ham hali ile karşımıza çıkmakta ve rafinerilerde işlenerek belirli ürünlere çevrilmektedir. Petrolün bu dönüşüm işlemi sonucu ortaya çıkan ürünleri ise enerji maddesi olarak kullanılmaktadır (Ablabekova, 2008, s. 20).

Petrolün oluşumu yaklaşık 500 yıl kadar sürmüştür. Okyanusların oksijenli yüzey bölgesinde bulunan planktonlar ve algler temel olarak petrolün kaynağını oluşturmaktadırlar. Yüz milyonlarca yıl öncesinde denizlerde yaşamakta olan canlı kalıntıları veya denizlere sürüklenen hayvan ve bitki kalıntılarının tabakalaşması ile katmanlar meydana gelmektedir. Katmanların oluşması ise basınç ve sıcaklığın artmasına neden olmaktadır. Gerekli sıcaklık, basınç ve mikroorganizmaların etkisi ile ham petrole benzeyen kerojen meydana gelmektedir. Kerojen ise zaman içerisinde üst tabakalara doğru taşınarak değişikliğe uğramış ve ham petrol halini almıştır (Sonel, 1997, s. 12-13).

Doğada gözenekli kayaların süngerimsi yapısı içerisinde bulunan petrolün çıkarılabilmesi için yer altında hareketini engelleyecek kapan adı verilen jeolojik yapıların altında birikmesi gerekir. Daha sonra çıkarılan petrole ekonomik bir değer katabilmek için rafinerilerde işlenerek belirli ürünlere çevrilmesi gerekir.

1800'lü yılların ikinci yarısına kadar petrol çıkarılması için yeterli teknoloji ve bilgi mevcut değildir. Bu yüzden yeryüzüne kendiliğinden çıkan miktar kadar petrol kullanılmaktadır. Ancak zaman içinde petrolün yeryüzüne çıkarılması için yapılan çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır. Amerika'da 1859 yılında ilk petrol arama ve çıkarma faaliyeti sonuç vermiştir. Sonraki yıllardan günümüze kadar ise sondaj tekniği ile daha az maliyetle daha fazla petrol çıkarılması sağlanmıştır (Ediger, 2006, s. 80).

Bir diğer petrol arama ve çıkarma yöntemi de sismik araştırma yöntemidir. Bu yöntemden ses dalgaları aracılığı ile yararlanılmaktadır. Ses dalgaları yeryüzünün derinliklerine gönderilir ve katmanlar farklı frekanslarda geriye ses dalgaları yansır. Ses dalgalarının bilgisayar aracılığıyla programlarda incelenmesi ile yeryüzü katmanlarının haritası oluşturulur. Bu sayede petrolün biriktiği yerler tespit edilmeye çalışılır. Petrol rezervleri ile ilgili kesin sonuca ise ancak kuyu açıldıktan sonra ulaşılabılır (Pipe, 2013, s. 8).

Petrolün değerini belirleyen en önemli etken yoğunluğudur. Petrolün yoğunluğu gravite ile ölçülür. Uluslararası anlaşmalara göre American Petroleum Institute (API) gravite değeri kullanılır. Hafif petrolün API gravite değeri daha büyükken, yoğunluk arttıkça API gravite değeri azalmaktadır. Yoğunluğu az olan petrolün ise kalitesi artmaktadır. API skalasına göre 70-45 aralığı çok hafif, 45-25 aralığı hafif, 25-10 aralığı ağır petrol olarak gruplandırılmıştır. Dünyada genellikle 27-35 aralığındaki API değerine sahip petrole rastlanmaktadır (Sevim, 2015, s. 203).

1.3.1.3. Doğal Gaz

Doğal gaz, uzun yıllar önce yaşamış bitkiler ve hayvanların yeraltında kalmış atıklarının yüksek sıcaklıklar altında ve yüksek basınç etkisiyle kimyasal değişime uğraması sonucu; etan, metan, bütan, karbondioksit, propan, nitrojen, oksijen, hidrojen sülfid gibi gazların bileşiminden oluşan rengi ve kokusu olmayan havadan hafif bir gazdır (Devold, 2013, s. 23).

Doğal gaz genellikle petrol sahalarında, tıpkı petrol gibi gözenekli kayalar arasında serbest halde bulunur. Kimyasal özelliklerinin getirisi ile oda sıcaklığı ve atmosferik basınç altında tamamen gaz halinde bulunur. Doğalgaz rezervleri tespit edilirken sismik yansıma yöntemi kullanılmaktadır. Gerekli ölçüm aletleri ile basınç

değeri tespit edilir. Daha sonra bir miktar gaz serbest bırakılarak yeniden ölçüm yapılır. Sonrasında ise iki basınç ölçümü arasındaki fark dikkate alınır. İki basınç ölçüsü arasındaki farkın yüksek olması gaz hacminin düşük olduğunu göstermektedir. Tersî şekilde iki basınç arasındaki farkın düşük olması ise gaz hacminin yüksek olduğunu göstermektedir (Aydın, 2014, s. 120).

Elektrik üretimine gaz ve buhar türbinleri kullanılarak katkı yapan doğal gaz, fosil tabanlı ana enerji kaynakları arasında en temizidir. Geleneksel yakıtların tamamı yanma esnasında hem çevreye hem de insan sağlığı üzerine olumsuz etkiler bırakmaktadır. Doğal gaz, petrolün yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksitten yaklaşık %30 daha az karbondioksit üretir. Ayrıca kömüre göre yaklaşık %45 daha az kullanım ile eş değer ısı üretimi sağlar (Demirel, 2012, s. 35).

Diğer fosil yakıtlar ile kıyaslandığı zaman doğal gazın birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlara en iyi örnek zehirsiz bir gaz olması verilebilir. Bu sayede solunduğu zaman negatif bir etki yaratmamaktadır. Havadan hafif olması sebebiyle de yaşanacak bir gaz kaçağı gibi durumlarda havalandırma boşluklarından kolayca dışarıya atılabilmektedir (Akpınar ve Başbüyük, 2011, s. 122).

1.3.1.4. Nükleer Enerji

Radyoaktif maddelerin atomlarından elde edilen enerji nükleer enerji olarak karşımıza çıkmaktadır. Uranyum, plutonyum gibi büyük atomların parçalanması sırasında kaybolan kütle nedeniyle büyük miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Bu enerjiye fisyon enerjisi denir. Hidrojen, deuterium, trityum gibi küçük atomların birleşmesi ile, hafif atom çekirdekleri arasında başlangıçtakinden daha ağır atom çekirdekleri oluşmakta ve kaybolan kütle nedeniyle enerji açığa çıkmaktadır. Bu süreçte ortaya çıkan enerjiye ise füzyon enerjisi denir (Yavuzcan, 1994, s. 91).

Uranyum'un 1789 yılında keşfedilmesi ile başlayan, atomun 1934 yılında parçalanması sonucu devam etmekte olan süreçte nükleer enerji ortaya çıkmıştır. 2. Dünya Savaşı esnasında Japonya Devleti'nin Nagazaki ve Hiroşima bölgelerine bırakılan atom bombaları ile nükleer enerji dünya çapında resmi olarak tanınmıştır. Nükleer enerji temelli üretilen silahın yok edici, güçlü bir enerjisi bulunmaktadır. Atıldıktan birkaç saniye geçtikten sonra canlıları yakmış, yapıları yıkmıştır. Ayrıca içeriğinde barındırdığı radyoaktif maddeler yıllarca devam edecek kanser, kısırlık ve

körlük gibi birçok yan etkiyi beraberinde getirmiştir (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003, s. 26). 1970'li yılların başında yaşanan petrol temelli kriz ile nükleer enerjiye olan talep artmıştır. Diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla güvenilir, sürdürülebilir, ucuz ve erişilebilir olması sebebiyle daha çok ön plana çıkmıştır (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>).

Nükleer enerjinin uygulama alanları; tıp, tarım ve hayvancılık, endüstri olarak sıralanabilir. Nükleer enerjinin en çok geliştiği alan tıp alanıdır. Özellikle kanser tedavisinde kullanılan ışınların elde edildiği makineler nükleer enerjiden elde edilen ürünlerden oluşmaktadır. Nükleer enerjinin bir diğer tıbbi kullanımı da radyoaktif maddelerin damardan veya ağızdan insan vücuduna verilerek hastalığın tespit edilmesidir. Bir diğer uygulama alanı olan tarımda ise bitkilerde üretim artışı sağlamak için genetik çalışmalarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda yine tarımda ıslah çalışmalarında bitki, gıda, su ve toprak ilişkilerinin hassas biçimde incelenmesinde kullanılmaktadır. Çeşitli haşerelerle ve böceklerle mücadelede, çiftlik hayvanlarının üreme performanslarının artırılmasında, depolanmış halde bulunan tarım ürünlerinin ışınlanarak korunmasında da uygulama alanları bulunmaktadır. Endüstri dalında ise birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Besinlerin sterilizasyonunda ve tıbbi malzemelerin sterilizasyonunda da uygulama alanı bulunmaktadır. Boru ve metallerdeki kaynak çatlaklarının, üretim çatlaklarının tespit edilmesinde; kalınlık, yoğunluk, kaplama kalınlık ölçümünde, tahribatsız testlerde, büyük silolarda ise seviye tespitinde v.b. uygulama alanları mevcuttur (Palabıyık vd, 2010, s. 174).

Doğal gaz veya kömür enerjisi elde edilirken meydana yanma enerjisi çıkarken, nükleer enerjide ise fisyon yani parçalanma enerjisi kullanılmaktadır. Bu bağlamda da santral sahalarında deşarj edilen soğutma suyu ile canlılara temiz sulak araziler bırakmakta ve havanın kalitesini bozacak emisyon veya kül ortaya çıkmadığından nükleer enerji çevreye en duyarlı yenilenemeyen enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Nükleer enerjinin enerji üretiminde az hammadde kullanılmasından dolayı maliyetleri düşüktür. Ayrıca potansiyel rezervleri yüksek olmasından dolayı uzun yıllar kullanım alanı bulabilecektir. Dışa bağımlılığı azaltmak adına önemli bir avantajı da nükleer enerji yakıtlarının 10 yıl depolanabilmesidir. Nükleer enerji

hammadde hacmine kıyasla oldukça fazla miktarlarda enerji sağlamaktadır. 3 kWh elektrik enerjisi için 1kg kömüre, 4 kWh elektrik enerjisi için 1 kg petrole ihtiyaç duyulurken 1 kg uranyumdan 50.000 kWh elektrik enerjisi üretilebilmektedir (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003, s. 27).

Nükleer enerjinin dezavantajları da mevcuttur. Radyoaktivite sebebiyle üretim öncesi, üretim aşaması veya üretim sonrası tehlikeler mevcuttur. Atık zehirlerinin %99'unu ancak 600 yıl sonra kaybetmektedir. Uranyum madeninin çıkarılması için ise çok fazla arazi işlenmekte ve çok fazla atık ortaya çıkmaktadır. Kullanılmış olan yakıtın reaktörlerden alınması suretiyle işleme yapılan tesislere taşınması veya çıkan fazla seviyede atığın gömülmesi amacıyla taşınması gerekmektedir. Taşımlar esnasında potansiyel tehlikeler mevcuttur. Nükleer santrallerinin kurulumunda ise pazara ve soğutma suyuna yakınlık önem taşımaktadır. Bu sebeple denizler, haliçler, göller ve akarsuların kıyıları daha uygun mekânlardır. Nükleer santrallerde kaza riskinin yüksekliği doğal afetlerle birlikte daha da artmaktadır. Bu yüzden nükleer santral kurulacak yerlerin dikkatle ve özenle seçilmesi gerekmektedir. Nükleer santrallerin büyük kentler ve yoğun nüfuslu bölgelerden uzağa kurulması risklerin önlenmesi adına önem arz etmektedir. Teknik arızalara bağlı olarak radyoaktif kirleticilerin havaya yayılması ve çevreye yayılması sonucu büyük zararlara yol açabilirler. Bu şekilde radyoaktif kirleticilerin çevreye ve havaya yayılması sonucu meydana gelen zararlara birçok örnek mevcuttur. İngiltere'de bulunan Vindscale Pile Nükleer Santralinde 1957 yılında ortaya çıkmış olan kazada, 200 km²'lik bir alan santralin yanması sonucu kullanılamaz duruma gelmiştir. Nükleer santral kazalarından en etkilisi ise kuşkusuz Çernobil Nükleer Santralinde ortaya çıkmış kazadır. Ukrayna'da 1972 yılında kurulmuş olan Çernobil Nükleer Santrali, 25 Nisan 1986 tarihinde çok güçlü bir patlama yaşamıştır. Bu kaza sonucu radyasyon yayılması 25 Nisan'dan 15 Ağustos'a kadar devam etmiştir. Kaza sonucu 3200 insan yaşamını yitirmiştir. Ayrıca 50 km yarıçaplı alandan 150.000 insan tahliye edilerek uzaklara yollanmıştır. İsveçli bilim insanları radyoaktivite ölçümleri sayesinde kazayı tespit edinceye kadar kaza gizlenmiştir. Fakat radyoaktif maddelerin bulutlara yüklenmesi sonucu zararın daha büyük alanlara yayılımı gerçekleşmiştir. Bu felaket birçok ülkeyi etkilemekle birlikte, Türkiye'ye de bu zarardan etkilenen ülkeler

arasında yer almıştır. Özellikle Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde tarım sektörü bu kazadan fazlaca etkilenmiştir (Temurçin ve Aliağaoğlu, 2003, s. 28).

1.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynaklarının dünyanın her yerinde bulunmamaları, doğada kendi kendine yenilenemiyor olmaları, insanlar tarafından geri dönüşüm sürecine dâhil edilememeleri, bu yakıtlar çıkarılırken yaşanan problemler ve taşıma maliyetleri gibi sebepler birincil enerji kaynaklarının yerine alternatif enerji kaynakları bulmanın önemini artırmıştır. Fosil yakıt rezervlerinin zamanla tükeneceği gerçeği de bu süreci hızlandırmıştır.

1973 yılında yaşanan petrol krizi ile birlikte enerji arz güvenliği kavramı sorgulanmaya başlanmıştır. Bu dönemde yaşanan, Suriye ile Mısır'ın İsrail'e saldırması ile başlayan Yom Kippur savaşında ABD İsrail ordusuna destek vermiştir. ABD'nin bu desteği sonucu Arap ülkeleri petrol ticaretine ambargo koyarak ABD'yi cezalandırma yoluna gitmişlerdir. OAPEC¹, savaşta İsrail'e destek veren ülkeler ile ABD'ye artık petrol ihraç etmeyeceğini açıklamıştır. OPEC² üyesi ülkeler ise kendi enerji güvenliklerini sağlamak adına petrol fiyatlarını artırmışlardır. Arzı kısılmasına rağmen talebi sabit kalan petrolün fiyatı devamlı artış göstermeye başlamıştır. Petrol krizinde yaşanan bu devamlı fiyat artışı sonucu ülkeler alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır. 1980'li yılların ortalarında petrolün fiyatında düşüş yaşanmasına rağmen artık riskli bir kaynak olarak görülmeye başlanmıştır. Bu sebeple alternatif enerji kaynakları arayışına yönelinmiştir. Fosil yakıtlara ya da nükleer enerjiye dayanmayan, uluslararası alanda krizlere yol açmayacak ve tükenme ihtimali olmayan kaynaklara yönelmek büyük heyecan yaratmıştır. Ancak petrol krizinin aşılmasıyla fiyatlarda yaşanan düşüşler, ayrıca yenilenebilir enerji için yeni teknolojiler geliştirmenin gerekliliği ve geleneksel kaynaklardan çıkar elde eden

¹OAPEC; OPEC üyesi Arap ülkeleri, Mısır ve Suriye'den oluşur.

²OPEC; (Organization of Petroleum Exporting Countries), Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü. Afrika; Nijerya, Angola, Libya, Cezayir - Ortadoğu; İran, Irak, Kuveyt, Katar, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri – Güney Amerika; Venezuela, Ekvador – Güney Doğu Asya; Endonezya

devlet ve şirketlerin baskıları bu heyecanı sekteye uğratmıştır (Çıtak ve Pala, 2016, s. 83).

1.3.2.1. Güneş Enerjisi

Dünyadan yaklaşık 150 milyon kilometre uzakta bulunan güneş aslında bütün enerji kaynaklarının oluşumuna katkı sağlamaktadır. Güneşin dünyaya yaydığı enerji sonucu değişimler yaşanarak farklı enerji kaynakları oluşmuştur. Örneğin fosil kaynaklar bu şekilde yüzyıllar içinde güneşten gelen enerji ile değişime uğramaktadırlar.

Güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklinde gerçekleşen füzyon süreci sonunda ortaya çıkan ısınma enerjisine güneş enerjisi denir (Ablabekova, 2008, s. 39). Dünya'dan yaklaşık 330.000 kat büyük olan güneş, doğal füzyon rektörüdür (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s. 261). Her yıl dünyanın yeryüzüne gelmekte olan güneş enerjisi, fosil yakıt kaynaklarının ve uranyum yakıt kaynağının yaklaşık olarak 10 katına denk gelmektedir. Güneşin dünyaya gönderdiği enerji yaklaşık olarak 150 milyon nükleer santralden üretilen enerjiye eşdeğerdir ve yıllık enerji tüketiminin 15.000 katından daha fazlasına eşittir (Sevim, 2015, s. 217).

M.Ö. 400'lü yıllardan beri kullanım alanı bulan güneş enerjisi modern anlamda ise 18. ve 19. yüzyıllardan beri kullanılmaktadır. 1600'lü yıllarda Galile'nin mercek ve teleskop üzerinde yaptığı çalışmalar ile bu alana ilgi artmıştır. 1725 yılında Fransız bilim adamı Belidor ilk kez güneş enerjisi yardımıyla çalışan su pompası yapmıştır. 1767 yılında İsveçli bir bilim adamı olan Horace Saussure dünyanın ilk güneş kolektörünü yapmıştır. 1839 yılında Fransız bilim adamı Alexandre Edmond Becquerel platin tabakalar üzerinde elektrik akım şiddetini gözlemlerken fotovoltaiik³ etkiyi saptamıştır. Fransız bilim adamı Mouchot, 1860 yılında, parabolik aynaların yardımıyla güneş ışınlarını odaklamak suretiyle küçük bir buhar makinesi icat etmiştir. Ancak güneş enerjisi ile ilgili ilk ticari uygulama Boston'lu Aubrey Eneas tarafından 1892 yılında güneş motoru üzerine yapılan çalışmalar ile başlamıştır. Aubrey Eneas 1900 yılında ilk güneş enerjisi şirketi The Solar Motor Cooperation'ı kurmuştur (Sevim, 2015, s. 216-217).

³ Fotovoltaiik(PV), güneş enerjisini elektrik akımına dönüştürme teknolojisidir. PV hücreler, yarı iletken maddelerdir, güneş enerjisini doğrudan elektriğe dönüştürürler.

1973 Petrol Krizi ile birlikte güneş enerjisi alanında yapılan çalışmalar artırılmıştır. ABD, Rusya, Japonya, İtalya, İspanya gibi sanayileşmiş ülkeler güneş enerjisi kullanım projelerini ele almışlardır. Özellikle evlerde kullanmak amacıyla sıcak su sağlanabilmesi için güneş kolektörlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır (Ablabekova, 2008, s. 41).

Güneş enerjisinden yararlanabilmenin iki yolu vardır. Bunlardan doğrudan yararlanma yöntemi fotovoltaiik paneller aracılığıyla sağlanırken dolaylı olarak yararlanma termal paneller ile sağlanmaktadır. Fotovoltaiik paneller ile güneş enerjisi doğrudan elektriğe dönüştürülebilirken termal paneller ile ısı enerjisine dönüştürülebilmektedir. Güneş enerji panellerinin kurulumu ile toplanan güneş enerjisi, kullanım kolaylığının yanında çevreye bir zararı bulunmaması ve zararlı atık oluşturmaması ile dikkat çeken bir yenilenebilir enerji kaynağı olmuştur. Güneş enerjisinden çoğunlukla güneş pilleri aracılığı ile fotovoltaiik paneller kurularak faydalanılmaktadır. Güneş enerjisinin önündeki en büyük engel ise bu güneş pillerinin maliyetidir. Güneş pillerinin maliyetinin ucuzlatılması ve bireylerin kendi ihtiyacı olan enerjiyi yine kendilerince elde edebilme imkânlarının artması enerji konusunda yeni bir boyutun olacağı anlamını taşımaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s. 261).

Güneş pillerinin maliyetinin yanı sıra güneş enerji panellerinin kurulumu için gerekli olan arazinin yeterli olmaması da büyük bir engeldir. Bu durumla beton alanlar ve binaların çatıları kullanılarak mücadele edilebilir (Parfit, 2005, s. 88).

Genel olarak değerlendirecek olursak güneş enerjisinin kurulum esnasındaki maliyetleri dışında başka bir maliyet dikkat çekmemektedir. Bu yüzden kurulum maliyetlerine katlanıldığı takdirde hem termal enerji yaratması hem de elektrik enerjisi yaratması bakımından oldukça cazip bir enerji kaynağıdır. Evlerde ve iş yerlerinde doğrudan kullanılabilmesi en önemli avantajlarından biridir. Aynı zamanda çevreyi kirletmemesi ve ekolojik dengeye zarar vermemesi de güneş enerjisini cazip hale getirmektedir.

1.3.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Yeryüzünde farklı sıcaklık, nem ve basınç oluşumuna neden olan güneş ışınları, yeryüzünde farklı ısınmalara ve soğumalara yol açmaktadır. Yeryüzünde

yaşanan bu farklı ısınmalar ve soğumalar ise hava hareketlerine yol açmaktadır. Isınan hava atmosferin yukarısına doğru yükselir, soğuyan hava ise alçalır. Atmosferdeki havanın sıcaklık ve basınçtan dolayı, hava hareketlerinin yüksek basınçtan alçak basınca doğru esmesi sonucu rüzgâr oluşur (Özalp, 2018, s. 92). Rüzgâr enerjisi, hava akımlarının gücünden yararlanılarak elde edilen enerji çeşididir. Rüzgâr'dan enerjinin elde edilebilmesi için belirli bir şiddette ve sürekli olarak esmesi gerekmektedir (Çıtak ve Pala, 2016, s. 84). Rüzgâr enerjisi rüzgârın esiş yönüne ve hızına bağlı olarak hem karada hem de açık denizde potansiyel barındırmaktadır. Potansiyelinin en yüksek olduğu yer açık denizdir. Çünkü açık denizde hiçbir engelle karşılaşmamaktadır. Bu yüzden denize veya okyanusa kıyısı olan ve açıktan gelen rüzgârı direk karşılayan kara kıyı alanları rüzgâr türbinlerinin kurulması için en avantajlı noktalardır.

Rüzgâr türbini sayesinde rüzgârda bulunan kinetik enerji ilk olarak mekanik enerjiye dönüştürülür ardından elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr türbinlerinin elektrik enerjisi üretmesi için rüzgârın belirli bir hıza ulaşmış olması gerekmektedir. Bir rüzgâr türbini devreye giren yani cut-in ve devreden çıkan yani cut-out rüzgâr hızlarının arasında enerjinin üretilmesini sağlamaktadır. Modern anlamda rüzgâr türbinlerinin devreye giren yani cut-in hızları 2-4 m/s, nominal hızları ise 10-15 m/s'dir. Modern anlamda rüzgâr türbinlerinin devreden çıkan yani cut-out hızları ise 25-35 m/s arasındadır. Rüzgâr türbinlerinin her biri için ayrı olarak belirlenen bir rüzgâr hızında, sistem sayesinde elde edilecek olan güç en büyük değerine ulaşır. Bu esnada oluşan en büyük güç nominal güçtür ve bu esnadaki rüzgâr hızıda nominal hızdır. Sistemin tahrip olmaması için belirli bir rüzgâr hızına ulaştıktan sonra rüzgâr türbinlerinin otomatik olarak stop konumuna geçmesi sağlanır. Bu esnada oluşan maksimum hıza ise sistemin cut-out hızı adı verilmektedir (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>).

Rüzgâr enerjisini etkileyen en önemli faktör hâkim rüzgâr yönüdür. Coğrafi olarak önem taşıyan hâkim rüzgâr yönü tespit edilmelidir. Bunun yanı sıra rüzgâr hızı da önem taşımaktadır. Hızlı esen rüzgârlar, türbinlere daha yüksek basınç yaparak türbinin daha hızlı dönmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda hızlı esen rüzgâr sonucu türbinlerin daha hızlı dönmesi daha yüksek miktarda enerji üretilmesini sağlamaktadır. Ancak hâkim rüzgâr yönü tespit edilmediği takdirde rüzgâr hızı ne

kadar iyi olursa olsun elde edilen enerji verimli ve ekonomik olmayabilir (Ağca, 2019, s. 19-20).

Rüzgâr enerjisinin bazı avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- ✓ Atmosferde bol miktarda bulunur,
- ✓ Tükenme riski yoktur,
- ✓ Hammadde ihtiyacı yoktur,
- ✓ Yenilenebilir ve güvenilir bir enerji kaynağıdır,
- ✓ Çevreyi kirletmez, doğa dostudur,
- ✓ Yenilenemeyen enerji kaynaklarında olduğu gibi sera gazı etkisi yoktur.
- ✓ Yakıt maliyeti yoktur,
- ✓ İklim değişikliğine neden olmaz,
- ✓ Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre kurulum maliyeti en az olan kaynaklardandır,
- ✓ Yerli bir enerji kaynağıdır, enerjide dışa bağımlılığı bulunmaz,
- ✓ Atıl alanlara kurulan türbinler ile bu alanların değerlendirilmesi sağlanır,
- ✓ Kurulum aşamalarında istihdamı artırır,
- ✓ İşletme ve bakım maliyetleri düşüktür,
- ✓ Fiyat artış riski bulunmaz,
- ✓ Kurulan rüzgâr türbinleri çevresinde tarım ve hayvancılık faaliyetleri devam ettirilebilir.

1.3.2.3. Jeotermal Enerji

Yeryüzünün derinliklerinde kayaçlar içerisinde birikmiş bulunan ısı enerjisi jeotermal enerjidir. Meteorik suların geçirimli kayaçlardan yeryüzünün derinliklerine süzülmesi suretiyle ısı kaynağına yaklaşması ve ısı kaynağında birikmiş olan ısı enerjisi ile ısınması sonrasında, ısınmış su ile soğuk su arasında oluşan yoğunluk farkı sebebiyle yukarıya doğru yükselmektedir. Daha sonra geçirgen olmayan kayaçlarla örtülmüş poroz ve permeabil zonlar içinde birikmesi sonucu jeotermal rezervuarlar meydana gelmektedir. Jeotermal kaynak akışkan permeabil faylar boyunca yeryüzüne kadar çıktığı zaman gayzer ve sıcak yer altı suları gibi jeotermal belirtileri oluşturmaktadır. Jeotermal akışkan, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı devamlı 20°C den fazla olan ve çevresindeki

normal yeraltı ve yerüstü sularına kıyasla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar bulundurabilen sıcak su ve buhar olarak ifade edilebilir (Şener, 2005, s. 240).

İklim koşullarından etkilenmemesi ve hava şartlarına bağlı olmadan elde edilmesi ve bu sayede sürekliliğini yitirmemesi yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin en büyük avantajıdır. Jeotermal enerji elektrik enerjisi üretimi, evlerde ısıtma, kışın yolları ve kaldırımları kaplayan karların eritilmesi, seracılık, tarımsal ürünlerin kurutulması, termal turizm gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

1.3.2.4. Biyokütle Enerjisi

5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”da biyokütle enerjisi “Bitkisel yağ atıkları, organik atıklar, tarımsal hasat atıkları, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesiyle oluşan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlardır.” şeklinde tanımlanmaktadır.

Biyokütle enerjisi temel maddesi karbonhidrat olan bir enerji kaynağıdır. Fotosentez sonucu bitkiler güneşten aldıkları enerjiyi kimyasal enerjiye dönüştürmektedirler. Biyokütle öncelikle temiz bir enerji kaynağıdır ve çevreye zarar vermez. Aynı zamanda sosyo-ekonomik gelişime katkı sağlayan, her yerde yetiştirilebilen, elektrik üreten, araçlara yakıt kaynağı olarak kullanılabilen önemli bir enerji kaynağıdır. Direkt olarak yakılabildiği gibi farklı süreçler sonucu yakıt kalitesinin artırılması ile muadil biyo-yakıtlar elde edilebilmekte ve enerji teknolojisinde değerlendirilebilmektedir (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s. 265).

Başlıca biyokütle kaynakları şu şekilde sıralanabilir: (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>).

1. Bitkisel Biyokütle Kaynakları

- Tohumu yağlı bitkiler (ayçiçek, soya, kanola v.b.)
- Nişasta ile şeker içeren bitkiler (mısır, patates, buğday v.b.)
- Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum v.b.)
- İçeriğinde protein bulunduran bitkiler (fasulye, bezelye v.b.)
- Tarımsal ve bitkisel atıklar (saman, dal, kabuk v.b.)

2. Ormandan ve Orman Ürünlerinden Elde Edilebilen Biyokütle Kaynakları

- Odun atıkları ile orman atıkları (enerji ormanları ve bitkileri, çeşitli ağaçlar)
3. Hayvansal Biyokütle Kaynakları
- Koyun, sığır, tavuk v.b. hayvanların dışkıları ile kesimhane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi esnasında oluşan atıklar.
4. Organik Çöpler ile Endüstriyel Atıklardan ve Şehir Atıklarından Elde Edilen Biyokütle Kaynakları
- Kanalizasyondan çıkan atıklar, dip çamurları, kâğıt sanayinden çıkan atıklar, gıda sanayinden çıkan atıklar, endüstriyel ve evsel atık suları ile belediye ve büyük sanayi tesisleri atıkları.

1.3.2.5. Hidroelektrik Enerji

Suyun veya daha genel bir tanımlama ile durgun ve hareket halindeki sıvıların özelliklerini ve bağlı bulunduğu yasaları inceleyen bilim dalına Hidroelektrik denilmektedir. Durgun sıvıları inceleyen bölüm hidrostatik, hareketleri sıvıları inceleyen bölüm ise hidrodinamiktir (Yavuzcan, 1994, s. 52).

Akan suyun gücünden elde edilen enerjiye hidroelektrik enerji denmektedir. Hidroelektrik enerji nehirler üzerine kurulan barajlar sayesinde suda bulunan potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi yoluyla elde edilmektedir. Bir diğer hidroelektrik enerji elde etme yolu ise su depolarıdır. Yağışların çok olduğu dönemlerde yağmur suları depolarda biriktirilmekte ve kuralık dönemlerinde bu depolardaki sudan enerji elde edilmektedir. Hidroelektrik enerji elde ederken pompalanan su depoları da kullanılabilir. Suyun bir havuzdan başka bir havuza pompalanması ile nehir akımının sahip olduğu enerjiden daha fazla enerji potansiyeline sahiptir (Ablabekova, 2008, s. 35).

Hidroelektrik enerjinin pek çok avantajı bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sayılabilir:

- Çevreye zararsız ve doğa dostudur,
- Sürekli,
- Yenilenebilir,
- Güvenilirdir,
- Sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır,
- Yenilenemeyen enerji kaynaklarında olduğu gibi sera gazı etkisi yoktur,

- Ülke kaynaklarından üretilen bir enerji kaynağı olmasından dolayı enerjide dışa bağımlılığı azaltır,

- Yakıt maliyeti yoktur,
- Kurulan hidroelektrik santrallerinin işletme ve bakım maliyetleri düşüktür,
- Hidroelektrik santrallerin kurulumu esnasında istihdam yaratır,
- Ülkedeki küçük ve büyük suların değerlendirilmesini sağlar.

Hidroelektrik potansiyeli üç farklı biçimde değerlendirmek mümkündür. Bir ülke sınırları içerisinde akışların tam verimle değerlendirilmesi ile brüt teorik hidroelektrik potansiyeli, mevcut teknoloji ile değerlendirilmesi ile ise yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, mevcut ve beklenen yerel koşullar içinde değerlendirilmesi ile de ekonomik hidroelektrik potansiyel ortaya çıkmaktadır (Konca, 2018, s. 47).

1.4. ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Enerji kaynakları ister yenilenemeyen olsun ister yenilenebilir olsun pek çok avantaja ve dezavantaja sahiptirler. Bu noktada ülkeler daha çok sosyal, ekonomik ve coğrafik durumlarına göre hangi enerji kaynağına yöneleceklerine dair tercih yapmaktadırlar.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının avantajlarının başında maliyetlerinin düşük olması sayılabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha az maliyetle elde edilmeleri yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını daha cazip hale getirmektedir. Bir diğer avantajı ise yüksek enerji kapasitesine sahip olmalarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına göre elde edilen enerji miktarları çok daha fazla olmaktadır. Aynı zamanda üretilebilecek enerji miktarının ayarlanabilir olması bir diğer avantaj olarak değerlendirilebilir. Bu sayede kullanıma sunulacak kadar enerji üretilmekte ve depolama maliyetlerine katlanılmamaktadır. İstenildiği zaman depolanabilir olmaları da bir diğer avantaj olarak sıralanabilir. Bir diğer avantaj ise taşınabilir olmalarıdır. Bu sayede enerji üretimini gerçekleştiren ülkeler bakımından ihraç edilebilme olanakları veya enerji üretimine sahip olmayan ülkeler bakımından ithal edilebilme olanakları sağlanmış olur.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının avantajlarının yanı sıra bazı önemli dezavantajları da mevcuttur. Bunlardan en önemlisi yenilenemeyen enerji kaynakları sınırlıdır ve tükenme tehlikeleri mevcuttur. Bir diğer dezavantajı ise yenilenemeyen enerji kaynaklarının yanması sonucunda sera gazı açığa çıkmaktadır. Bu sera gazı etkisi ise çevreye zarar vermektedir. Havaya saldıkları kükürt, azot, karbon gibi gazlardan dolayı asit yağmurlarına sebep vermeleri de dezavantajlar arasındadır. Bir diğer dezavantaj olarak küresel ısınmaya sebep olmaları sayılabilir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının yeniden oluşumlarının uzun yıllar almaları da dezavantajları arasındadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ilk olarak sayabileceğimiz ve en önemli avantajı, yenilenebilir olmalarıdır. Kullandıkça yerine yenisi gelebilen kaynaklardır. Bir diğer avantajı ise ekonomik olmalarıdır. Bir defa kurulan santraller uzun yıllar ek maliyet çıkarmadan enerji üretimi gerçekleştirebilmektedir. Bir diğer ve önemli avantajları ise yerli olmalarıdır. Yerli oldukları için enerji bağımlılığına sebep olmazlar. Bu yüzden enerji güvenliği bakımından da önem arz etmektedirler. Temiz olmaları da yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli avantajlarından biridir. Temiz olmalarından kasıt çevreye büyük zararlar vermemeleri ve hava kirliliğine sebep olmamalarıdır. Bir diğer avantajı ise yine temiz kaynaklar olmalarından dolayı atık maliyetlerinin çok az olmasıdır. Aynı zamanda bunlarla bağlantılı olarak dışsal maliyetleri de azdır. Bu da yenilenebilir enerji kaynaklarının bir avantajı olarak sayılabilir. Bakım gereksinimlerinin düşük olması ve kurulum aşamalarında önemli ölçüde istihdam yaratmaları da avantajlar arasında sayılabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajlarına bakacak olursak öncelikle ilk yatırım maliyetlerinin çok yüksek olmasıdır. Bu yüzden yenilenemeyen enerji kaynaklarına yönelim biraz daha fazladır. Aynı zamanda 7/24 istenildiği zaman temin edilemeyebilirler. Örneğin güneş enerji panelleri güneşli havalarda dolarken bulutlu havalarda enerji üretimi çok düşük seviyelerdedir. Bir diğer dezavantajları ise depolanamamalarıdır. Genellikle üretildiği an kullanılırlar. Yenilenebilir enerji kaynakları yeniden oluşabilir ancak bu biraz uzun yıllar aldığı için bunu da dezavantaj olarak sayabiliriz. Coğrafi yapının her zaman yenilenebilir enerji kaynaklarına uygun olmaması da bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Son olarak

enerji üretim kapasitelerinin çok yüksek olmaması da dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.5. ENERJİ EKONOMİSİ

Gelişmiş ülkelerin elektrik üretiminde en çok tercih edilen doğal gaz, kömür ve petrol gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarına sahip olmalarının yanında daha az maliyetle daha fazla üretim yapmak için nükleer enerji santrallerine yöneldiklerini söyleyebiliriz. 1973 Petrol Krizinden sonra enerji artık sadece insan ihtiyaçlarını gidermek için üretimde kullanılan kaynak değil, adeta bir silah konumuna gelmiştir.

Enerji bu kadar önemli bir hale gelmişken ve kaynakları giderek çeşitlenmişken aynı zamanda üretim ve tüketiminde birçok ekonomik faaliyeti de beraberinde getirdiğinden dolayı enerji ekonomisi incelenmesi gereken başlı başına bir dal haline gelmiştir.

1.5.1. Enerji Verimliliği

Enerji ekonomisinin ana hedefleri arasında enerji verimliliği gelmektedir. Enerji verimliliği, hizmet kalitesinde, üretim miktarında ve ürün kalitesinde herhangi bir azalma yaşanmadan birim ya da ürün miktarı başına düşen enerji tüketiminin azaltılmasıdır (<https://enerji.gov.tr/enerji-verimliliği>).

Enerji verimliliği alanında üretilen politikalar hem ekonomik büyüme ve ekonomik kalkınma gibi kavramların sürdürülebilirliği için hem de zararlı sera gazı salınımlarının azaltılması için oldukça önemlidir.

Enerji verimliliği kavramı var olan enerjiyi, etkin kullanmayı, enerji arz güvenliğini sağlamayı ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmayı; iklim değişikliği ile mücadeleyi ve çevre kirliliğinin önlenmesini sağlamada önemli bir yere sahiptir.

1.5.2. Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğu milli gelir başına tüketilen enerji veya çıktı başına düşen enerji olarak tanımlanabilir. Enerjinin kullanımı her geçen gün arttığından dolayı enerji başına düşen üretim verimliliği yani enerji yoğunluğu, ülkelerin gelişmişlik düzeyini açıklarken tercih edilmektedir. Enerji yoğunluğu GSYİH başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil etmektedir (Adaçay, 2014, s. 90).

Enerji yoğunluğu ile enerji verimliliği kavramları ters orantılıdır. Yani bir ülkede enerji verimliliği ne kadar yüksekse enerji yoğunluğu o kadar düşüktür. Bir ülkenin enerji verimliliği yüksek olduğu takdirde birim hasıla üretiminde kullanılan enerji düşük demektir. Yani çıktı başına düşen enerji olan enerji yoğunluğu düşük demektir.

1.5.3. Enerji Arzı ve Enerji Talebi

Enerji arzı, mevcut enerji talebini karşılamak amacıyla doğada hazır bulunan kaynakların işlenerek kullanıma hazır hale getirilmeleri veya yenilenebilir kaynakların elde edilme şekillerine bağlı olarak kullanıma hazır hale getirilmeleridir. Enerji fiyatları, ithalat bağımlılığı ve tüketim düzeyi, yasal düzenlemeler, siyasi ve coğrafik faktörler enerji arzını etkileyen unsurlardır.

Enerji talebi ise, üretim faaliyetlerini gerçekleştirmek amacıyla firmaların, günlük tüketim ihtiyaçlarını gidermek amacıyla ise bireylerin ihtiyaç duydukları enerji miktarıdır. Enerji talebi ve fiyat esnekliği, enerji talebi ve gelir esnekliği, ekonomik büyüme, teknoloji, istihdam enerji talebini etkileyen unsurlardır.

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

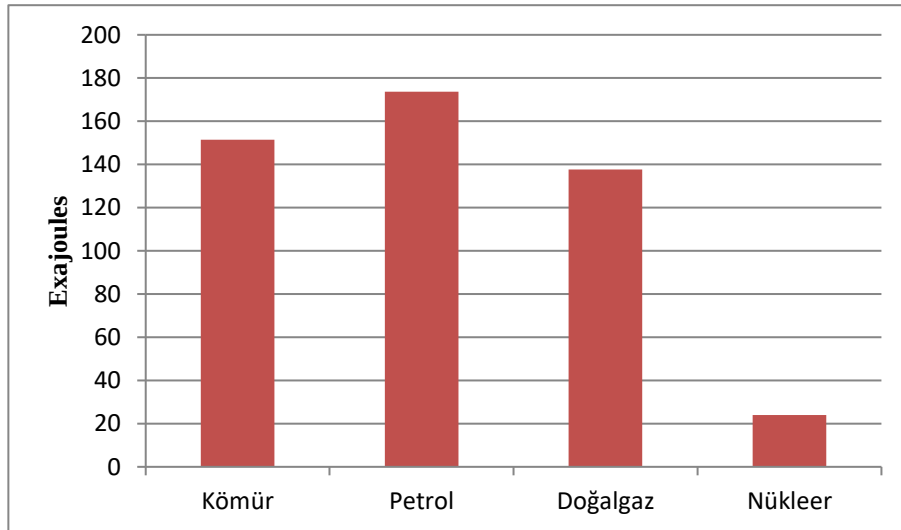
2.1. DÜNYA'DA YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Dünyadaki artan nüfus, sanayileşme ve bunlarla beraber kentsel nüfusun artması birincil enerji kaynaklarının talebinin de artmasına neden olmuştur.

Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı son yıllarda her ne kadar artış göstermiş olsa da hala temel enerji kaynağı olarak yenilenemeyen enerji kaynakları kullanılmaktadır. Dünya genelinde en çok tercih edilen enerji kaynağı petroldür. Özellikle ulaşım sektörü ile enerji sektöründe petrol kullanımı oldukça yüksektir. Yenilenemeyen yani fosil kaynaklı enerji kaynaklarının kullanımı fazla olduğu için de dünya genelinde küresel ısınma ve çevre kirliliği gibi problemler de oldukça yaygınlaşmıştır (Konca, 2018, s. 8-9).

Yenilenemeyen enerji kaynakları rezerv bakımından daha çok Orta Doğu, Hazar ve Sibirya bölgelerinde yaygındır (Konca, 2018, s. 7).

Grafik 1: Dünya Genelinde Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Tüketimi (2020)



Kaynak: (BP, 2021) <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Grafik 1'e göre dünyada yenilenemeyen enerji kaynakları tüketimi 2020 yılı verilerine göre exajoules⁴ değerleri ile yer almaktadır. ABD'de 1 yılda kullanılan enerji yaklaşık 94 EJ'dir. Buna göre grafikte yer alan değerlerden 173,733376075763 EJ ile 2020 yılında en büyük değere petrol tüketimi sahiptir. Doğal gaz tüketimi 137,61998401981 EJ, kömür tüketimi ise 151,424668917809 EJ olarak gerçekleşmiştir. Nükleer enerji tüketimi 23,9813185290368 EJ değeri ile en düşük değere sahiptir.

2.1.1. Dünya'da Kömür Potansiyeli

Kömür dünya genelinde enerji sektöründe elektrik üretimi için termik santrallerde, sanayi sektöründe, konutlarda ısınma amaçlı, demir-çelik sanayinde kullanılmaktadır. Kömür rezervleri küresel olarak diğer fosil kaynaklara göre daha homojen bir dağılıma sahiptir. Bunun yanı sıra enerji arz güvenliği açısından da petrol ve doğal gaza kıyasla daha güvenilir bir kaynak olması sebebiyle dünya genelinde elektrik üretiminde daha çok tercih edilen bir kaynaktır.

Tablo 1: Dünyada Bölgelere Göre Kanıtlanmış Kömür Rezervleri (2020)

Bölge	Kanıtlanmış Rezervler (Milyon Ton)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Avrupa	137240	12.8%
Asya Pasifik	459750	42.8%
Kuzey Amerika	256734	23.9%
Ortadoğu ve Afrika	16040	1.5%
Güney ve Orta Amerika	13689	1.3%
Bağımsız Devletler Topluluğu	190655	17.8%
Dünya Toplamı	1074108	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 1'de yer alan 2020 verilerine göre dünya genelinde kömür rezervlerinin %42,8'i Asya Pasifik bölgesinde, %23,9'u Kuzey Amerika bölgesinde, %12,8'i Avrupa bölgesinde, %17,8'i Bağımsız Devletler Topluluğunda, %1,5'i Ortadoğu ve Afrika bölgelerinde, %1,3'ü de Güney ve Orta Amerika bölgelerinde bulunmaktadır.

⁴ Exajoules: Bir kentilyon (1018) joule'a eşittir. ABD'de 1 yılda kullanılan enerji yaklaşık 94 EJdir. Joule: Uluslar arası Birim Sisteminde enerji, iş veya ısı miktarından türetilmiş bir ölçü birimi.

Dünya'nın 2015 yılındaki toplam kömür üretimi verilerine göre, küresel çaptaki kömür rezervlerinin yaklaşık olarak 134 yıllık ömrü kaldığı hesaplanmaktadır (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>). Dünyadaki kömür rezervi bilgileri dikkate alındığında yaklaşık 892 milyar ton kömür rezervi bulunmaktadır. Rezervlerin %57,1'lik kısmı olan 509 milyar ton kömür ABD'de, Rusya'da ve Çin'de bulunmaktadır (SGB Raporları, 2017, s. 13).

Tablo 2: Dünyada Bölgeler Göre Kömür Üretimi (2020)

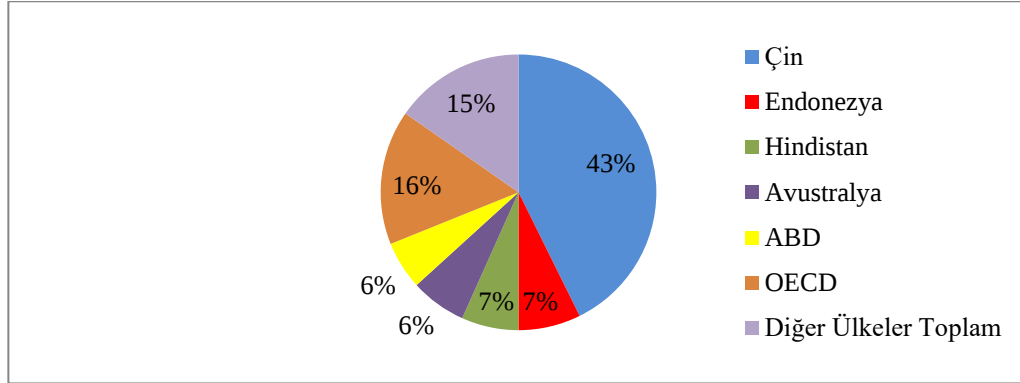
Bölge	Üretim (Exajoules)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	5.53	3.5%
Asya Pasifik	123.62	77.5%
Kuzey Amerika	11.76	7.4%
Ortadoğu ve Afrika	6.52	4.1%
Güney ve Orta Amerika	1.60	1.0%
Bağımsız Devletler Topluluğu	10.58	6.6%
Dünya Toplamı	159.61	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 2'de görüldüğü üzere 2020 yılı kömür üretiminde en yüksek paya %77,5 ile Asya Pasifik bölgesi sahiptir. Bölge içerisinde Çin üretimin %50'sine sahiptir. Dünya genelinde de kömür üretiminde en yüksek değerlere Çin sahiptir.

Avrupa bölgesinde ise en yüksek üretim değerlerine Almanya ardında da Türkiye sahiptir.

Grafik 2: Dünya Toplam Kömür Üretiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Grafik 2 'de görüldüğü üzere dünyanın en büyük kömür üreticisi olan Çin'in 2020 yılı kömür üretim değeri 80.91 EJ'dir. Çin bu değer ile tek başına dünya kömür üretiminin %43'ünü üretmektedir. OECD ülkelerinin 2020 yılında kömür üretimi toplamı 29.93 EJ olarak gerçekleşmiştir. Endonezya kömür üretimi 2020 yılında 13.88 EJ üretim değeri ile Çin'den sonra en çok üretimi gerçekleştiren iki ülkeden biri olmuştur. Diğer ise 12.68 EJ üretim değeri ile Hindistan'dır. Avustralya 12.42 EJ üretim gerçekleştirirken, ABD 10.71 EJ üretim gerçekleştirmiştir. ABD'de bir yılda ortalama 94 EJ enerji tüketildiği düşünülürse Çin 2020 kömür üretiminde neredeyse ABD'nin bir yılda tükettiği toplam enerjiyi sadece kömür üretiminden sağlamaktadır.

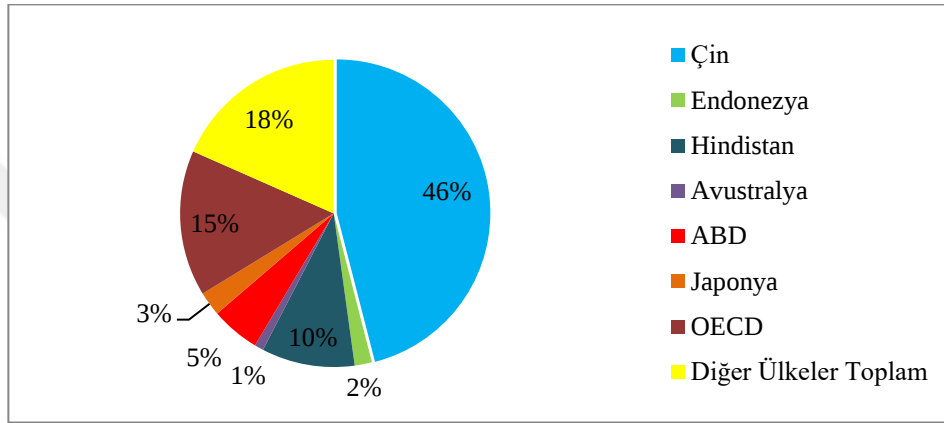
Tablo 3: Dünyada Bölgelere Göre Kömür Tüketimi (2020)

Bölge	Tüketim (Exajoules)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	9.40	6.2%
Asya Pasifik	120.97	79.9%
Kuzey Amerika	9.91	6.5%
Ortadoğu ve Afrika	4.49	3.0%
Güney ve Orta Amerika	1.48	1.0%
Bağımsız Devletler Topluluğu	5.17	3.4%
Dünya Toplamı	151.42	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 3'e göre 2020 yılı dünya kömür tüketiminde, 2020 yılı dünya kömür üretiminde olduğu gibi en büyük paya %79,9'luk tüketim ile Asya Pasifik bölgesi sahiptir. Daha sonra sırasıyla %6,5 ile Kuzey Amerika, %6,2 ile Avrupa, %3,4 ile Bağımsız Devletler Topluluğu, %3 ile Orta Doğu ve Afrika, %1 ile Güney ve Orta Amerika gelmektedir.

Grafik 3: Dünyada Toplam Kömür Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Grafik 3'te yer alan verilerde de görüldüğü gibi 2020 yılı dünya kömür tüketiminde en yüksek paya 2020 yılı dünya kömür üretiminde de olduğu gibi yine 82.27 EJ tüketim değeri ile Çin sahiptir. Hindistan tüketim değeri 17.54 EJ ile Çin'den sonra en yüksek kömür tüketim değerine sahip ülkedir. Ardından ABD 9.20 EJ tüketim değerine sahiptir. Japonya 4.57 EJ tüketim değeri ile dördüncü sırada gelmektedir. Endonezya'nın 3.26 EJ kömür tüketim değeri ve Avustralya'nın 1.69 EJ kömür tüketim değerleri diğerlerine kıyasla daha azdır.

2.1.2. Dünya'da Petrol Potansiyeli

Dünya'da petrolün ekonomik değeri, bir mal olarak kullanılması ve bir endüstri haline gelmesi ABD Pennsylvania'da 1859 yılında ilk modern ve ticari amaçlı petrol kuyusunun açılması ile ortaya çıkmıştır (Erdal, 2011, s. 58). Bu yıldan sonra petrol küresel güç olma konumunu elde etmiş ve bir daha bu konumunu kaybetmemiştir. Ülkeler bu tarihten sonra her zaman petrol kaynaklarına ulaşmak ve petrol kaynaklarının hakimiyetini ellerinde tutmak için mücadele etmişlerdir.

Tablo 4: Bölgelere Göre Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (2020)

Bölge	Miktar (1000 Milyon Ton)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Orta Doğu	113.2	48.3%
Güney ve Orta Amerika	50.8	18.7%
Kuzey Amerika	36.1	14.0%
Avrupa	1.8	0.8%
Afrika	16.6	7.2%
Asya Pasifik	6.1	2.6%
Bağımsız Devletler Topluluğu	19.9	8.4%
Dünya Toplamı	244.4	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 4'te yer alan 2020 yılı verilerine göre dünyada ki toplam petrol rezervlerinin %48,3'ü Orta Doğu bölgesinde yer almaktadır. %18,7'lik kısmı Güney ve Orta Amerika bölgelerinde, %14'ü Kuzey Amerika bölgesinde, %0,8'i Avrupa bölgesinde, %7,2'si Afrika bölgesinde ve %2,6'sı Asya Pasifik bölgesinde bulunmaktadır. Dünyadaki toplam petrol rezervlerinin %8,4'ü ise Bağımsız Devletler Topluluğunda bulunmaktadır.

2017 yılı verilerine göre ise petrol dünyada ki toplam enerji talebinin %33,7'lik kısmını karşılamaktadır (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol>).

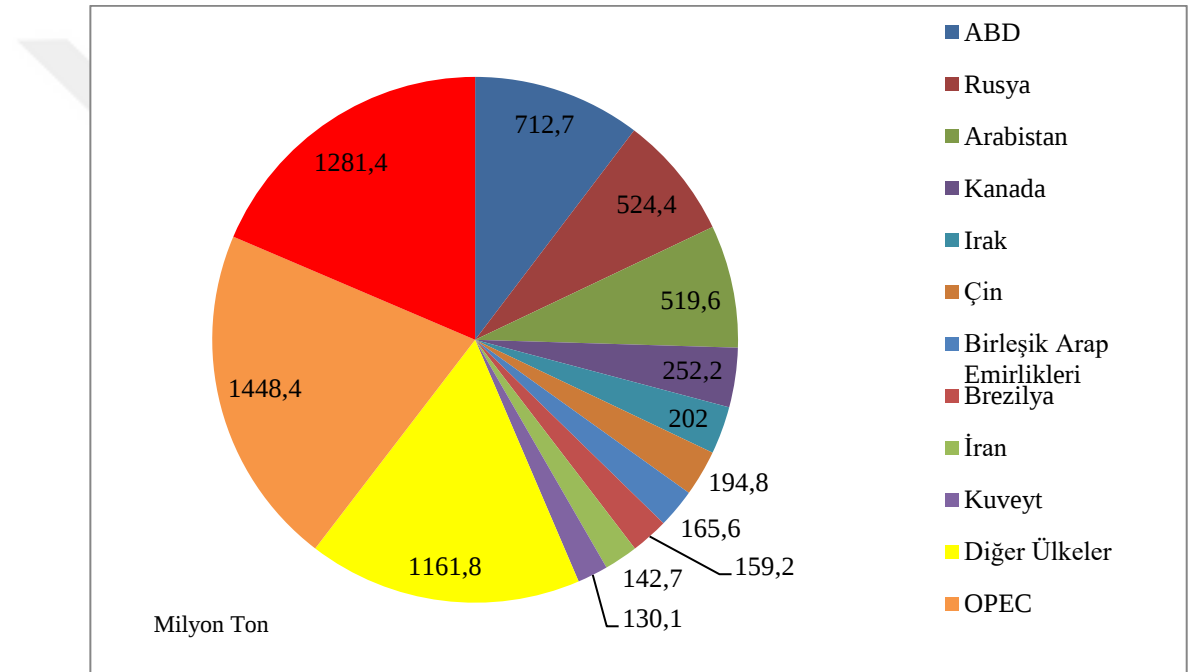
Tablo 5: Bölgelere Göre Petrol Üretimi (2020)

Bölge	Üretim (Milyon Ton)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	167.1	4.0%
Asya Pasifik	353.1	8.5%
Kuzey Amerika	1060.0	25.4%
Ortadoğu	1297.3	31.1%
Afrika	327.3	7.9%
Güney ve Orta Amerika	300.3	7.2%
Bağımsız Devletler Topluluğu	660.1	15.8%
Dünya Toplamı	4165.1	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 5’te yer alan bilgilere göre, 2020 yılı bölgelere göre petrol üretim payı en yüksek olan bölge %31,1’lik petrol üretim payı ile Ortadoğu’dur. Zaten petrol rezervlerinin yaklaşık %40’ı da yine Ortadoğu’da bulunmaktadır. Daha sonra en büyük paya %25,4 ile sahip Kuzey Amerika ve ardından %15,8 ile Bağımsız Devletler Topluluğu gelmektedir. Daha sonra ise sırasıyla %8,5 ile Asya Pasifik, %7,9 ile Afrika, %7,2 ile Güney ve Orta Amerika ve %4 ile Avrupa petrol üretim payları gelmektedir.

Grafik 4: Dünya Toplam Petrol Üretiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

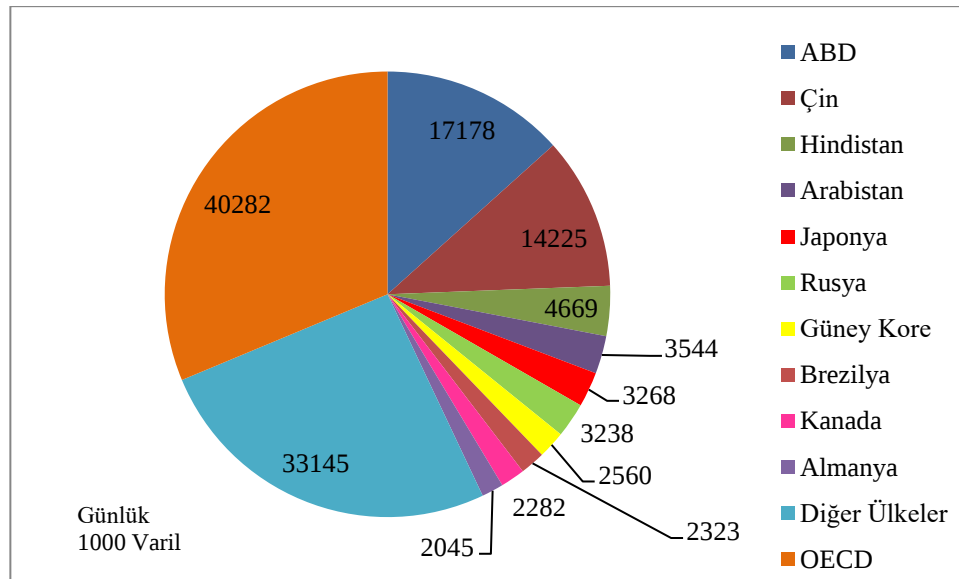
Grafik 4’te yer alan verilere göre 2020 yılı dünyada ki toplam petrol üretiminde en yüksek paya sahip ülke %17,1’lik pay ile ABD, daha sonra %12,6’lık pay ile Rusya ve %12,5’lik pay ile Arabistan’dır. Ardından sırasıyla %6,1’lik pay ile Kanada, %4,9’luk pay ile Irak, %4,7’lik pay ile Çin, %4’lük pay ile Birleşik Arap Emirlikleri, %3,8’lik pay ile Brezilya, %3,4’lük pay ile İran ve %3,1’lik pay ile Kuveyt gelmektedir. OPEC toplamı %34,8’lik bir paya sahipken, OECD toplamı %30,8’lik bir paya sahiptir.

Tablo 6: Dünyada Bölgelere Göre Petrol Tüketimi (2020)

Bölge	Tüketim (Günlük 1000 Varil)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	12788	14.5%
Asya Pasifik	33615	38.0%
Kuzey Amerika	20772	23.5%
Ortadoğu	8321	9.4%
Afrika	3559	4.0%
Güney ve Orta Amerika	5274	6.0%
Bağımsız Devletler Topluluğu	4149	4.7%
Dünya Toplamı	88477	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 6'ya göre 2020 yılı dünyada bölgelere göre petrol tüketim payı en yüksek %38'lik pay ile Asya bölgesidir. Daha sonra tüketimde en yüksek paya %23,5 ile Kuzey Amerika ve %14,5 ile Avrupa sahiptir. Daha sonra ise sırasıyla %9,4'lük payı ile Ortadoğu, %6'luk payı ile Güney ve Orta Amerika, %4,7'lik payı ile Bağımsız Devletler Topluluğu ve %4'lük payı ile Afrika gelmektedir.

Grafik 5: Dünya Toplam Petrol Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Grafik 5'te yer alan verilere göre 2020 yılında dünyadaki toplam petrol tüketiminde en yüksek paya sahip ülke %19,4'lük pay ile ABD ve %16,1'lik pay ile Çin'dir. Bu ülkelere en yakın petrol tüketim değerine sahip ülkeler ise sırasıyla %5,3'lük payı ile Hindistan, %4'lük payı ile Arabistan, %3,7'lik payı ile Japonya, %3,7'lik payı ile Rusya gelmektedir. Ardından ise %2,9'lik payı ile Güney Kore, %2,6'luk payı ile Brezilya, %2,6'luk payı ile Kanada ve %2,3'lük payı ile Almanya gelmektedir. OECD ülkeleri toplam payı ise %45,5'tir.

2.1.3. Dünya'da Doğal Gaz Potansiyeli

Petrol rezervlerinin dağılımında olduğu gibi doğal gaz rezervlerinin dağılımında da coğrafik olarak dengesizlikler söz konusu olmaktadır. Bu sebeple doğal gaz kaynağında da ulaşım, dağıtım konularında enerji arz güvenliği açısından istikrarsızlıklar yaşanması muhtemeldir.

Tablo 7: Bölgelere Göre Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri (2020)

Bölge	Miktar (Trilyon m ³)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Orta Doğu	75.8	40.3%
Avrupa	3.2	1.7%
Asya Pasifik	16.6	8.8%
Afrika	12.9	6.9%
Kuzey Amerika	15.2	8.1%
Güney ve Orta Amerika	7.9	4.2%
Bağımsız Devletler Topluluğu	56.6	30.1%
Dünya Toplamı	188.1	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 7'de yer alan 2020 yılı verilerine göre dünyadaki toplam doğal gaz rezervinin %40,3'ü Orta Doğu bölgesinde bulunmaktadır. %30,1'lik kısmı Bağımsız Devletler Topluluğunda özellikle bu payın %19,9'u Rusya, %7,2'si ise Türkmenistan'da bulunmaktadır. Dünya toplamından %8,8'lik rezerv payına Asya Pasifik bölgesi sahipken %8,1'lik paya ise Kuzey Amerika sahiptir. Daha sonra

%6,9'luk payı ile Afrika, %4,2'lik payı ile Güney ve Orta Amerika, %1,7'lik payı ile Avrupa gelmektedir.

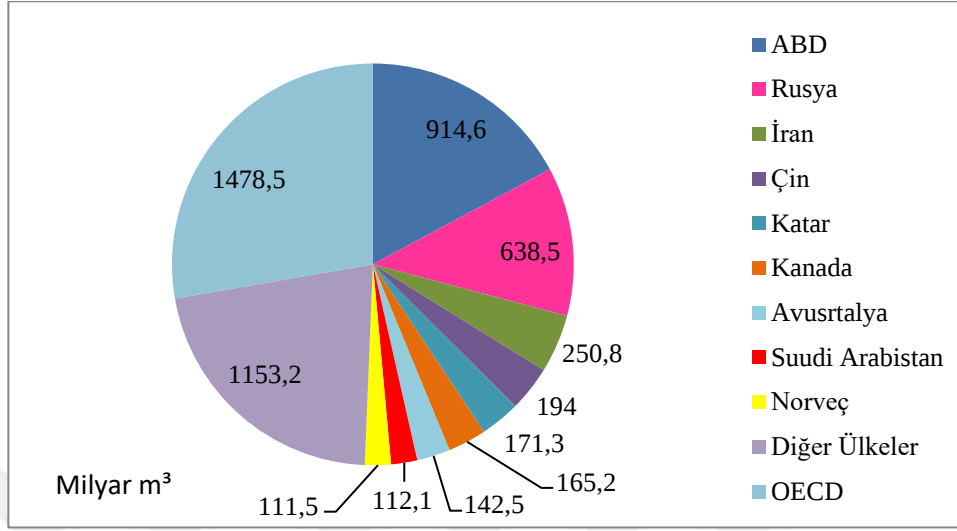
Tablo 8: Dünyada Bölgeler Göre Doğal Gaz Üretimi (2020)

Bölge	Üretim (Milyar m ³)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	218.6	5.7%
Asya Pasifik	652.1	16.9%
Kuzey Amerika	1109.9	28.8%
Ortadoğu	686.6	17.8%
Afrika	231.3	6.0%
Güney ve Orta Amerika	152.9	4.0%
Bağımsız Devletler Topluluğu	802.4	20.8%
Dünya Toplamı	3853.7	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 8'de yer alan bilgilere göre 2020 yılı bölgelere göre dünyadaki doğal gaz üretiminde en yüksek paya %28,8 ile Kuzey Amerika sahiptir. Daha sonra en yüksek pay %20,8'lik pay ile Bağımsız Devletler Topluluğu olarak adlandırılan bölgeye aittir. Buradan da en yüksek pay %16,6'lık pay ile Rusya Federasyonuna aittir. Bölgelere göre doğal gaz üretiminde üçüncü sırada %17,8'lik pay ile Ortadoğu daha sonra %16,9'luk pay ile Asya Pasifik gelmektedir. Son sıralarda ise sırasıyla %6'lık pay ile Afrika, %5,7'lik pay ile Avrupa ve %4'lük pay ile Güney ve Orta Amerika yer almaktadır.

Grafik 6: Dünya Toplam Doğal Gaz Üretiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Grafik 6'ya göre 2020 yılı dünya toplam doğal gaz üretiminde en yüksek paya sahip ülkeler sırasıyla %23,7'lik pay ile ABD, %16,6'lık pay ile Rusya gelmektedir. Ardından %6,5'lik pay ile İran, %5'lik pay ile Çin, %4,4'lük pay ile Katar, %4,3'lük pay ile Kanada, %3,7'lik pay ile Avustralya gelmektedir. Son olarak %2,9'luk pay ile Suudi Arabistan ve %2,9'luk pay ile Norveç gelmektedir.

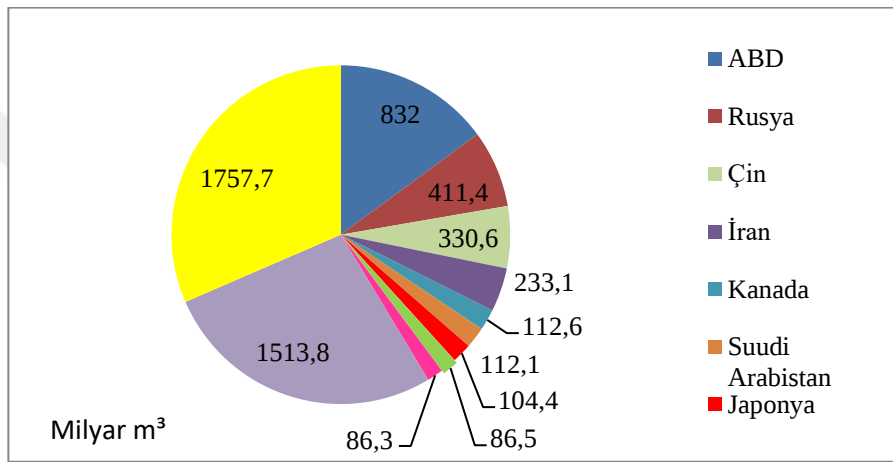
Tablo 9: Dünyada Bölgelere Göre Doğal Gaz Tüketimi (2020)

Bölge	Tüketim (Milyar m³)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	541.1	14.2%
Asya Pasifik	861.6	22.5%
Kuzey Amerika	1030.9	27.0%
Ortadoğu	552.3	14.4%
Afirka	153.0	4.0%
Güney ve Orta Amerika	145.6	3.8%
Bağımsız Devletler Topluluğu	538.2	14.1%
Dünya Toplamı	3822.8	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 9’da yer alan bilgilere göre 2020 yılı dünyada ki toplam doğal gaz tüketiminde bölgelere göre en yüksek paya %27’lik pay ile Kuzey Amerika sahiptir. Daha sonra %22,5’lik pay ile Asya Pasifik gelmektedir. Ardından sırasıyla %14,4’lük pay ile Ortadoğu, %14,2’lik pay ile Avrupa, %14,1’lik pay ile Bağımsız Devletler Topluluğu, %4’lük pay ile Afrika ve %3,8’lik pay ile Güney ve Orta Amerika gelmektedir.

Grafik 7: Dünya Toplam Doğal Gaz Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Grafik 7’ye göre 2020 yılı dünyada ki toplam doğal gaz tüketiminde en yüksek paya sahip ülkelerin başında 2020 yılı dünyada ki toplam doğal gaz üretiminde de olduğu gibi %21,8’lik pay ile ABD gelmektedir. Ona en yakın ikinci pay ise %10,8 ile Rusya’ya aittir. Ardından %8,6’lık pay ile Çin ve %6,1’lik pay ile İran gelmektedir. Daha sonra ise sırasıyla %2,9’luk pay ile Kanada, %2,9’luk pay ile Suudi Arabistan, %2,7’lik pay ile Japonya, %2,3’lük pay ile Almanya ve %2,3’lük pay ile Meksika gelmektedir.

2.1.4. Dünya’da Nükleer Enerji Potansiyeli

Fosil temelli bir kaynak olması sebebiyle nükleer enerji yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Dünya genelinde nükleer enerji diğer fosil yakıtlara kıyasla enerji arz güvenliği açısından daha çok tercih edilmektedir. Aynı zamanda sera gazı üretmemesi ile de çevresel duyarlılık açısından da küresel ısınma

veya iklim değişikliği gibi problemleri tetiklememesinden dolayı yine daha fazla tercih edilmektedir.

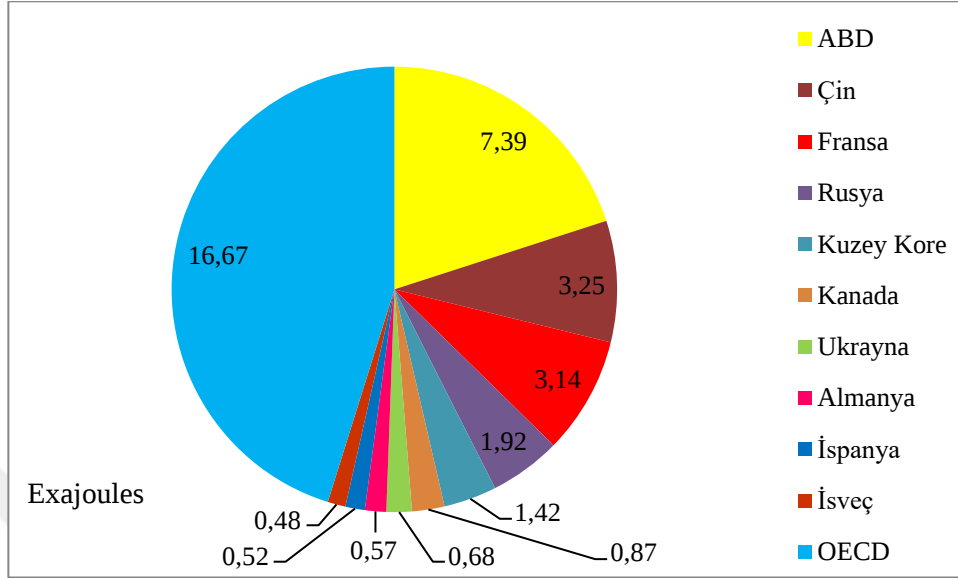
Tablo 10: Dünyada Bölgelere Göre Nükleer Enerji Tüketimi (2020)

Bölge	Tüketim (Exajoules)	Toplamda Payları (%)
Avrupa	7.44	31.0%
Asya Pasifik	5.82	24.3%
Kuzey Amerika	8.35	34.8%
Ortadoğu	0.07	0.3%
Afrika	0.14	0.6%
Güney ve Orta Amerika	0.23	1.0%
Bağımsız Devletler Topluluğu	1.94	8.1%
Dünya Toplamı	23.98	100%

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Tablo 10'da yer alan verilere göre 2020 yılı bölgelere göre nükleer enerji tüketiminde en yüksek paya %34,8'lik payı ile Kuzey Amerika sahipken hemen ardından %31'lik payı ile Avrupa ve %24,3'lük payı ile Asya Pasifik gelmektedir. Daha sonra sırasıyla %8,1'lik payı ile Bağımsız Devletler Topluluğu, %1'lik payı ile Güney ve Orta Amerika, %0,6'lık payı ile Afrika ve %0,3'lük payı ile Ortadoğu gelmektedir.

Grafik 8: Dünya Toplam Nükleer Enerji Tüketiminde En Yüksek Paya Sahip Ülkeler (2020)



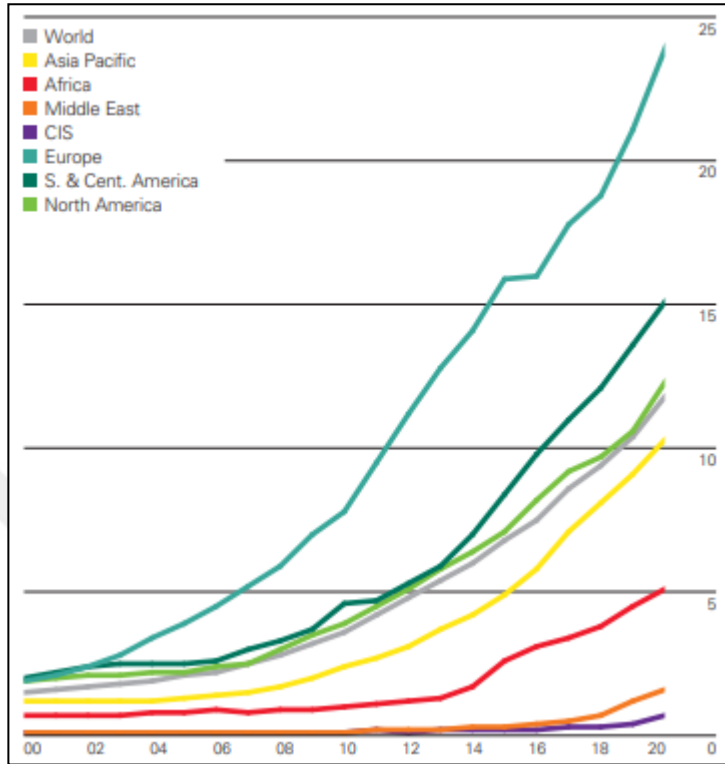
Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>

Grafik 8'e göre 2020 yılı dünyadaki toplam nükleer enerji tüketiminde en yüksek paya sahip ülke %30,8'lik payı ile ABD'dir. Çin %13,6'lık payı ile ikinci en yüksek nükleer enerji tüketim payına sahip konumdadır. %13,1'lik payı ile Çin'e en yakın nükleer enerji tüketimi payına sahip ülke Fransa'dır. Daha sonra sırasıyla %8'lik payı ile Rusya, %5,9'luk payı ile Kuzey Kore, %3,6'lık payı ile Kanada, %2,8'lik payı ile Ukrayna, %2,4'lük payı ile Almanya, %2,2'lik payı ile İspanya, %2'lik payı ile İsveç gelmektedir. OECD ülkeleri nükleer enerji tüketimi toplamı ise %69,5'lik bir paya sahiptir.

2.2. DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları doğaya zarar vermemeleri ve tükenme tehlikesi barındırmamaları bakımından dikkat çeken kaynaklar olmuşlardır. Özellikle elektrik enerjisi kullanımında bu kaynaklar kendilerine önemli bir yer edinmişlerdir. Dünya da her ne kadar yenilenebilir enerji kaynakları artış göstermiş olsa dahi ana enerji kaynağı olarak hâla fosil yakıtlar daha çok tercih edilmektedir.

Grafik 9: Bölgelere Göre Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerjinin Payı (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

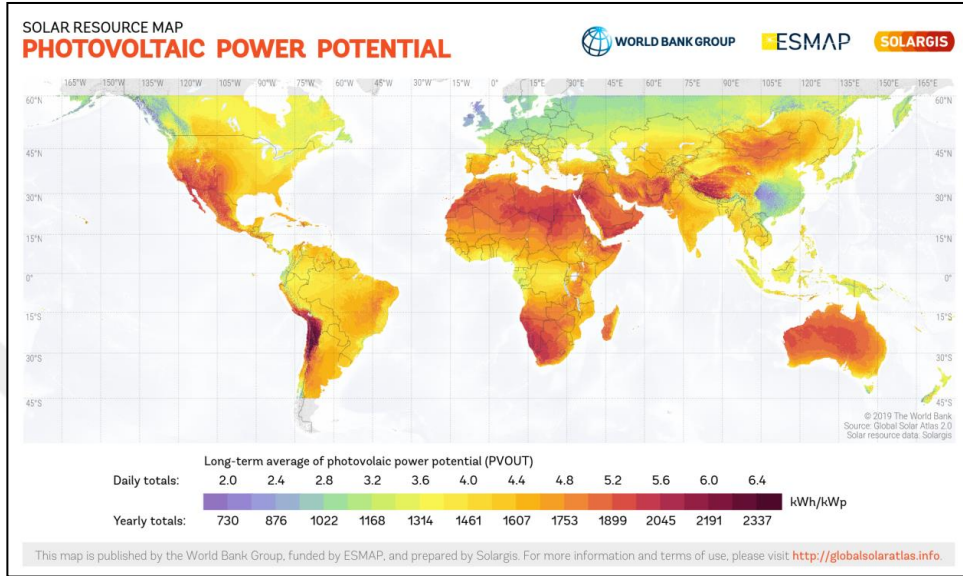
Grafik 9’da küresel bazda bölgelere göre elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payı görülmektedir. Avrupa yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminde %23,8’lik pay ile yararlanarak, nükleer enerji kullanım payı olan %21,6’lık payı geride bırakmıştır. Bu sayede Avrupa dünyada yenilenebilir kaynak kullanımda en baskın bölge konumuna gelmiştir. Daha sonra elektrik üretiminde yenilenebilir kaynaklardan en çok yararlanan bölge Güney ve Orta Amerika olarak karşımıza çıkmaktadır. Ardından Kuzey Amerika gelmekte ve bu bölgeler dünya ortalamasının üzerinde seyretmektedirler.

2.2.1. Dünya’da Güneş Enerjisi Potansiyeli

Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı açısından en hızlı gelişen kaynak güneş enerjisidir. Gerek dünya geneli potansiyelinin yüksek olması gerekse kurulumunun diğer yenilenebilir kaynaklara oranla daha rahat ve ulaşılabilir olması bunda etkili olmuştur. Fotovoltaik sistemler ile güneş ışınları elektrik

enerjisine dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm fotovoltaik paneller üzerinde yer alan güneş hücreleri sayesinde meydana gelmektedir.

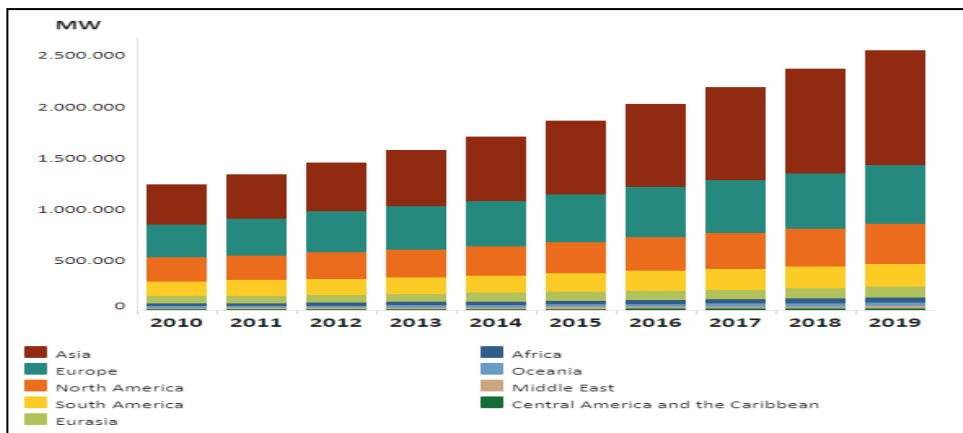
Şekil 2: Dünya Güneş Enerjisi Fotovoltaik Güç Potansiyeli Atlası



Kaynak: <https://globalsolaratlas.info/map?c=21.453069,-28.476563,2>

Şekil 2’de fotovoltaik güç potansiyeli atlasında ülkelerin günlük ve yıllık güneşleme süreleri (kWh/kWp) verilmiştir. Fotovoltaik güç potansiyel atlası incelenirse, potansiyeli en yüksek ülkeler; Şili, Peru, Güney Amerika, Meksika, Afrika kıtasının kuzey ve güney bölümleri, Suudi Arabistan, İran, Çin ve Avustralya’dır.

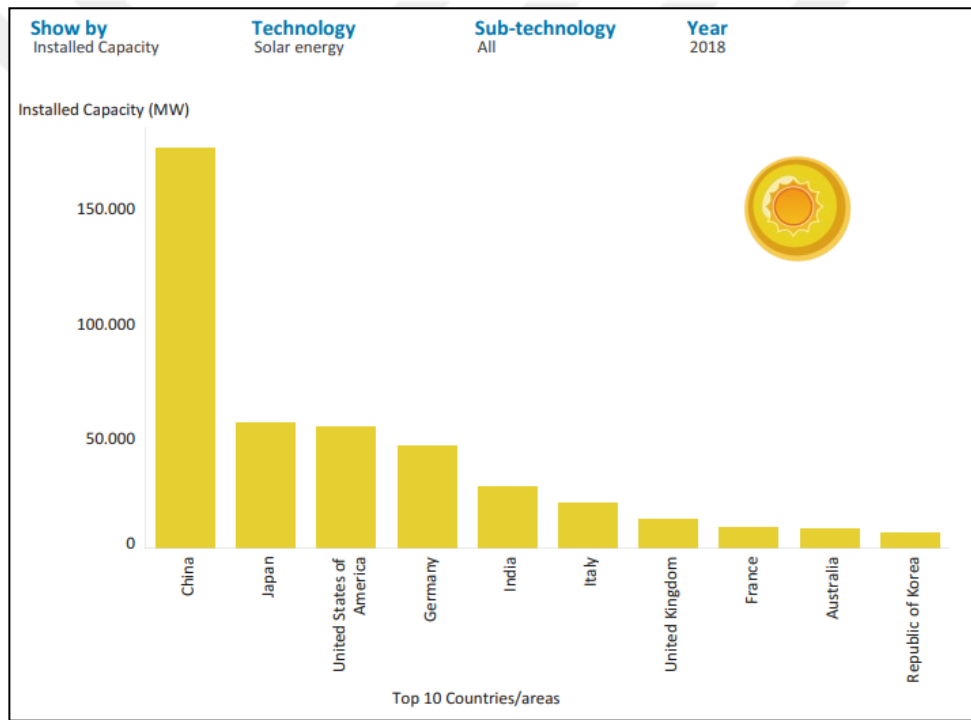
Grafik 10: Bölgelere ve Yıllara Göre Güneş Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi



Kaynak: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Regional-Trends>

Grafik 10'da yer alan bölgelere göre güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi verilerine göre, Asya bölgesi 2019 yılında 1.119.265 MW ile küresel toplamın %44,19'luk güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi oranına sahiptir. Ardından Avrupa 573.612 MW ile %22,65'lik orana sahiptir. Kuzey Amerika 391.241 MW ile %15,45'lik orana sahip iken Güney Amerika ise 220.986 MW ile %8,72'lik orana sahiptir. Grafik 10'da görüldüğü gibi 2010 yılından 2019 yılına kadar Avrupa kıtasının güneş enerjisi üretimindeki liderliğini 2013 yılında Asya kıtasına devrettiği dikkat çekmektedir.

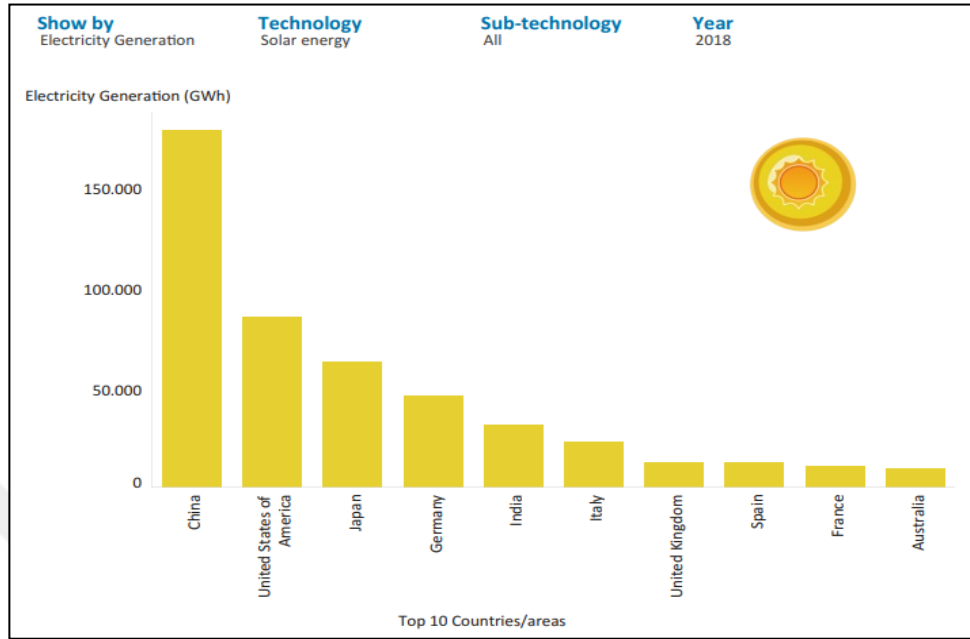
Grafik 11: Güneş Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Ülke Sıralaması (2018)



Kaynak: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>

Grafik 11'de yer alan verilere göre güneş enerjisi için yapılan yatırımlar göz önüne alınacak olursa genellikle Asya kıtasında toplandığı gözlemlenebilir. Yenilenebilir enerji kapasiteleri göz önüne alındığında güneş enerjisi kapasitesi 2018 yılı oranı %20,4'tür. Grafik 11'de yer alan verilere göre güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi en yüksek ülke Çin'dir. Daha sonra sırasıyla Japonya, ABD, Almanya, Hindistan ve İtalya gelmektedir. Çin ve Japonya'nın toplam güneş enerjisi üretimi neredeyse dünyada ki toplam güneş enerjisi üretiminin yarısına denk gelmektedir.

Grafik 12: Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Ülke Sıralaması (2018)



Kaynak: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>

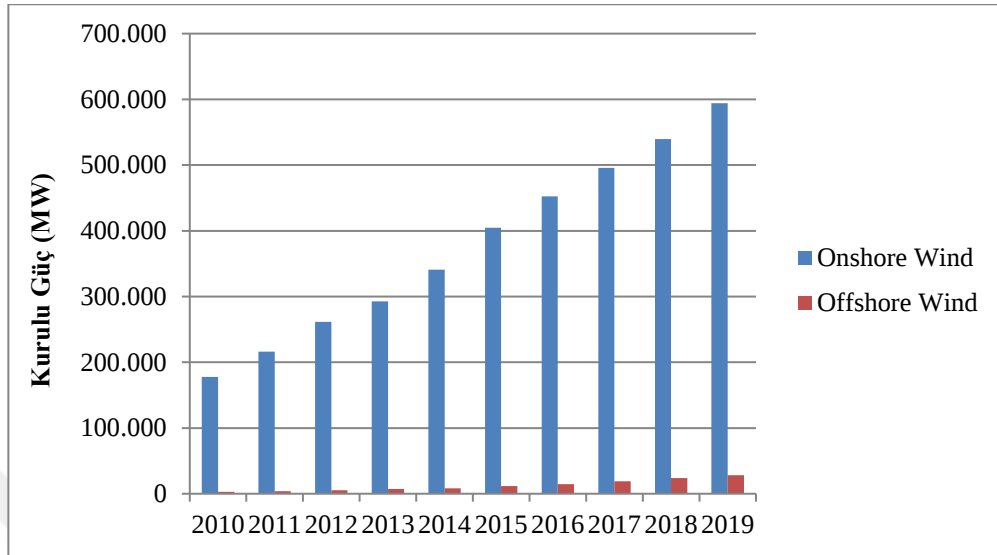
Grafik 12'ye göre güneş enerjisinden elektrik üretimi sağlayan ülkelerden en yüksek değere Çin sahiptir. Ardında sırasıyla ABD, Japonya, Almanya, Hindistan ve İtalya gelmektedir.

2.2.2. Dünya'da Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Dünya'da rüzgâr enerjisinden yapılan ilk üretim 1887 - 1888 yıllarında Birleşik Krallık ve ABD'de gerçekleşmiştir. Ancak modern anlamda rüzgâr enerjisinin ilk defa 1891 yılında yatay eksenli türbinlerin inşa edildiği, 22,8 metrelik bir rüzgâr türbininin 1897'de faaliyete başladığı Danimarka'da geliştirildiği kabul görmüştür. Rüzgâr enerjisi oldukça hızlı büyüyen yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Son yıllarda maliyetlerin kısmen düşmesi ile kullanımı artış göstermektedir.

IRENA'nın verilerine göre kara ve denizdeki küresel kurulu rüzgâr üretim kapasitesi son 20 yılda yaklaşık 75 kat artış göstermiştir. 1997 yılında 7,5 gigawatt (GW) iken 2018 yılında 564 GW'a yükselmiştir.

Grafik 13: Yıllara Göre Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Trendleri (2010-2019)



Kaynak: <https://www.irena.org/wind>

Grafik 13'e göre dünya genelinde kara rüzgârı kurulu güç kapasitesi 2010 yılından 2019 yılına %30 artış gösterirken deniz rüzgârı kurulu güç kapasitesi ise %11'lik bir artış göstermiştir.

Tablo 11: Rüzgâr Enerjisi Toplam Kurulu Güç Ülke Sıralaması (2018)

Ülkeler	Onshore Toplam Kurulu Güç (MW)	Offshore Toplam Kurulu Güç (MW)	Toplam Kurulu Güç (MW)
1. Çin	206.804	4.588	211.392
2. ABD	96.635	30	96.665
3. Almanya	53.180	6.380	59.560
4. Hindistan	35.129	0	35.129
5. Birleşik Krallık	13.001	7.963	20.964
6. Fransa	15.307	0	15.307
7. Brezilya	14.707	0	14.707
8. Kanada	12.816	0	12.816
9. Türkiye	7.370	0	7.370
10. İsveç	7.216	0	7.216

Kaynak: (Global Wind Energy Council, 2018, s. 29)

Tablo 11'de ülkelerin kıyıda esen rüzgârlarının ve karadan esen rüzgârlarının değerleri ve bunların toplamı alınarak elde edilen değerlerle en yüksek değerlere

sahip ilk 10 ülkeye yer verilmiştir. Her iki değerin de baz alındığı toplamda kurulu gücü en yüksek olan ülke diğerlerinden oldukça fazla bir farkla Çin'dir. Çin'in karadan esen rüzgâr toplam kurulu gücü yine en yüksek değere sahip ülkeyken, açık denizden esen rüzgâr toplam kurulu gücünde en yüksek değere Birleşik Krallık sahiptir. Sadece karadan esen rüzgâr toplam kurulu gücü dikkate alınacak olursa sırasıyla Çin, ABD, Almanya, Hindistan gelirken 5.sırada Fransa, 6.sırada Brezilya, 7.sırada Birleşik Krallık gelmektedir. Ancak sadece kıyıda esen rüzgâr toplam kurulu gücüne bakıldığında ise ilk sırayı Birleşik Krallık almaktadır. Her iki değerler toplamında ise toplam kurulu gücüne bakıldığında Birleşik Krallık 5.sırada yer almaktadır. Türkiye ise karadan esen rüzgârlar toplam kurulu gücünde 7.370 MW değeri ile ilk 10'un içerisinde yer almaktadır.

2.2.3. Dünya'da Jeotermal Enerji Potansiyeli

Enerji üretimi açısından en verimli enerji kaynaklarından birisi de jeotermal enerjidir. Jeotermal enerji rüzgâr ve güneş enerjisi ile karşılaştırıldığı taktirde her MW kapasitesi daha fazla elektrik üretimi sağlamaktadır (Tiftikçigil ve Yesevi, 2015, s. 84). Ancak genel olarak küresel enerji üretimi içerisinde jeotermal enerjinin payı oldukça düşük kalmaktadır.

Tablo 12: Jeotermal Enerji Toplam Kurulu Güç Ülke Sıralaması

Ülkeler / Toplam Kurulu Güç(MW)	2019	2020	Büyüme % 2020	Büyüme % 2009-2019	Dünya Toplamındaki Payı
ABD	2555	2587	%1	%0,7	%18,4
Endonezya	2131	2131	-%0,2	%6	%15,1
Filipinler	1928	1928	-%0,3	%0,4	%13,7
Türkiye	1515	1613	%6,2	%34,7	%11,5
Yeni Zelanda	952	984	%3,1	%4,2	%7
Meksika	936	906	-%3,4	-%0,3	%6,4
Kenya	824	824	-%0,3	%17,6	%5,9
İtalya	767	797	%3,6	%1	%5,7
İzlanda	756	756	-%0,3	%2,8	%5,4
Japonya	525	525	-%0,3	-%0,2	%3,7
Dünya Toplamı	14034	14601	%4	%3,4	%100

Kaynak:<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-renewable-energy.pdf>

Tablo 12'de yer alan verilere göre dünya genelinde jeotermal enerji 2019 yılından 2020 yılına %4'lük büyüme oranına sahiptir. Bu artışa en büyük katkısı

yapan ülkeler Türkiye 98MW, İtalya 30MW ve Yeni Zelanda 32MW olmuştur. Dünya toplamında en fazla jeotermal kapasiteye sahip ülke ise %18,4'lük payı ile ABD'dir. Daha sonra sırasıyla %15,1'lik payı ile Endonezya, %13,7'lik payı ile Filipinler ve %11,5'lik payı ile Türkiye gelmektedir.

Tablo 12'de yer alan 2009 yılından 2019 yılına kadar 10 yıllık büyüme oranlarına göre ise dünya toplamında %3,4'lük büyüme yaşanmıştır. 10 yılda Türkiye'nin jeotermal kurulu güç kapasitesi ise %34,7'lik büyüme oranı göstermiştir. Dünyada 10 yıllık jeotermal kurulu güç kapasitesi en fazla artan ülke Türkiye olmuştur.

2.2.4. Dünya'da Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Biyokütle enerjisi dünyada çok az faydalanılan bir enerji türüdür. Ancak konu bütünlüğü açısından incelemekte fayda vardır.

Tablo 13: Bölgelere Göre Biyokütle Enerjisi Üretimi

Bölgeler	2019 (Bin TEP)	2020 (Bin TEP)	Büyüme % 2020	Büyüme % (2009-2019)	Dünya Toplamındaki Payı (2020)
Kuzey Amerika	689	623	-%9,6	%4,7	%37,2
Güney ve Orta Amerika	482	446	-%7,5	%5,1	%26,6
Avrupa	309	295	-%4,6	%5,6	%17,6
Asya	306	310	%1,1	%17,1	%18,5
Afrika	3	3	-	-%6	%0,2
Dünya	1790	1677	-%6,3	%6,2	%100

Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-renewable-energy.pdf>

Tablo 13'de yer alan verilerde görüldüğü gibi bölgelere göre biyokütle enerjisi üretimi 2020 yılında bir önceki yıla göre %6,3 azalmıştır. 2020 yılında genel olarak her kıta biyokütle enerjisi üretiminde azalma yaşamıştır. Biyokütle enerjisi üretiminin 2009 yılından 2019 yılına 10 yılda %6,2 artış göstermiştir. 2009 yılından 2019 yılına 10 yıllık süreçte en yüksek büyüme oranına %17,1 ile Asya kıtasına aittir.

2.2.5. Dünya’da Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Dünya’da nehirlerin akış hızı %60 oranında kontrol edilmekte ve bu sayede toplam elektrik üretiminin %23’lük kısmı hidroelektrik santrallerinden karşılanmaktadır. Ancak hidroelektrik santrallerin kurulmasında ve işletilmesinde coğrafi koşulların üretime uygun olması önem arz etmektedir (Kılınç Savrul, 2016, s. 60).

Kurulu güç kapasitesini artıran ilk 10 ülke ve yeni eklenen kapasite değerleri (<https://www.hydropower.org/publications/2020-hydropower-status-report-ppt>);

1. Brezilya (4,919 MW)
2. Çin (4,170 MW)
3. Laos (1,892 MW)
4. Butan (720 MW)
5. Tacikistan (600 MW)
6. Rusya (462 MW)
7. Angola (334 MW)
8. Uganda (260 MW)
9. Etiyopya (254 MW)
10. Türkiye (219 MW)

Tablo 14: Dünya’da Bölgelere Göre Hidroelektrik Enerjisi Toplam Kurulu Güç ve Üretim Değerleri (2020)

Bölgeler	Toplam Kurulu Güç (GW)	Üretim (TWh)
Güney Amerika	176	686
Kuzey ve Orta Amerika	205	731
Avrupa	251	653
Afrika	37	138
Asya ve Pasifik	639	2097

Kaynak:<https://www.hydropower.org/publications/2020-hydropower-status-report-ppt>

Tablo 14’e göre bölgelere göre küresel hidroelektrik kurulu güç kapasitesi 2020 yılı 1.308 GW’a ulaşmıştır. Tablo 14’e göre 2020 yılı itibariyle hidroelektrik enerjisi toplam kurulu gücü en yüksek bölge Asya Pasifik’tir. Hindistan 50 GW’ın üzerindeki toplam kurulu kapasitesi ile dünya’nın beşinci büyük hidroelektrik

üreticisi olan Japonya'yı geride bırakmıştır. 2020 yılında en çok artış yaşanan ülkeler 4,92 GW ile Brezilya, 4,17 GW ile Çin ve 1,89 GW ile Laos olmuştur (<https://www.hydropower.org/statusreport>).

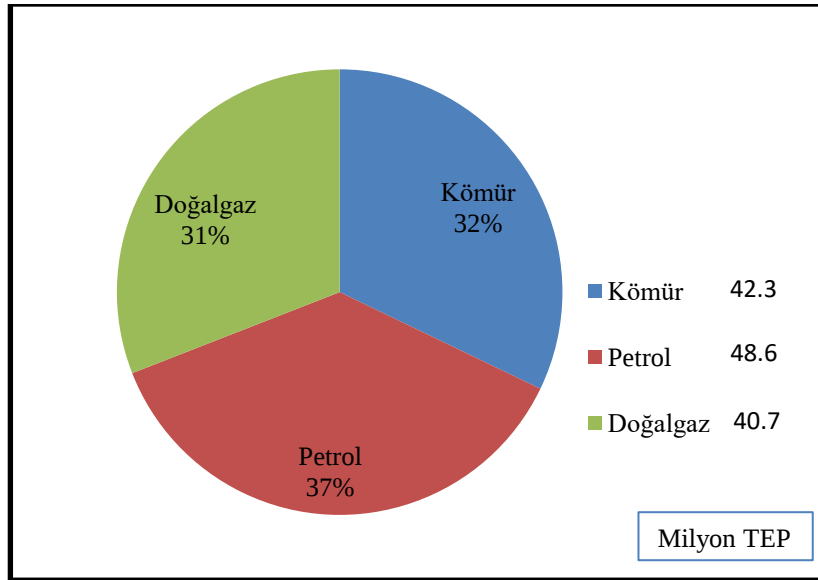
2.3. TÜRKİYE'DE YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Türkiye jeopolitik konum bakımından, Asya ve Avrupa arasında bir köprü görevi görmesinin yanı sıra; petrol rezervlerinin ve doğal gaz rezervlerinin büyük çoğunluğunun yer aldığı Orta Asya, Rusya ve Ortadoğu bölgelerine yakınlığıyla stratejik bir konumda yer almaktadır. Konumu sayesinde Türkiye enerji ticaretinde de köprü görevi görmektedir.

Fosil yakıt rezervlerine bakıldığında Türkiye petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kaynak rezervi yetersiz olan bir ülkedir. Bu sebeple genellikle bu kaynaklara olan ihtiyacı ithalat yoluyla karşılamaktadır.

Grafik 14'te yer alan 2018 yılı verilerine göre Türkiye'nin yenilenemeyen enerji kaynak tüketimi yer almaktadır.

Grafik 14: Türkiye Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Tüketimi (2018)

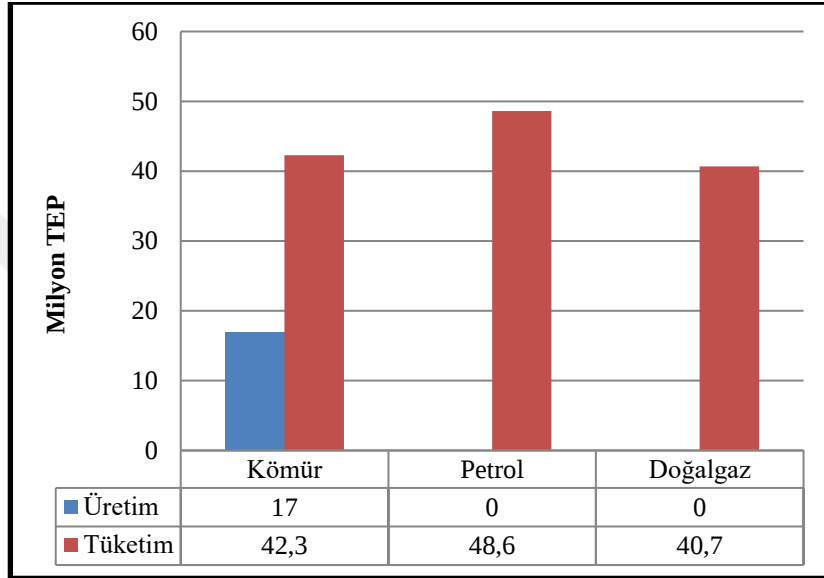


Kaynak: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>

Grafik 14'te yer alan verilere göre 2018 yılı itibarı ile Türkiye yenilenemeyen enerji kaynakları tüketiminde birinci sırada %37'lik oranı ile petrol yer almakta,

ardından %32’lik oranı ile kömür ve %31’lik oranı ile doğal gaz takip etmektedir. Ancak Türkiye oldukça yüksek oranda tükettiği bu fosil yakıtların rezervleri açısından o kadar da zengin bir ülke olmadığına dolayı bu tüketiminin büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşılamaktadır.

Grafik 15: Türkiye Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Üretimi ve Tüketimi (2018)



Kaynak: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>

Grafik 15’te yer alan verilere göre 2018 yılı verilerine göre Türkiye’nin yenilenemeyen enerji kaynaklarının üretimi ve tüketimi birlikte yer almaktadır. Grafik 15’te görüldüğü üzere Türkiye %42,3’lük olan kömür tüketiminin yalnızca %17’sini kendi üretimi ile karşılamaktadır. Petrol tüketimi %48,6 olan Türkiye’de petrol üretimi yapılmamaktadır. Doğal gaz tüketimi ise %40,7 iken doğal gaz üretimi de tıpkı petrol gibi yapılmamaktadır. Yani Türkiye’de yenilenemeyen enerji kaynakları tüketiminin neredeyse tamamını ithalat yolu ile karşılamaktadır.

2.3.1. Türkiye’de Kömür Potansiyeli

Türkiye’de enerji üretiminde üç çeşit kömür çıkarılmaktadır. Bunlar taş kömürü, linyit ve asfaltittir. Üretim ile rezerv açısından bakıldığında Türkiye küresel ölçekte linyit bakımından orta düzeyde, taş kömürü bakımından ise alt düzeyde sayılabilir. Dünyada ki toplam kömür ve linyitin yaklaşık %3,2’si ülkemizdedir (<https://enerji.gov.tr/english-info-bank-natural-resources-coal-tr>).

Ülkemiz en önemli taş kömürü rezervi 1. jeolojik zamanda oluşmuş olup Zonguldak yöresi ve civarında yer almaktadır. Dağılım olarak ise, Türkiye'nin batısında bulunan Ereğli'den başlayıp doğusunda bulunan Söğütözü'ne kadar 200 km uzunluğunda taş kömürü rezervi yer almaktadır. Görünür rezerv miktarı 506 milyon ton iken Zonguldak havzasında 1,30 milyar ton rezerv bulunmaktadır. Ülkemizdeki linyit rezervlerinin yaklaşık %46'lık kısmı Afşin-Elbistan yöresinde yer alırken, Muğla, Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Beyazpazar, Sivas gibi yörelerde de linyit rezervleri mevcuttur. Linyitlerimizin büyük kısmının ısı değeri düşük olmasından dolayı termik santrallerde kullanılmaktadır.

2020 Haziran ayı sonu verilerine göre Türkiye'de kömüre dayalı toplam kurulu güç 20.280 MW'dır. Bu değer toplam kurulu gücün(92.097MW) %22,02'sidir. Yerli kömüre dayalı kurulu güç(11.313MW) toplam kurulu gücün %12,28'i iken ithal kömüre dayalı kurulu güç(8.966MW) toplam kurulu gücün %9,74'ü kadardır (<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-tabii-kaynaklar-komur>).

2.3.2. Türkiye'de Petrol Potansiyeli

Türkiye petrol kaynaklarına sahip bir ülke değildir. Ancak petrol rezervine sahip ülkelere komşu olması dolayısıyla jeopolitik olarak önemli bir konumdadır. Az da olsa çıkarılan petrol rezervleri çoğunlukla Güney Anadolu Bölgesinde yer almaktadır. Türkiye'de petrol arama ve işletme faaliyetlerini Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı (TPAO), rafine faaliyetlerini Türk Petrol Rafineleri Anonim Şirketi (TÜPRAŞ), dağıtım faaliyetlerini Petrol Ofisi Anonim Şirketi (POAŞ), petrol taşıma ve ithalatını ise Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) gerçekleştirir.

Türkiye dışa bağımlılığını azaltabilmek için denizlerde arama çalışmaları yapmaktadır. 2 adet sismik ve 3 adet sondaj gemisi mevcuttur.

- Fatih Sondaj Gemisi (Türkiye'nin ilk yerli sondaj gemisi)
- Yavuz Sondaj Gemisi
- Kanuni Sondaj Gemisi
- Barbaros Hayreddin Paşa Sismik Araştırma Gemisi
- Oruç Reis Sismik Araştırma Gemisi

2018 yılı muhtemel ve mümkün rezervuardaki ham petrol miktarı 1.074.859,105 milyar tondur. Bunun yanı sıra üretilebilir petrol 208.493,169 milyon tondur. Petrolün 155.617,489 milyon tonu üretilmiş, 52.875,680 milyon tonu ise üretilebilir durumda kalmıştır(http://www.mapeg.gov.tr/petrol_istatistik.aspx).

2.3.3. Türkiye’de Doğal Gaz Potansiyeli

Türkiye tıpkı petrolde olduğu gibi doğal gaz kaynaklarına da doğal kaynak olarak sahip bir ülke değildir. Ancak yine doğal gaz rezervine sahip ülkelerin taşıma faaliyetlerinde bir köprü görevi görmesi nedeniyle jeopolitik olarak özel bir konumda yer almaktadır. Yine petrolde olduğu gibi doğal gaz taşıma ve ithalatını da BOTAŞ ile gerçekleştirmektedir. Doğal gaz arama, üretme ve dağıtma işlemlerini ise Petrol İşleri Genel Müdürlüğü’nden lisans alan şirketler ile gerçekleştirmektedir.

2018 yılı muhtemel ve mümkün rezervuardaki doğal gaz miktarı 25.848.484,470 m³, üretilebilir doğal gaz ise 20.058.581,801 m³tür. Doğal gazın 16.131,434,102 m³ üretilmiş, 3.927.147,699 m³ üretilebilir durumda kalmıştır.

2.3.4. Türkiye’de Nükleer Enerji Potansiyeli

Türkiye’nin ilk nükleer güç santrali (NGS) projesi “Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti’nde Akkuyu Sahası’nda Bir Nükleer Güç Santralının Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma” 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmıştır. Anlaşmaya ilişkin detaylar 6 Ekim 2010 tarihli Resmi Gazetede ilan edilmiştir. Projeye göre Türkiye’nin Mersin iline bağlı Gülnar ilçesinde bulunan Akkuyu mevkiinde 4800 MW toplam kurulu güce sahip VVER 1200 tipi 4 reaktör kurulacaktır. Bu doğrultuda 13 Aralık 2010 tarihinde proje şirketi olan Akkuyu Nükleer A.Ş. kurulmuştur. 1 Aralık 2014 yılında Çevre Etki Değerlendirmesi (ÇED) Raporu sonucu olumlu karar alınmıştır. 15 Haziran 2017 tarihinde ise Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından Elektrik Üretim Lisansı verilmiştir. Saha çalışmaları hala devam eden Akkuyu Nükleer Santralının 2023 yılında ilk ünitesinin elektrik üretmeye başlaması planlanmaktadır(TMMOB, 2019, s. 16). Ayrıca proje dahilinde 600 Türk öğrenci Rusya’da nükleer mühendislik alanında eğitim alacaktır. 5,5 yıllık uzmanlık eğitimi alacak olan bu öğrencilerin başarı düzeylerine göre 6 ay da yüksek lisans

eğitime katılabilme hakkı bulunmaktadır. Bu kapsamda 2018 yılında ilk grup olan 35 öğrenci Rusya’da aldıkları eğitimden mezun olmuştur. 2019 yılında 53 öğrenci mezun olmuş ve 2020 yılında ise 55 öğrenci mezun olmuştur. Şu anda ise 102 öğrenci lisans, 22 öğrenci ise yüksek lisans eğitime devam etmektedir (ETKB, 2021).

Yapılan 27721 sayılı resmi gazetede yayımlanan milletlerarası antlaşma madde 5’e göre; proje şirketi NGS’de üretilmiş olan elektriğin ve NGS’nin sahibidir. Başlangıçta projenin şirketi T.C. kanunları kapsamında anonim şirket şeklinde Rusya tarafından yetkilendirilen ve hisse payının %100’üne sahip bir şirket olarak kurulacak ve payları da asla %51’in altında olmayacaktır. Ayrıca güç ünitelerinin her biri için Elektrik Satın Alma Anlaşması (ESA)’nın sona ermesini takiben, aynı zamanda her bir güç ünitesinin ticari işletmeye katılmasından itibaren 15 (on beş) sene geçmiş olmak koşuluyla proje şirketi, NGS’nin ömrü boyunca, 1, 2, 3 ve 4. NGS Ünitelerinin her biri için, anlaşmanın Türk Tarafı’na yıllık olacak şekilde proje şirketinin net kârının % 20’lik oranı kadarını verecektir.

Akkuyu NGS projesi “Yap-İşlet-Devret” modeline göre planlanmıştır. ESA’nın sona ermesini takiben, fakat en erken güç ünitelerinin her biri için ticari işletmeye katılımından sonra 15 sene geçmiş olmak koşuluyla, proje şirketi NGS’nin varlığı boyunca, NGS de yapılacak olan 4 ünite için de Türk tarafına yıllık olacak şekilde proje şirketinin net kârı’nın %20’sini verecektir.

27721 sayılı resmi gazetede yayımlanan milletlerarası antlaşma madde 10’a göre; Türk tarafı NGS’de üretilen elektriğin 1. ve 2. ünitelerden %70’lik 3. Ve 4. ünitelerden %30’luk kısmına satın alım sözü vermiştir. Bu satın alım her bir ünitenin alımından başlayarak, 12.35 ABD senti/kWh ağırlıklı ortalama fiyattan (KDV dahil değil) 15 sene boyunca gerçekleşecektir. Proje şirketi üretilmesi planlanan elektriğin kalan kısmını ise (1. ve 2. Üniteler için %30; 3. Ve 4. Üniteler için %70) kendisi ya da enerji perakende tedarikçileri aracılığıyla serbest piyasada satabilecektir.

ESA dönemi kapsamında ünite bazında taahhüt edilmiş olan miktardan daha az elektrik arzı gerçekleşirse proje şirketi, üretim sonucu eksik kalan elektrik miktarını karşılamakla yükümlüdür. Arz taahhüt edilmiş olan miktardan daha fazla gerçekleşirse de bu kısım ESA hükümlerine uygun olacak şekilde satın alınır.

Türkiye'nin bir diğer NGS projesi Türkiye Cumhuriyeti ile Japonya Hükümeti arasındaki işbirliğinden doğan Sinop NGS projesidir. Sinop NGS projesi 6642 sayılı kanun "Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti İle Japonya Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyetinde Nükleer Güç Santrallerinin ve Nükleer Güç Sanayisinin Geliştirilmesi Alanında İşbirliğine İlişkin Anlaşma İle Türkiye Cumhuriyetinde Nükleer Güç Santrallerinin ve Nükleer Güç Sanayisinin Geliştirilmesine Dair İşbirliği Zaptının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun" 10.04.2015 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti İle Japonya Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyetinde Nükleer Güç Santrallerinin ve Nükleer Güç Sanayisinin Geliştirilmesi Alanında İşbirliğine İlişkin Anlaşma 26.04.2013 tarihinde Tokyo'da, 03.05.2013 tarihinde Ankara'da imzalanmıştır. Antlaşma 15 yıl süreyle yürürlükte kalacaktır. Antlaşmayı sona erdirmek isteyen hükümet 6 ay önce diplomatik yollarla yazılı olarak bildirmezse kendiliğinden 5 yıllık sürelerle uzayacaktır.

Yapılan antlaşmaya göre Sinop NGS'ne toplam 4 adet ATMEA1 Reaktörü tipi nükleer güç ünitesi kurulacaktır. Reaktörün kullanım süresi işletmeye alımından itibaren 60 senedir. Proje şirketi Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) tarafından kurulmuş EUAS International ICC'nin de içinde bulunduğu proje katılımcılarınca kurulmuş bir anonim şirket olacaktır.

2.4. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ

Türkiye'de yenilenebilir enerji kapsamında "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun amacı 1. maddede şu şekilde açıklanmıştır; elektrik enerjisi üretimi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmanın yaygınlaştırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir, uygun fiyatlı ve kaliteli bir şekilde ekonomiye kazandırılması, kaynakta çeşitlendirmeye gidilmesi, sera gazı yayınımlarının azaltılması, atık maddelerin değerlendirilmesi, çevreci olması ve bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için imalat sektörünün geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2.4.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli

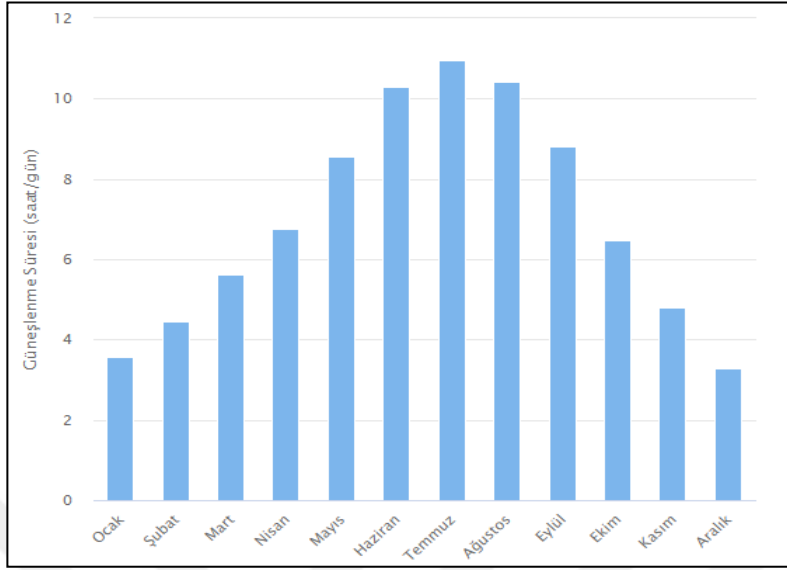
Türkiye güneşleme süresi fazla olan bir coğrafi konuma sahiptir. Bu yüzden güneş enerjisinden faydalanma konusunda oldukça avantajlıdır. Türkiye’de güneş enerjisi tesislerinin kurulumu ile ilgili 2011 yılında Resmi Gazetede yayımlanan “Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisleri Hakkında Yönetmelik” mevcuttur. Ayrıca elektrik üretimi için yapılan başvuruların değerlendirilebilmesi için 2017 yılında Resmi Gazetede yayımlanan “Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik” mevcuttur.

Şekil 3: Türkiye Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Süresi (saat/gün) (1998-2017)



Kaynak: <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx>

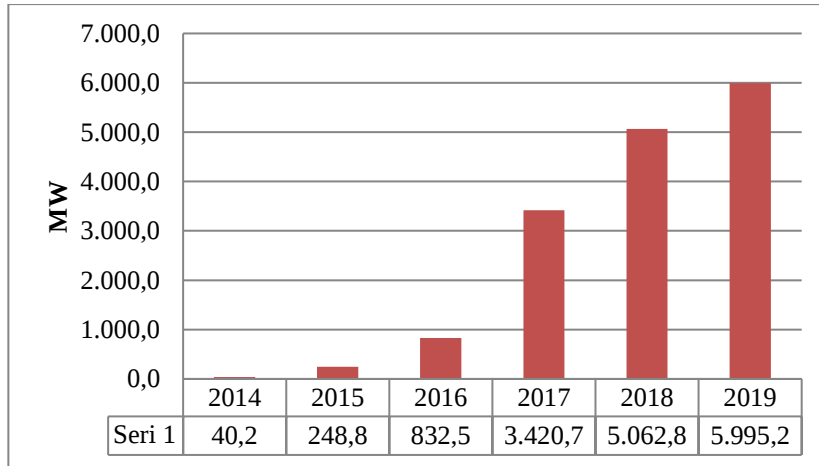
Şekil 3’te görüldüğü gibi Türkiye’de güneyden kuzeye gidildikçe haritanın rengi yeşile ve maviye dönmekte yani güneşleme süresi düşmektedir. Türkiye’de yıllık ortalama güneşleme süresi Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde günlük 8,5 saatlere kadar çıkabilmektedir. Yıllık ortalamada ise günlük 7,2 saat olarak görülmektedir. Türkiye’nin yer şekilleri de göz önüne alınacak olursa Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgeleri güneş panelleri kurulumu açısından daha elverişli olacaktır.

Grafik 16: Türkiye Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi (saat/gün)

Kaynak: <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx>

Grafik 16'ya göre Türkiye güneşlenme süresi en uzun saatlerine yaz aylarında ulaşmaktadır. Mayıs ayında 8,56 saat/gün, Haziran ayında 10,3 saat/gün, Temmuz ayında 10,96 saat/gün, Ağustos ayında 10,42 saat/gün, Eylül ayında 8,82 saat/gün güneşlenme süreleri görülmektedir.

Türkiye'de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı güneş kolektörleri aracılığı ile sıcak su ısıtma sistemi olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretmeye ise 2014 yılında başlanmıştır.

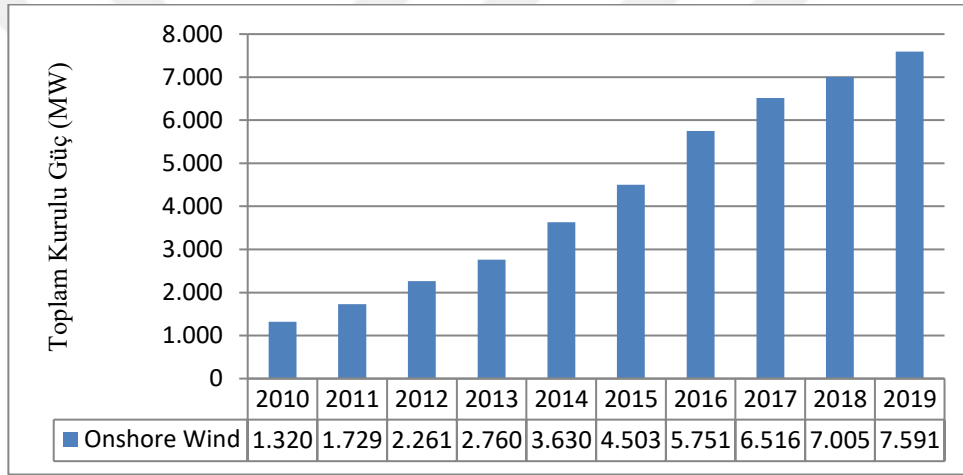
Grafik 17: Türkiye Güneş Enerjisi Toplam Kurulu Gücü

Kaynak: (<https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>)

potansiyelinin de yüksek olduğu dikkat çekmektedir. 8,5 m/s ve üstü rüzgâr hızı, çok iyi; 7,5 m/s rüzgâr hızı, iyi; 6,5 m/s rüzgâr hızı, kötü olarak değerlendirilmekteyken Türkiye'nin rüzgâr hızı ortalama 7,5 m/s olarak hesaplanmaktadır (Kaya, 2018, s. 47).

Rüzgâr türbinleri kurulurken rüzgâr hızının en yoğun olduğu bölgeler dikkate alınmaktadır. Teorik olarak en fazla rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip iller sırasıyla kurulabilecek güç kapasitesine göre 13.827 MW'lık değeri ile Balıkesir, 13.012 MW'lık değeri ile Çanakkale, 11.854 MW'lık değeri ile İzmir, 5.302 MW'lık değeri ile de Manisa'dır (Çoruh, 2019, s. 102).

Grafik 18: Yıllara Göre Türkiye Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Trendleri



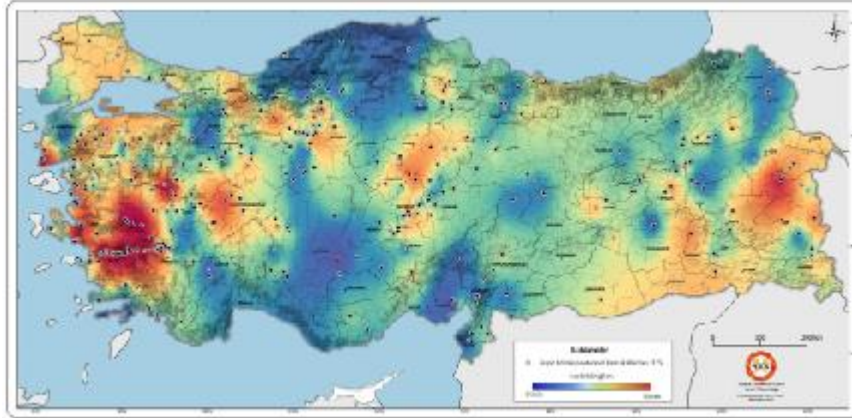
Kaynak: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar>

Grafik 18'deki verilere göre Türkiye rüzgâr enerjisi kara rüzgârı toplam kurulu gücü 2010'da 1.320 MW seviyelerindeyken 2019'a gelindiğinde 7.591 MW seviyelerine kadar yükselmiştir.

2.4.3. Türkiye'de Jeotermal Enerji Potansiyeli

Türkiye'nin aktif tektonik kuşak üzerinde bulunması jeotermal enerji bakımından da potansiyelinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Türkiye'de yayılmış halde 1000 adet kadar doğal çıkışlı değişik sıcaklık değerlerine sahip jeotermal kaynak mevcuttur.

Şekil 6: Türkiye Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımı



Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>

Şekil 6 dikkate alındığında Türkiye'nin jeotermal potansiyelinin yüksek olduğu alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara'da, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'lik kısmı ise diğer bölgelerde yer almaktadır. %90'luk kısmı düşük ve orta sıcaklıkta olduğu için jeotermal kaynaklar ısıtmada, termal turizmde ve bunların yanı sıra çeşitli endüstriyel uygulamalar gibi doğrudan uygulamalarda kullanılmaktadır. Kalan %10'luk kısmı ise elektrik enerjisi için kullanılmaktadır (<http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>).

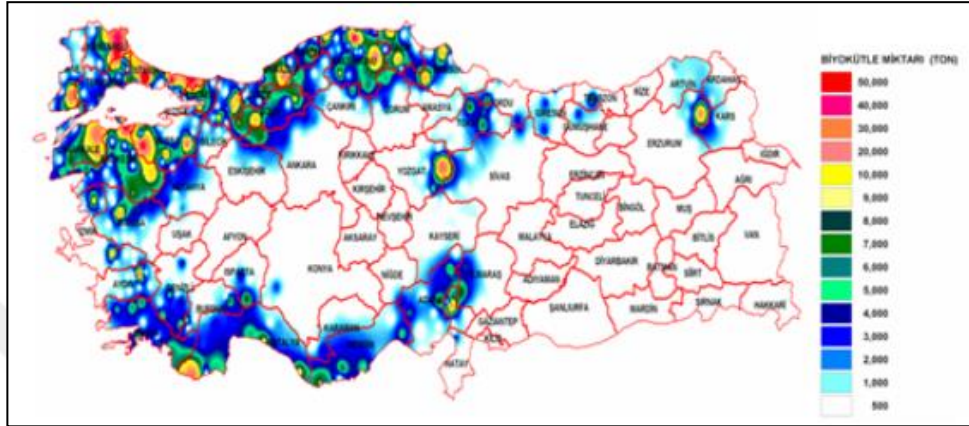
2.4.4. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Biyokütle enerjisi üretimi için gerekli olan güneşleme, kullanılabilir alan, su kaynakları ile iklim şartları açısından Türkiye zengin bir ülkedir. Türkiye'nin mevcut biyokütle atık potansiyeli 8,6 milyon TEP olarak tahmin edilmektedir. Ayrıca üretilebilecek biyogaz miktarının da 1,5-2 milyon TEP olduğu düşünülmektedir (<https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>). Türkiye'de en çok bitki, odun ve hayvan atıklarının dönüştürülmesi ile elde edilen biyokütle enerjisi kullanılmaktadır.

Orman biyokütlesi fosil yakıtların çevreye verdiği zararlara çözüm olarak yeşil enerji üretimi imkânı sunar. Türkiye'nin %27'lik orman alanı 20,7 milyon hektar alanıya denk gelmektedir. Bu alanların hepsi verimli orman alanı değildir. Ürün veren %48'lik orman alanı 9,9 milyon hektardır. Geriye kalan %52 orana denk gelen 10,8 milyon hektar alan ise verimsiz olarak sayılabilecek, maki ve çalılıklardan oluşmaktadır. Türkiye'de orman alanlarının %31'i yani 6,4 milyon hektara denk

gelen alan baltalık ormandır. Bunun ancak çok bozuk baltalık orman alanı olan 4 milyon hektarlık alanın enerji ormancılığına konu olabileceği söylenebilir (Karayılmazlar vd., 2011, s. 68).

Şekil 7: Türkiye Orman Kaynaklı Biyokütle Potansiyeli



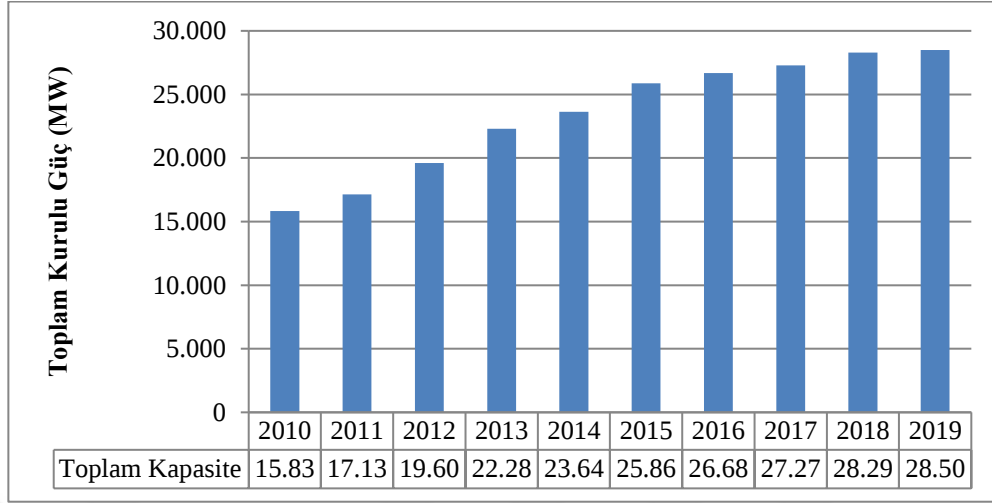
Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/tur_or_kay_biyo_pot.aspx

Şekil 7’de de görüldüğü üzere toplam atık miktarının orman kaynaklı kısmı 4.800.000 ton (1,5 milyon ton eşdeğer petrol), kurulabilecek gazlaştırma tesis kapasitesi ise 600MW’dir (<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>).

Türkiye’nin yıllık olarak hesaplanan ortalama yağış miktarı 574 mm’dir. Bu rakam yılda ortalama 450 milyar m^3 suya karşılık gelmektedir. Türkiye’nin brüt yerüstü suyu potansiyeli 172 milyar m^3 ’tür. Kullanılabilir yüzey suyu potansiyeli yıllık ortalama 94 milyar m^3 tespit edilen yer altı suyu potansiyeli ise yıllık ortalama 18 milyar m^3 ’tür (Kaya, 2018: 51).

2.4.5. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrik enerji potansiyeli açısından da oldukça avantajlıdır. En büyük hidroelektrik santraller Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yapılmaktadır. Türkiye için hidroelektrik enerji gelişimi GAP projesi ile hızlanmıştır. Türkiye hidroelektrik potansiyeli oldukça yüksek bir ülkedir. Geçmişten günümüze yenilenebilir enerji kullanımı açısından en çok kullanılan kaynak hidroelektriktir.

Grafik 19: Türkiye Hidroelektrik Toplam Kurulu Güç

Kaynak: <https://www.irena.org/hydropower>

Grafik 19'a göre Türkiye hidroelektrik santralleri toplam kurulu gücü 2010 yılından 15.831 MW iken 2019 yılında 28.503 MW olarak gerçekleşmiş ve yaklaşık %80 artış göstermiştir.

Hidroelektrik potansiyel üç şekilde değerlendirilmektedir. Bunlar; brüt teorik, yapılabilir veya teknik ve ekonomik potansiyeldir. Türkiye'de 433 milyar kWh teorik hidroelektrik potansiyeli, 216 milyar kWh teknik hidroelektrik potansiyeli hesaplanmaktadır. Ekonomik hidroelektrik potansiyeli ise 140 milyar kWh/yıl'dır (http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

3.1. ENERJİ AÇIĞI KAVRAMI

18.yüzyıl sonlarına doğru dünyada sanayi devrimi yaşanmış ve geleneksel üretim yöntemleri terk edilerek üretimde emeğin yerini makineleşme almış böylece makineleşmenin ihtiyaç duyduğu enerji de dünya gündeminde yerini yoğun bir şekilde almıştır (Esen ve Bayrak, 2015, s. 46). Büyüyen ve gelişen ekonomiler sonucu enerji talebi giderek artış göstermektedir. Ancak enerji arzı bu talebi karşılamakta her zaman başarılı olamamaktadır. Bu durumda karşımıza enerji açığı kavramı çıkmaktadır.

Enerji açığı kavramı birçok farklı anlamda kullanılabilir ancak kısaca insanoğlunun enerji kullanımı isteğinin artması ile bu isteği karşılayabilme yeteneği arasında ki fark şeklinde tanımlanabilir (Aydın, 2011, s. 4). Basitçe enerji arzı ve enerji talebi arasında ki fark olarak tanımlanabilir. Enerji talebi enerji arzından daha fazla olduğu takdirde, enerji talep fazlasının yarattığı fark enerji açığı olarak karşımıza çıkmaktadır. Başka bir ifade ile mevcut enerji üretiminin bazı sebeplerden ülkenin ihtiyacını karşılamada yetersiz kalması sonucu enerji açığı sorunu ile karşılaşmaktadır.

Enerji açığı çoğunlukla doğal kaynaklara sahip olmayan ülkelerde görülmektedir. Dolayısıyla enerji açığında meydana gelen arz ve talep farkı doğal kaynaklara sahip ülkelere ithalat yoluyla giderilmektedir. Birçok gelişmekte olan ekonomi enerji açığı ile mücadele etmekte ve bu açığı giderme çabaları farklı ekonomik sorunları beraberinde getirmektedir. Mesela, enerji açığı problemi yaşayan bir gelişmekte olan ülke bu açığı petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların ithalatı yoluyla gidermeye çalışmaktadır. Genel olarak petrol ve doğal gaz fiyatlarının da yüksek olmasından dolayı ithalat rakamları artmaktadır. İthalat bağımlılığı yaşayan ve en iyi ihtimalle ara malı ihracatı gerçekleştiren ülkelerde ihracat değerleri daha düşük kalmakta ve gelişmekte olan ülke ekonomisinde ödemeler dengesinde dış açık ve buna bağlı olarak cari açık problemi meydana gelmektedir.

Başka bir yönden enerjide ithalata bağımlı olunması ulusal güvenlik zafiyetlerini de taşımaktadır.

3.1.1. Enerji Açığının Sebepleri

Enerji açığının sebeplerini iki yönden ele alarak açıklamak mümkündür. Bunlardan biri talep kaynaklı sebepler, diğeri ise arz kaynaklı sebeplerdir.

Enerji talebinden kaynaklı sebepler ekonomik büyüme, artan ülke nüfusları, kentleşme, sanayileşme ve enerji fiyatlarında yaşanan değişimler olarak sayılabilir. Enerji arzından kaynaklı sebepler ise başlıca coğrafi yapı, siyasi yapı, ekonomik ve sosyal gelişmişlik seviyesi ve yine enerji fiyatlarında yaşanan değişimler ile ilgilidir.

Ülkelerin enerji kaynaklarına sahip olup olmamasından bağımsız olarak, ekonomi büyüdükçe enerjiye olan ihtiyaçta artmaktadır (Ersoy, 2010, s. 2). Bu bağlamda ekonomik büyümeye paralel olarak artan enerji ihtiyacının talep yönlü olması muhtemeldir. Enerji fiyatları, girdi maliyetleriyle de doğrudan bir ilişki içerisindedir. Enerji fiyatlarının artması girdi maliyetlerini artırmakta bu da ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Büyüyen ve gelişen ekonomilerde üretim aşamasında enerjiye duyulan ihtiyacın ne yazık ki başka bir üretim faktörü ile ikamesi de mümkün değildir. Enerji talebinde meydana gelen artışın karşılanması birçok ülke tarafından kendi kaynakları ile mümkün değildir. Bu yüzden günümüzde birçok ülke, özellikle cari açığı yüksek olan ülkeler ithal enerji sayesinde büyüme hızını artırabilmektedir. Enerjide artan bu dışa bağımlılık, ülke ekonomilerine sadece ekonomik anlamda dahi ciddi bir yük getirmektedir (Esen ve Bayrak, 2015, s. 48). Enerji fiyatlarında yaşanacak iniş ve çıkışlar küresel olarak ekonomik, siyasi ve sosyal konjonktürlere de bağlıdır.

Enerji açığının enerji arzından kaynaklanan sebeplerinin temelinde rezerv veya çeşitlilik bakımından üretime uygun olmaması yer almaktadır. Ülkeler dışa bağımlılık oranlarını azaltabilmek için mevcut enerji kaynaklarını en etkin biçimde kullanmalıdır. Enerji kaynaklarının doğada bulunabilirliği veya kaynağın kullanıma hazır hale getirilmesine kadar geçen süreçte ortaya çıkan maliyetlerin tamamı enerji arzını etkilemektedir (Karagöz, 2020, s. 18).

3.1.2. Türkiye’de Enerji Açığı

Türkiye sürekli olarak gelişen büyüyen bir ülke konumundadır. Buna bağlı olarak artan enerji talebinin ise büyük bir kısmını dışarıdan ithal ederek

karşılacaktır. Türkiye ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler buna bağlı olarak dış ticaret açığının sürekli artması sorunu ile mücadele etmektedir.

Tablo 15: Türkiye Genel Enerji Dengesi (1990-2020)

Yıllar	Toplam Üretim (TEP)	Yerli (BİN (BİN TEP)	Enerji İthalatı (BİN TEP)	Toplam Enerji Talebi (BİN TEP)	Yerli Üretimin Enerji Talebini Karşılama Oranı (%)
1990	25.138		30.663	52.465	%47,91
1995	26.294		39.194	62.968	%41,75
2000	26.456		55.081	79.428	%33,30
2005	24.235		70.813	88.672	%27,33
2010	31.558		84.606	105.888	%29,80
2011	30.771		90.344	113.371	%27,14
2012	30.445		98.399	117.312	%25,95
2013	29.106		96.145	116.314	%25,02
2014	28.591		102.384	120.505	%23,72
2015	30.936		112.798	129.139	%23,95
2016	35.374		113.117	136.229	%25,96
2017	35.357		124.425	145.305	%24,33
2018	39.675		115.792	143.666	%27,61
2019	44.821		115.453	144.205	%31,08
2020	44.069		114.286	147.168	%29,94

Kaynak: (EİGM, 2021)

Tablo 15’te yer alan verilere göre Türkiye’nin 1990-2020 aralığında toplam yerli enerji üretimi, enerji ithalatı, enerji talebi ve yerli üretimin enerji talebini karşılama oranlarına yer verilmiştir. Tablo 15’e göre Türkiye enerji talebinin yalnızca dörtte birini yerli üretim ile karşılayabilmektedir. Geriye kalan talep açığını ise enerji ithal ederek karşılamaktadır. Bu da enerji tüketiminin dörtte üçüne tekabül etmektedir. Dörtte üçlük oran ciddi derecede yüksek olmakla beraber Türkiye’nin enerji bağımlılığını da tetiklemektedir.

1990 yılında 25.138 bin Tep olan yerli enerji üretimi 2020 yılında 44.069 bin Tep olarak gerçekleşmiştir. Enerji talebi ise 1990 yılında 52.465 bin Tep iken 2020 yılında 147.168 bin Tep’dir. 1990 yılında enerji ithalatı 30.663 bin Tep iken 2020

yılında 114.286 bin TEP'dir. Enerji üretimi 1990 yılından 2020 yılına 1.7 kat artarken enerji talebi 2.8 kat artmış, enerji ithalatı ise 3.7 kat artış göstermiştir. Ayrıca 1990 yılında yerli üretim enerji talebinin %47,91'lik kısmını karşılarken 2020 yılında %29,94'lük kısmını karşılayabilmektedir. Tablo 1'de yer alan verilerde de görüldüğü üzere Türkiye'nin enerji açığı sorunu her geçen yıl giderek artış göstermektedir.

3.2. ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK

Artan büyüme oranlarına bağlı olarak özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerjiye olan ihtiyaçta artmaktadır. Bu ihtiyacı yerli ve milli kaynakları ile karşılayamayan veya yetersiz kalan ülkeler diğer ülkelerden enerji ithal etmeye başlarlar. Bu şekilde diğer ülke kaynaklarına bağlı olarak enerji talebinin karşılanması durumu enerjide dışa bağımlılık kavramına karşılık gelmektedir.

Enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler, sosyal, siyasal ve ekonomik açıdan da bir bağımlılık hissetmeye başlarlar. Ayrıca enerjiyi sürekli dışarıdan ithal etmek ülkeler açısından makroekonomik istikrarsızlıklara sebep olmaktadır. Bu ülkelerin dış ticaret dengesi de daha kırılgan bir hal almaktadır.

Fosil kaynakların rezervlerinde yaşanan azalma bu kaynakların daha pahalı olmasına yol açmakta, bunun sonucu olarak üretim ve istihdam azalırken sosyal refahın da düşmesi riskini beraberinde getirmektedir (Konca, 2018, s. 53).

3.2.1. Enerjide Dışa Bağımlılığının Yarattığı Riskler

Ekonominin temel taşı olan enerjide bir ülkeye veya bir kaynağa bağlı olunması beraberinde bazı sosyal, siyasal ve ekonomik riskler getirmektedir. Bu riskler aynı zamanda iç içe geçmiş ve birinin oluşması diğerini tetiklemektedir.

Enerjide bir veya birkaç kaynak ülkeye bağımlı olmanın sonucunda, enerji kaynaklarına sahip olan ülke ithalatçı ülke üzerinde siyasi baskı kurabilmektedirler. Enerjinin bir silah gibi kullanılmasının sonucunda herhangi bir kesinti yaşamak istemeyen ithalatçı ülkeler, bazı siyasal zayıflıklar yaşamak zorunda kalabilmektedirler. Dolayısıyla pazar konumunda ki ülkelerin siyasal bağımsızlığa kavuşabilmeleri için enerji bağımlılıklarını azaltmaları gerekmektedir. Türkiye ve Rusya enerji bağımlılığı sonucu siyasal bağımlılığın iyi bir örneğidir.

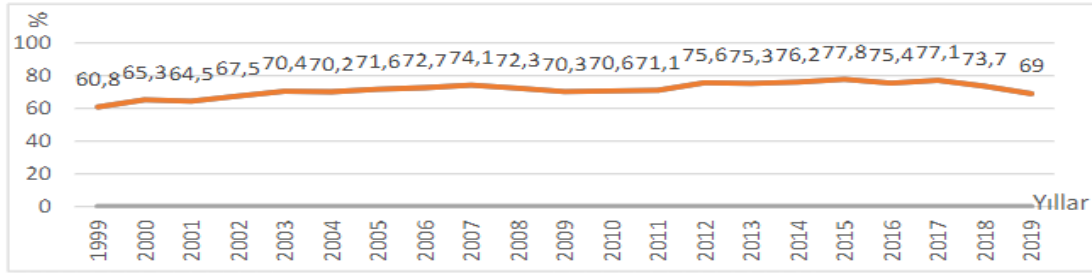
Enerjide dışa bağımlı olmanın bir diğer sakıncası da ekonomik risklerdir. Sürekli enerji ithal etmek durumunda kalmanın sonucunda, özellikle gelişmekte olan ülkeler cari açık baskısı yaşamakta ve bunun sonucunda da büyüme oranlarında baskı oluşmaktadır. Enerji ihtiyacında kaynak ülkelere olan bağımlılık aynı zamanda petrol veya doğal gaz gibi kaynaklarda meydana gelecek bir kesinti ya da fiyat artışı sonucu ekonomi de büyümeyi yavaşlatacak ve enflasyonu tetikleyici bir etki yaratacaktır (Konca, 2018, s. 60).

3.2.2. Türkiye’de Enerjide Dışa Bağımlılık

Gelişmekte olan ülkeler büyüme oranlarını artırabilmek ve bu seyirde devam ettirebilmek için üretim artışında da sürekliliği sağlamak durumunda kalmaktadırlar. Türkiye de gelişmekte olan bir ülke olarak bu stratejiyi uygulamaktadır. Türkiye diğer gelişmekte olan ülkelere olduğu gibi yıllardır enerji kaynaklarında ürettiğinden daha çok tüketen bir ülke olmasıyla dikkat çekmektedir. Enerji talebini yerli enerji üretimi ile karşılayamamakta ve bu farkı dışarıdan ithalat yardımıyla gidermektedir. Yani Türkiye enerji tüketiminde dışa bağımlı bir ülke haline gelmiştir.

Türkiye özellikle 1980 sonrası dönemde tarıma dayalı ekonomik yapı terk edilerek daha çok sanayi ve hizmet sektörü ağırlıklı bir ekonomik yapıya geçilmesiyle birlikte; ekonomik ve sosyal kalkınma oranı artış gösterirken doğal olarak enerji talebinin de her geçen gün arttığı bir ülke haline gelmiştir. Enerji ihtiyacının artış göstermesine rağmen fosil enerji kaynakları açısından zengin olmamasından dolayı bu talebin büyük kısmını dışarıdan karşılayan ülkemiz enerjide dışa bağımlılığı oldukça yüksek olan bir ülkedir. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılık oranı %72’lerde seyretmektedir (Esen, 2013, s. 114).

Grafik 20: Yıllara Göre Türkiye’de Enerjide Dışa Bağımlılık Oranları (1999-2019)



Kaynak: (Orun ve Demirgil, 2021, s. 103)

Grafik 20’de 1999 yılından 2019 yılına Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılık oranlarına yer verilmiştir. Buna göre 2004 yılından beri Türkiye enerjisinin dışa bağımlılık oranları hep %70’in üzerinde seyretmektedir. En yüksek değerine 2015 yılında %77,8 ile ulaşmıştır. Enerjide dışa bağımlılığı oldukça yüksek olan Türkiye enerji fiyatlarında meydana gelecek artışlardan da ithalat, ihracat, cari açık gibi makroekonomik göstergeler bazında etkilenmektedir.

Tablo 16: Türkiye’nin Enerji İthalatı, Toplam İthalat ve GSYH Verileri (2010-2020)

Yıllar	Enerji İthalatı (milyar dolar)	Toplam İthalat (milyar dolar)	GSYH (milyar dolar)	Enerji İthalatı/Toplam İthalat	Enerji İthalatı/GSYH	Toplam İthalat/GSYH
2010	38.497	177.317	776.968	21,71%	4,90%	22,80%
2011	54.117	231.552	838.786	23,37%	6,40%	27,60%
2012	60.117	227.315	880.556	26,44%	6,80%	25,80%
2013	57.753	249.282	957.799	23,13%	6,00%	26,00%
2014	56.175	239.865	938.934	23,41%	5,90%	25,50%
2015	38.651	203.874	864.314	18,95%	4,40%	23,50%
2016	27.464	192.568	869.683	14,26%	3,10%	22,10%
2017	37.654	227.789	858.959	16,53%	4,30%	26,50%
2018	43.613	219.635	778.382	19,85%	5,60%	28,20%
2019	41.731	198.997	761.425	20,97%	5,40%	26,10%
2020	28.925	206.267	717.049	14,02%	4,00%	28,70%

Kaynak: (Orun ve Demirgil, 2021, s. 104)

Tablo 16’da Türkiye’nin enerji ithalatı, toplam ithalat, GSYH değerleri ve bunların oranları yer almaktadır. Buna göre enerji ithalatının 2010 yılından 2019 yılına kadar artış seyrinde olduğu söylenebilir. Toplam ithalat içinde enerji ithalatı

payı ortalama %20 civarlarındadır. Bu oran en yüksek değerine 2012 yılında %26,44 ile ulaşırken en düşük değerine de 2020 yılında %14,02 ile ulaşmıştır. 2020 yılında gerçekleşen Covid-19 salgını sebebiyle üretimde yaşanan düşüşlerin enerji ithalatında da azalma yaratmış olacağı düşünülmektedir. Enerji İthalatı/GSYH oranı 2010 yılında %4,90 iken 2012 yılında en yüksek değeri olan %6,80'e ulaşmıştır. 2019 yılında %5,40, 2020 yılında ise %4 değerindedir.

3.2.3. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi

Gelişmekte olan bir ülke olması sebebiyle Türkiye’nin hem ekonomik hem sosyal kalkınma düzeyi artarken, dolayısıyla enerji ihtiyacı da her geçen gün artış göstermektedir. Türkiye’de mevcut enerji kaynakları enerji ihtiyacını karşılamakta yeterli gelmemektedir. Bu yüzden enerji ihtiyacının büyük kısmını dışarıdan ithal etmek zorunda kalmaktadır.

2020 yılı itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımlarda da artış yaşanmakta özellikle hidroelektrik, güneş ve rüzgâr enerjisinden yararlanma oranı giderek artmaktadır. Diğer başlıklar altında bu konu verilerle beraber açıklanacaktır.

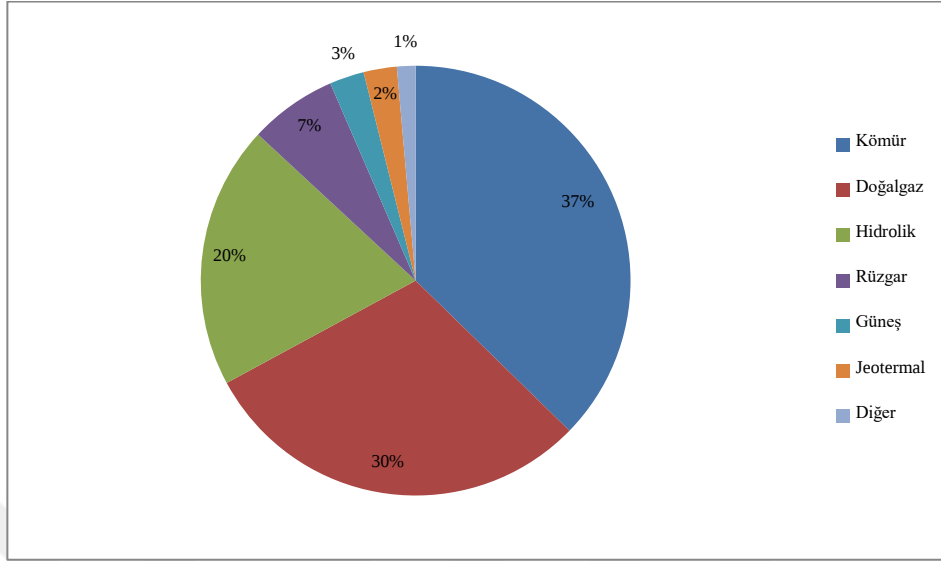
Tablo 17: Türkiye’de Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları (2000-2019)

Yıl	Toplam (Gwh)	Kömür (%)	Sıvı yakıtlar (%)	Doğal gaz (%)	Hidrolik (%)	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar (%)
2000	124.922	30,6	7,5	37,0	24,7	0,3
2001	122.725	31,3	8,4	40,4	19,6	0,3
2002	129.400	24,8	8,3	40,6	26,0	0,3
2003	140.581	22,9	6,6	45,2	25,1	0,2
2004	150.698	22,8	5,0	41,3	30,6	0,3
2005	161.956	26,6	3,4	45,3	24,4	0,3
2006	176.300	26,4	2,4	45,8	25,1	0,3
2007	191.558	27,9	3,4	49,6	18,7	0,4
2008	198.418	29,1	3,8	49,7	16,8	0,6
2009	194.813	28,6	2,5	49,3	18,5	1,2
2010	211.208	26,1	1,0	46,5	24,5	1,9
2011	229.395	28,8	0,4	45,4	22,8	2,6
2012	239.497	28,4	0,7	43,6	24,2	3,1
2013	240.154	26,6	0,7	43,8	24,7	4,2
2014	251.963	30,2	0,9	47,9	16,1	4,9
2015	261.783	29,1	0,9	37,9	25,6	6,5
2016	274.408	33,7	0,7	32,5	24,5	8,6
2017	297.278	32,8	0,4	37,2	19,6	10,0
2018	304.802	37,2	0,1	30,3	19,7	12,7
2019	303.898	37,1	0,1	18,9	29,2	14,7

Kaynak: (TEİAŞ, 2021)

Tablo 17’de yer alan yenilenebilir enerji ve atıklar sütununda jeotermal, rüzgâr, güneş, biyogaz, biyokütle ve atık kaynaklar yer almaktadır. Tablo ‘ya göre Türkiye elektrik enerjisi üretiminde 2000 yılından 2019 yılına doğru kömür, hidrolik enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı artarken petrol ve doğal gazın kullanım oranı azalmıştır. Genel olarak fosil yakıtların kullanım oranına kıyasla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı daha fazla artış göstermiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi 2000 yılında %0,3 seviyelerinde iken 2019 yılında %14,7 seviyelerine kadar yükselmiştir.

Grafik 21: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (2018)



Kaynak: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>

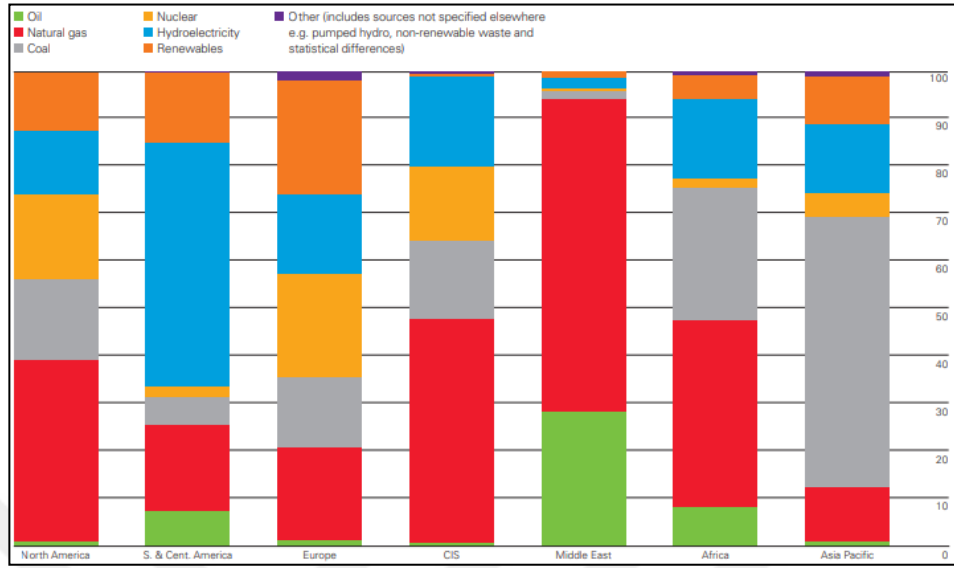
Grafik 21'e göre 2018 yılında Türkiye elektrik enerjisi üretiminin %37'sini kömür'den, %30'unu doğal gazdan, %20'sini hidrolik enerjiden, %7'sini rüzgârdan, %3'ünü güneşten, %2'sini jeotermal enerjiden ve %1'ini diğer enerji kaynaklarından karşılamaktadır.

3.2.4. Dünya'da Elektrik Enerjisi Üretimi

Dünya genelinde enerji talebi devamlı artmaktadır. Buna bağlı olarak kaynak kullanım değerleri yavaş yavaş dönüşüme uğramakta ve enerji ithalatçısı olan tüm ülkeler enerji arz güvenliği, enerji de dışa bağımlılık gibi sorunların çözümüne yönelik arayışlarda bulunmaktadır.

Tüm bunlardan bağımsız olarak 2020 yılı dünya genelinde çok farklı bir yıl oluşturmaktadır. Yaşanan Covid-19 salgını sebebiyle üretimde, GSYH değerlerinde ve dolayısıyla enerji talebinde düşüşler yaşanmıştır.

Grafik 22: Yakıta Göre Bölgesel Elektrik Üretimi Payları (2020)

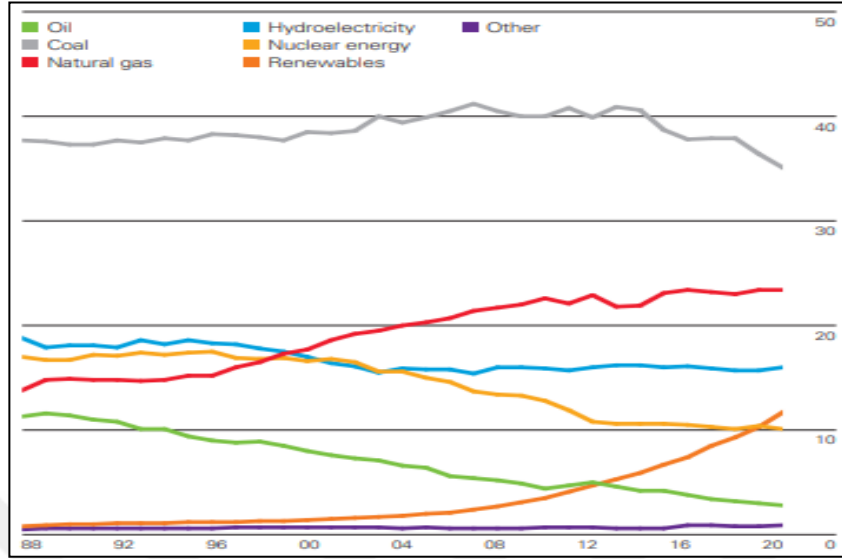


Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

Grafik 22'ye göre 2020 yılı bölgesel elektrik üretiminde doğal gaz Kuzey Amerika, Bağımsız Devletler Topluluğu, Orta Doğu ve Afrika için en çok kullanılan yakıttır. Güney ve Orta Amerki'da elektrik üretiminde en yüksek paya hidroelektrik sahiptir. Asya da ise elektrik üretiminde en yüksek pay kömüre aittir. Asya için yaklaşık %57'lik kömür payı diğer ülkelere göre oldukça yüksektir. Bunun en büyük sebebi de kömür rezervleri'nin %42'sinin Asya'da bulunmasıdır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisinde kullanımı ise Avrupa'da %23,8'dir. Avrupa için nükleer enerjiyi (%21,6) geride bırakması açısından bu değer oldukça önemlidir.

Grafik 23: Dünya Elektrik Üretiminde Kullanılan Yakıtların Payları (2020)



Kaynak: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

Grafik 23'e göre dünya geneli elektrik üretiminde en çok tercih edilen kaynak kömür olarak karşımıza çıkmaktadır. Ardından doğal gaz, hidroelektrik gelmektedir. Yenilenebilir enerji 10 yıllık artışından (yıllık %13,4) daha yavaş olsa da %9,7 ile 2017, 2018 ve 2019 yıllarına benzer bir artış trendi göstermiştir.

3.3. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

Soğuk Savaş dönemi sonrasına denk gelen süreçte meydana çıkan yeni güvenlik tehditleri olarak enerji güvenliği, uluslar arası ilişkilerde yaşanan değişime paralel olarak, enerji sektöründe olumlu yönde yaşanan yapısal değişiklikler ile beraber devletlerin ve uluslar arası örgütlerin dış politika kararlarında önemli bir konu olmuştur (Şöhret, 2015, s. 1).

1960 yılında kurulan OPEC enerji arz güvenliği kavramıyla birebir ilişki içindedir. OPEC petrol şirketlerinin fiyatlarını sabit tutarak fiyat dalgalanmalarının ve üretici ülkeye danışmadan fiyat değişikliği yapmanın önüne geçmeyi amaçlayarak enerji arz güvenliğini sağlamayı amaçlayan bir örgüttür.

1970'li yıllara denk gelen petrol krizi ile beraber enerjide güvensizlik dönemi başlamış ve enerji güvenliği kavramı daha da önemli bir konu haline gelmiştir. Enerji arz güvenliğinin günümüzde ki kullanımı ise 2001 yılında Avrupa Birliği'nin ilgili komisyonu tarafından hazırlanmış olan "Enerji Arz Güvenliği İçin Bir Avrupa

Stratejisine Doğru” isimli çalışma ile ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada enerji arz güvenliği, tüm toplumun iyi olması, ekonomik alanda istikrarın sağlanabilmesi adına devam eden kalkınma hedefleri doğrultusunda tüm son kullanıcılar için fiyat değişikliklerine bağlı kalmadan enerji pazarına aralıksız olarak fiziki erişim sağlayabilmek şeklinde tanımlanmıştır (Çetinkaya, 2019, s. 56).

Yaşanan petrol krizleri dolayısıyla enerji arz güvenliği kavramının gündeme gelmesi sonucu bazı önlemler alınması ihtiyacı duyulmuştur. Bu önlemler kapsamında 1974 yılında Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)’nın kurulması yer almaktadır. Aynı zamanda devletler enerji verimliliğini artırmak, enerji kaynaklarını çeşitlendirmek, enerjiyi depolamak, enerji tasarruf teşvikleri, enerji yatırımlarını artırmak gibi önlemlerde almaktadırlar.

Enerji güvenliği kavramı iki farklı bakış açısından değerlendirilmelidir. Birisi enerji yönünden diğeri ise güvenlik yönünden ele alınmalıdır. Enerji güvenliği kavramı enerji yönünden değerlendirilecek olursa, enerji kaynaklarının elde edilebilirliği, ulaşılabilirliği, ekonomik olması ve sürdürülebilir olması şeklindedir. Enerji güvenliği güvenlik yönünden değerlendirilecek olursa enerji arama, geliştirme, üretim, çevrim, iletim, dağıtım, pazarlama, tüketim aşındaki tesislerin gerçekleştirilecek herhangi bir terör saldırısına karşı fiziki olarak korunaklı olması şeklinde sıralanabilir (Sevim, 2015, s. 160).

Enerji arz güvenliği, dışarıdan temin edilen enerjinin söz konusu olduğu durumda, güvenilir yani bir başka ifade ile kesintisiz, temiz, uygun fiyatlı olarak enerji talebinin uygun miktarda devamlı karşılanabilmesidir. İthalat yolu ile enerjinin karşılanması sonucu ortaya çıkan enerji arz güvenliği kavramı devlet ekonomilerinin ödemeler dengesi üzerinde de oldukça baskı yaratmaktadır.

Enerjiye erişim olmaması veya yeterli erişim olmaması ya da enerjiye ulaşılmasına karşın enerji kaynaklarından yeterince faydalanılamaması durumunda “Enerji Yoksulluğundan” söz edilmektedir. Gelişmiş ekonomilerde enerjiye ulaşım sorunu yok denecek kadar az olduğundan dolayı enerji yoksulluğu ise az gelişmiş veya gelişmekte olan ekonomilerde tanımlanan bir kavramdır. Enerjinin ekonomik olmaması durumunda da enerji yoksulluğundan söz edilebilmektedir.

3.4. Enerji Arz Güvenliğini Oluşturan Unsurlar

Enerji arz güvenliğini oluşturan unsurlar mevcudiyet, erişebilirlik, ekonomiklik, sürdürülebilirlik olarak sıralanabilir.

Enerji arz güvenliğini oluşturan unsurlar enerjinin üreticiden tüketiciye ulaştırılması aşamasında bir aksaklık yaşanmaması ve ulaşımda devamlılığın sağlanması açısından önemli kavramlardır.

Enerjiyi elde ederken yaşanacak aksaklıklar o enerji kaynağının güvenilirliği ile ilgili şüpheleri beraberinde getirirken aynı zamanda çeşitli ticari, ekonomik ve siyasi soruna da yol açabilmektedir.

3.4.1. Mevcudiyet

Mevcudiyet enerji kaynaklarının fiziki olarak varlığı ile ilgilidir. Mevcudiyet enerji arz güvenliğinin talep boyutuyla ilişkili bir kavramdır. Enerji kaynağı talep edildiği zaman mevcut olup olmadığına işaret eder. Kaynakların tükenmesi veya yeni rezervlerin ortaya çıkması ve teknolojik imkânlar bakımından özellikle de arz-talep güvenliği bağlamında önemli bir kavramdır (Çelikpala, 2014, s. 85).

Enerji alışverişinde ithal eden ülke ile ihraç eden ülke arasında çıkan anlaşmazlıklardan tutunda, savaş, siyasal istikrarsızlıklar, bölgesel sorunlar gibi jeopolitik temelli problemler söz konusu olduğu takdirde enerjiye erişim mümkün olmayabilir. Bu tür sorunların ortadan kalkması adına enerji arz güvenliğinde mevcudiyet önemli bir kavramdır.

3.4.2. Erişebilirlik

Erişebilirlik kavramı, enerjiye ihtiyaç duyulduğu zaman kaynaklara rahatlıkla ulaşılabilir olması ile alakalıdır. Boru hatlarının inşası, iletim ve ulaşım kanallarının varlığı ve açıklığı, erişilebilirlik kavramıyla doğrudan ilişkilidir (Çelikpala, 2014, s. 85). İnsanların ısınması, üretim tesislerinin üretime devam edebilmesi, ulaşım gibi bir çok önemli faaliyet kaynaklara erişilebilirliğin kesintisiz bir biçimde sağlanmasına bağlıdır.

Artan nüfus, gelişen ekonomiler göz önüne alındığında bunlara paralel olarak enerjiye erişimde altyapının geliştirilmesi, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, gerekirse yeni dağıtım kanallarının oluşturulması gerekmektedir. Enerjiye erişimin çıkacak herhangi bir problem karşısında kesintiye uğraması durumunda hayatın

doğal akışını bozmamak adına depolanması enerji arz güvenliğinin sağlanması adına önemlidir. Yoğunlukla tüketilen enerjinin fosil yakıtlar olduğu göz önüne alınırsa bu kaynakların tükenme tehlikesi bağlamında insanların daha az enerji tüketimine özendirilmesi ve enerji talebinin azaltılması amaçlanabilir (Çoruh, 2019, s. 34).

3.4.3. Ekonomiklik

Enerji kaynaklarının rekabetçi piyasa koşullarında, uygun fiyata elde edilip edilememesi ekonomiklik unsuru ile ilgilidir. Yüksek fiyatlı enerji kullanılmadığından enerji yoksulluğuna sebep olmaktadır. Aynı zamanda enerji fiyatlarında yaşanacak dalgalanmalarda bu kavrama karşılık gelmektedir.

Enerji fiyatlarında yaşanacak ani bir artış enerjinin zorunlu bir ihtiyaç olması göz önüne alınırsa insanların harcanabilir gelirini azaltacaktır. Bu sebeple insanlar daha uygun fiyatlı enerji tercih ederek harcanabilir gelirlerinin az bir kısmını enerjiye verip daha sonra farklı ihtiyaçlarını karşılama eğilimini tercih edeceklerdir. Enerjinin düşük fiyatlı olmasını tercih eden ülkelerde de düşük fiyat beklentisi, enerji tüketimini teşvik edici bir etki yaratacaktır. Bu durumda yüksek verimli imalat sanayi yatırımlarının azalması, enerji alanındaki gelişmenin yavaşlaması, alıcıların yaşanacak fiyat şoklarına karşı savunmasız kalması gibi olumsuzluklar ortaya çıkacaktır (Çoruh, 2019, s. 34).

Doğada hazır halde enerji elde etmek için yararlanılabilecek birçok kaynak mevcuttur. Bunun tercihi yapılırken ekonomik açıdan marjinal faydanın marjinal maliyetin üzerinde olması göz önüne alınır (Çelikpala, 2014, s. 86). Yatırım maliyetleri aynı olan iki kaynak olması durumunda elde edilecek enerji miktarı dikkate alınarak kaynaklardan biri diğerine tercih edilir.

3.4.4. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik unsuru enerjinin talep edildiği sürece devamlı, herhangi bir aksama yaşanmadan karşılanabilmesi durumudur. Enerji kaynaklarının kullanımında çoğunlukla fosil yakıtların tercih edilmesi ve bu kaynakların tükenme tehlikesinin bulunması sürdürülebilirliği tehlikeye düşürmektedir. Diğer bir yandan fosil yakıtların çevreye verdikleri zararlar göz önüne alınınca sürdürülebilirlik birazda çevresel bir unsur olmaktadır. Temiz ve yenilenebilir enerjiye olan talebin artması ve

bunlara yapılacak yatırımlarla enerji ihtiyacının karşılanması daha sürdürülebilir bir tercih olduğu aşikârdır.

3.5. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEN UNSURLAR

Enerji daha çok ekonomiyle ilgili bir kavram olsa da küreselleşmenin de etkisiyle siyasi boyutta da oldukça önemli bir kavram haline gelmiştir. Bu sebeple enerji arz güvenliğini etkileyen unsurları ekonomik, coğrafik ve siyasi boyutlarıyla ele almak gerekmektedir.

3.5.1. Ekonomik Unsurlar

Enerji arz güvenliğini olumlu yönde etkileyen ekonomik unsurlardan en önemlisi enerji kaynağının rezerv miktarıdır. Rezerv miktarının büyüklüğüne bağlı olarak enerji kaynağına yönelik hem iç talep karşılanır hem de ihracat geliri elde edilmesine olanak sağlar. Enerjiyi depolamak enerji arz güvenliğini olumlu yönde etkileyecek bir yöntemdir.

Bir diğer önemli unsurda enerji tüketimi ithalata bağlı olan ülkeler açısından, arz güvenliği riskini azaltabilmek için ithal enerjiye ikame edilebilecek yerli, çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve bu alanda Ar&Ge faaliyetlerini artırmaktır.

Enerji arz güvenliğini olumsuz yönde etkileyen ekonomik unsurlardan biri enerjide ithalat bağımlılığıdır. Enerji ihtiyacının dışarıdan ithalat yoluyla karşılanması enerji arz güvenliğini azaltır. İthalat kanalıyla karşılanan enerjide yaşanacak bir kesinti durumunda ülkede ulaşımdan, yatırıma birçok ekonomik faktör sekteye uğrayacaktır.

Serbest piyasa koşullarının var olduğu bir piyasada fiyat, arz ve talep sonucu oluşacak dengeye göre belirlenir. Enerji fiyatlarının arz ve talep sonucu oluşan denge fiyatına yakın oluşması ve ani iniş çıkışlar yaşamaması enerji arz güvenliği riskini azaltır. Enerjinin talep esnekliğinin inelastik olmasından dolayı ani artan fiyatlarda dahi talep edilen miktar kısa vadede düşürülemeyecektir. Bu durumda özellikle ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkeler üretim seviyelerini düşürmemek için kısa vadede gelirinin daha büyük bir kısmını enerji tüketimine yönlendirmek durumunda kalacaktır. İthalata bağımlılığı yüksek olan ülkenin enerji fiyat artışından ne oranda etkileneceği gelişmişlik düzeyi ile ilgilidir. Bu da ülkenin enerji yoğunluğuna göre

değerlendirilebilir. Enerji yoğunluğu birim GSMH artışı için gerekli olan enerji miktarıdır (Erdal, 2011, s. 27) .Yani enerji yoğunluğu enerji tüketiminin GSMH'ya oranıdır. Gelişmiş bir ülke enerji yoğunluğunu azaltarak, hem enerji tüketim düzeyini azaltacak hem de enerji verimliliğini artıracak ve milli gelirinde azalma yaşamadan üretimini artırabilecektir. Enerji yoğunluğu yüksek olan bir ülke ise enerji fiyatının artışına karşılık talebini azaltmak zorunda kalacaktır. Buradan da anlaşılabileceği üzere enerji yoğunluğu az olan bir ülke için enerji arz güvenliği riski de daha azdır.

Enerji fiyatlarında yaşanan artış, arz güvenliği bakımından kısa vadeli spekülasyon arz kesintilerinden kaynaklanabileceği gibi, uzun vadede rezervlerin azalmasından ya da yatırımların yetersiz kalmasından kaynaklı da olabilir (Erdal, 2011, s. 22).

3.5.2. Coğrafi Unsurlar

Enerji arz güvenliği için coğrafi unsurların önemi, ihracatçı ülkeye olan yakınlık, jeopolitik ve stratejik açıdan iletim güzergâhı, bulunan coğrafyadaki enerji kaynağının rezerv büyüklüğü ve kalitesi şeklinde sıralanabilir.

İthalatçı ülke ile ihracatçı ülke arasında daha çok tüketilen petrol ve doğal gaz gibi kaynakların nakli gerçekleştirilirken iki yöntem tercih edilmektedir. Bunlar deniz yolu ile taşıma ve boru hatları ile taşımadır. Daha çok petrol deniz yolu ile nakil edilirken doğal gazın ise boru hatları ile nakli gerçekleştirilmektedir. AB üye ülkeleri arz güvenliğinin sürdürülebilir olması, petrolün deniz yolu ile naklinde yaşanan çevre kirliliği ve Mayıs 2010'da Meksika körfezinde meydana gelen kaza gibi gerçekleşebilecek kazaları göz önüne alarak boru hatları ile taşımayı tercih etmektedirler (Erdal, 2011, s. 46).

Enerji naklinde iletim güzergâhı arz güvenliği için oldukça önemli bir konudur. Petrol ve doğal gaz gibi kaynakların iletim aşamasında uzun vadede boru hatları ile taşıma hem çevresel hem de maliyet açısından en verimli olan yöntemdir. Boru hatlarının döşenmesi esnasında da güzergâh belirlenirken ülkenin siyasi olarak iş birliğini de güçlendirmesi gerekmektedir. Aksi halde boru hatlarında yaşanacak bir olumsuzluk örneğin terör saldırısı gibi, ülkeler arasında gerginliğe yol açmakla

beraber hat üzerinde dağıtım yapılan tüm ithalatçı ülkeleri enerji kesintisine uğratmak üretimlerini durduracak ve ekonomik olarak zor duruma sokacaktır.

3.5.3. Siyasi Unsurlar

Enerji güvenliği söz konusu olduğunda ülkeler arası ilişkilerin ne boyutta olduğu önemli bir unsur haline gelmektedir. Dünya’da mevcut enerji kaynaklarının hâkimiyetini elinde tutmak isteyen devletler bu isteğin peşinde askeri ve siyasi birçok olumsuzluğa yol açabilmektedirler.

1900’lü yıllarda petrolün öneminin artmasıyla beraber dünya siyasetine petrol yön vermeye başlamıştır diyebiliriz. Petrol ülkelerin hem iç hem dış siyasetinde belirleyici bir rol almaktadır. Petrol rezervlerinin Orta Doğu, Kafkasya ve Afrika gibi istikrarsız bölgelerde yoğunlaşması enerji arz güvenliğini etkileyen unsurlardandır. Bir başka açıdan ise petrol ve doğal gaz hakimiyetini elde etmek isteyen devletlerin mücadelesi sebebiyle enerji arz güvenliği devamlı tehdit altındadır (Erdal, 2011, s. 41).

Petrol ihraç eden ülkelerin biraraya gelmesi sonucu oluşan OPEC piyasa gücünü elinde tutmakta ve bir kartel gibi hareket etmektedir. 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizinde olduğu gibi fiyat sıçramaları veya kısa vadeli arz şokları enerji arz güvenliğinde ciddi istikrarsızlık sebeplerindendir. Bu durumda ithalatçı ülkeler uzun süren ekonomik istikrarsızlıklara maruz kalmaktadırlar.

Enerji kaynağına sahip ülkeler açısından da bu kaynağa sahip olmaları nedeniyle ülke veya bölge olarak siyasi istikrarsızlık, askeri ve güvenlik açısından tehdit unsuru yaratmaktadır. Enerji nakil güzergahında kalan transit ülkeler de benzer tehditlere maruz kalmaktadır.

3.6. TÜRKİYE’DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ VE UYGULANAN ENERJİ POLİTİKALARI

Ülkelerde temiz, güvenilir, kesintisiz ve uygun fiyatlı enerji sunmak elbette ki yönetimde söz sahibi olan kişilerin sorumluluğundadır. Ülke yönetimindeki kişiler değiştikçe uygulanan politikalarda değişiklik gösterebilmektedir. Enerji politikaları belirlenirken dikkat edilen en önemli unsurlar ekonominin genel durumu, ithalat, ihracat, nüfus, teknolojik gelişmeler ve tüketicilerin tercihleri şeklinde sayılabilir.

Türkiye enerji politikalarını belirlerken yetersiz rezerv miktarını göz önünde bulundurarak stratejik konumu üzerinden politika belirleme yoluna gitmektedir. Türkiye doğusunda enerji ihracatçısı ülkeler, batısında ise enerji ithalatçısı ülkeler bulunan önemli bir konumda yer almaktadır. Ülkeler aralarında enerji ticaretini gerçekleştirebilmek için Türkiye üzerinden bir geçiş yolu çizmektedirler. Bu şekilde Türkiye’de enerji kaynaklarının çeşitliliği artarken aynı zamanda belli anlaşmalar ile bu ticaret gerçekleştiği için fiyat avantajları da elde edebilmektedir.

Tablo 18: Türkiye Enerji Politikaları Kronolojisi

1923 Öncesi	Bu yıllarda enerji politikalarına yönelik uygulamalara sık rastlanmamaktadır.
17 Şubat 1923	İzmir İktisat Kongresi yapılmış olup, kongrede yalnızca madencilğe yönelik kararlar alınmıştır.
1926	Petrol Kanunu çıkarılmıştır.
1930	Liberal politikalar terk edilerek, devletçilik ilkesine geçişle beraber demiryolunda, kömürde ve gazda kamulaştırmalar yapılmıştır.
1933	Altın Ve Petrol Arama İşletme İdaresi kurulmuştur.
1935	Altın Ve Petrol Arama işletmesi Maden Teknik Arama Enstitüsü’ne devredilmiştir.
1954	6326 sayılı Petrol Kanunu çıkarılmıştır. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı kurulmuştur.
1957	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu kurulmuştur.
1963	Türkiye Enerji Bakanlığı kurulmuştur.
1963-67	Planlı Kalkınma Dönemi’ ne geçilerek Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı uygulanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda enerji kaynaklarının etkin kullanımına yönelik kararlar alınmıştır
1991	TEK, Türkiye Elektrik Üretim A.Ş. ile Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. olmak üzere iktisadi devlet teşekkülü olarak yeniden yapılanmaya gidilmiştir.
2001	EPDK kurulmuştur.
2001	Doğal Gaz Piyasası Yasası çıkarılmıştır
2003	Petrol Piyasası Yasası çıkarılmıştır.
2005	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanıma İlişkin Kanun çıkarılmıştır.
2005	LPG Yasası çıkarılmıştır.
2007	Jeotermal Kaynaklar Ve Doğal Mineralli Sular’ a İlişkin Yasa çıkarılmıştır.
2007	Enerji Satışına İlişkin Yasa çıkarılmıştır.

2008	Enerji arz güvenliğine yönelik “Arz Güvenliğine İlişkin 5784 Sayılı Kanun” çıkarılmıştır.
2009	‘Asrın Anlaşması’ olarak bilinen Nabucco Projesi imzalanmıştır.
2010	Enerji Sektörü Araştırma- Geliştirme Projeleri Destekleme Programı’na (ENAR) a dair Yönetmelik Yayınlanmıştır (www.enerji.gov.tr)
2014-18	Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde Sinop NGS oluşturulacağı ve Enerji Borsası kurulacağı yönünde kararlar alınıp uygulamaya konulmuştur.

Kaynak: (Tutar vd., 2018, s. 3453)

17 Şubat – 4 Mart 1923 yılında 1135 delege ile toplanılan İzmir İktisat Kongresinde enerjiyle doğrudan ilişkili kararlar alınmamış olsa dahi madencilik ile ilgili kararlar alınmıştır. Bu bağlamda ihtiyaçların karşılanması hususunda yerli kaynakların kullanılması vurgulanmıştır. İzmir İktisat Kongresinde alınmış olan karar sonucu Romanya’nın Petrol Kanunu’ndan esinlenilerek 792 sayılı “Petrol Kanunu” 1926 yılında çıkartılmıştır (Durmuşoğlu, 2015, s. 73).

1933 yılında çıkarılma Belediye Kanunu ile belediyelere elektrik tesisi kurma ve işletme yetkisi verilmiştir. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) 1935 yılında kurulmuş ve 1940 yılında petrol arayarak ilk petrolü Siirt Raman’da bulmuştur (Durmuşoğlu, 2015, s. 73). İlk yıllarda çıkarılan petrol miktarları çok verimli olmamış ancak sonraki yıllarda daha kayda değer miktarlara ulaşarak 1946 yılında Zonguldak’ta bir bölge santrali olarak Çatalağzı Termik Santrali kurulmuştur.

1954 yılına gelindiğinde ise 6326 sayılı Petrol Kanunu çıkarılmıştır. Bu kanun ile birlikte 7 Mart 1954 yılında 6327 sayılı “Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Kuruluş Kanunu” kabul edilmiştir. Devlet adına MTA’nın gerçekleştirdiği petrol faaliyetleri ise TPAO’ya devredilmiş ve hem yerli özel sektöre hem de yabancı özel sektöre açılmıştır (Yıldız, 2020, s. 139). 1957 yılına gelindiğinde Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu kurulmuştur.

Türkiye’de iktisadi, sosyal ve kültürel kalkınmayı sağlayabilmek adına 1960’lı yıllardan günümüze beşer yıllık kalkınma planları hedeflenmiş ve uygulanmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede ilk olarak 1963-1967 yıllarına denk gelen Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı oluşturulmuştur. Bu plan çerçevesinde ana ilke olarak yurdun enerji kaynaklarının en uygun olacak şekilde kullanılması ve enerji maliyetlerinin asgari düzeye indirgenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede Türkiye’de ticari olmayan

yakıtların (odun, tezek, tarım atıkları) kullanımı azaltılmaya çalışılarak halka ucuz ve sağlıklı yakıt sunulmak istenmektedir (DPT, 1963, s. 372).

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı dönemi içinde Türkiye’de enerji politikalarını daha planlı yürütebilmek amacıyla 1963 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) kurulmuştur. Daha sonrasında 1965 yılında da Petro Kimya Endüstrisi (PETKİM) kurulmuştur.

Günümüzde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı temel politika ve önceliklerini şu şekilde sıralamıştır (ETKB, 2020, s. 44):

- Maliyet, zaman ve miktar açısından tüketicilerin enerjiye rahatça ulaşabilmesi,
- Serbest piyasa koşullarında hem kamunun hem de özel sektörün tüm imkânlarının harekete geçirilmesi,
- Dışarıya olan bağımlılığın azaltılması adına yurt içinde ve dışında; maden ve denizlerde hidrokarbon arayışları ile kömür arayışlarının çoğaltılması,
- Enerji sektöründe Türkiye’nin hem bölgesel hem de küresel bazda daha etkin hale getirilmesi,
- Ülkemizin ekonomik açıdan gelişebilmesi için doğal kaynaklarımızın verimli şekilde değerlendirilmesi,
- Madencilik alanında yapılan faaliyetlerin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yürütülmesi,
- Enerji arz güvenliği açısından; enerji kaynaklarında çeşitlendirmeye gidilmesi, yenilenebilir kaynaklardan, yerli kaynaklardan ve nükleer enerjiden, enerji verimliliğinden etkin biçimde yararlanılması,
- Enerji ve tabii kaynaklar alanında kullanılan makine, donanım ve teknolojilerin yerli tercih edilmesi,
- Enerji ve tabii kaynaklar için piyasaların öngörülebilir şekilde oluşturulması sağlanarak bu alanda yapılacak olan yatırımların çoğaltılması ve bu sayede enerji ve madencilik sektörlerinin geliştirilmesi,
- Enerji ve tabii kaynakların hem üretiminde hem de kullanımında çevre ile uyuma dikkat edilmesi.

1968-1972 yıllarına denk gelen İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı içerisinde enerji bölümünde temel ilke olarak Türkiye'nin enerji ihtiyacı dar boğaz yaratmayacak şekilde karşılanacağı belirtilmiştir. Bu dönemde imalat sanayinin gelişmesine paralel olarak artan enerji ihtiyacının petrol ürünleri ile karşılanması tahminlerinde bulunulmuştur. Yine bir önceki dönemde olduğu gibi ticari olmayan yakıtların kullanımı düşürülerek ticari yakıt kullanımlarının artırılması hedeflenmiştir (DPT, 1968, s. 553). Bu dönemde elektriğin üretim, iletim, dağıtım ve ticari süreçlerini işletebilmek amacıyla Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) 1970 yılında kurulmuştur.

1973-1977 yıllarına denk gelen Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde temel ilkeler yerli kaynaklardan yararlanmak, hidrolik enerji dengelerinin düzeltilmesi, enerjinin devamlılığını, güvenilirliğini ve ucuzluğunu sağlamak şeklinde belirtilmiştir (DPT, 1973, s. 570).

Planlı dönemde enerji sektörünün gelişmesi beklenen düzeylere gelmemiş ve enerji talebini karşılamada yetersiz kalmıştır. Bu da enerjiyi ülke ekonomisini darboğaza sokan bir sektör haline getirmiştir. Bu dönemde yaşanan 1973 Petrol Kriziyle birlikte yaklaşık dört kat artan enerji fiyatları ithal edilen hampetrol ülke ekonomisinde büyük bir sorun haline gelmiştir (DPT, 1979, s. 395).

1979-1983 yıllarına denk gelen Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında enerji açığını kapatmak için atılım yapması hedeflenen kaynak olarak linyit belirtilmiş ve bu alanda yatırımların artırılacağı belirtilmiştir.

1984 yılında TEK'in üretim, iletim ve dağıtım hizmetleri ayrıştırılarak yerli/yabancı özel şirketlerinde sektöre girmesi 3096 sayılı yasa ile kararlaştırılmıştır. 1985 yılında dağıtım hizmeti belediyelerden alınmış ve TEK'e bağlanmıştır. 1994 yılında TEK'e son verilmiş ve kurum Türkiye Elektrik Üretim İletim AŞ (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) olarak ikiye ayrılmıştır. Bu şekilde elektrik üretim, iletim ve dağıtım faaliyetleri ayrılmıştır.

1985-1989 yıllarında Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planında enerji darboğazını gidermek için birincil enerji kaynaklarının geliştirilmesinin yanı sıra işletilebilir durumda olan kaynakların kullanıma yönlendirilmesi öngörülmüştür. Bu plan yıllarında yapılacak olan yatırımların da zamanında tamamlanması öngörülmüştür. Ayrıca elektrik enerjisi üretmek amacıyla linyite dayalı termik santrallerin kurulması

planlanmış ve uzun dönemli hidroelektrik santrallere öncelikli olarak yönelinmiştir (Tutar vd., 2018, s. 3455).

1990-1994 yılları arasına denk gelen Altınca Beş Yıllık Kalkınma Planı oluşturulmuş ve yerli ya da ithal enerji kaynaklarından verimli bir şekilde yararlanmak hedeflenmiştir. 1996-2000 yılları arasında Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde üretimde en çok hidrolik enerji ve petrolden yararlanıldığı görülmüş ve artan nüfusla paralel artan enerji talebini karşılamada yetersiz kaldığı belirtilmiştir. Sektörde azalış gösteren doğal kaynaklar, artış göstermesi beklenen maliyetler ve artan talep göz önüne alınmış, uzun dönemli güvenilir ve düşük maliyetli bir enerji arz sisteminin kurulmasına öncelik verilmiştir (Tutar vd., 2018, s. 3455).

2000 yılından itibaren Türkiye’de uygulanan mevzuatın Avrupa Birliğine uyumlu hale getirilmesi amaçlanmıştır. Türkiye 2000’li yıllarda liberal piyasa yapısına hız vermiştir. 2001 yılında “Ekonomik İstikrar ve Enflasyonla Mücadele Programı” kapsamında devlet bünyesinde bulunan TEAŞ’ın özel sektöre devredilmesi kararı alınmıştır. Amaç elektrik üretiminde serbest piyasa koşullarının yaratılmasıdır. Elektrik iletimi kamu elinde kalan aşamalar ise özel şirketlere teslim edilecektir. 2001 yılında elektrik piyasasının düzenlenmesi amacıyla 4628 sayılı kanun ile EPDK (Enerji Piyasası Denetleme Kurulu) kurulmuştur.

2000-2005 yılları arasında Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı uygulanmış ve plan çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynakları detaylı bir şekilde irdelenmiştir. 2005 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanıma İlişkin Kanun çıkarılmıştır.

2006 yılında Ukraynada yaşanan enerji krizi Türkiye içinde enerji arz çeşitlendirmesi arayışlarına yönelmenin tetikleyicisi olmuştur. Bu döneme kadar sadece Rusya ve İran’dan enerji alımı yapan Türkiye, Kuzey Afrika ve Hazar Bölgesi ülkeleri ile enerji alım anlaşmaları yaparak enerji bağımlılığını azaltmayı hedeflemiş ve aynı zamanda alternatif enerji kaynakları arayışına yönelmiştir.

2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu çıkarılmıştır. 2007-2013 yılları arasında Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı uygulanmış ve bu planda artık “çevre” kavramı da önem kazanmıştır. Bu dönemde kamu sektörü hidrolik enerji santralleri üzerinde etkinliğini korurken elektrik sektöründe özelleştirmeye gidilmiştir.

16.09.2009 tarihli Resmi Gazetede 2010-2012 yıllarını kapsayan bir Orta Vadeli Program yayınlanmıştır. Bu program kapsamında enerji problemine çözüm olması için; özelleştirmenin tamamlanması, planlanan nükleer santrallerin yapımına başlanması, doğal gaz bağımlılığını azaltmak adına yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönelerek dışa bağımlılığın azaltılması ve Türkiye'nin transit ülke konumunda olmasına bağlı olarak jeostratejik öneminin artırılması hedeflenmiştir (Türkyılmaz, 2010, s. 12). Yine bu dönemde AB üye ülkelerinin doğal gaz'da Rusya'ya olan bağımlılığını azaltmak adına NABUCCO Projesi devreye sokulmuş ve Türkiye üzerinden Romanya, Bulgaristan, Macaristan, Avusturya ve daha ilerideki Orta ve Batı Avrupa ülkelerine doğal gazın taşınması hedeflenmiştir (Tutar vd., 2018, s. 3456). Ancak proje maliyetlerinin çok yüksek olması sebebiyle NABUCCO Projesi iptal edilerek yerine 2013 yılında TANAP Projesi getirilmiştir. TANAP Projesi ile Azerbaycan doğal gazı Türkiye üzerinden Avrupa'ya taşınacaktır.

2010 yılında “Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (ENAR) Dair Yönetmelik” çıkarılmıştır. Bu program kapsamında Ar-Ge çalışmaları artırılarak yerli enerji üretimi, arz güvenliğinin sağlanabilmesi gibi amaçlar doğrultusunda yeni fikirlerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ancak bu programdan da istenilen verim tam anlamıyla alınamamıştır.

2014-2018 yılları arasına denk gelen Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planında en önemli unsur enerji arz güvenliğinin sağlanması, özel sektörün bu konu da yetersiz kalması durumunda kamunun enerji arz güvenliğini sağlamak adına yatırımcı rolünü üstlenmesi gerekliliği dikkat çekmektedir. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde Akkuyu NGS'nin ilk ünitesinin yapımının tamamlanması, Sinop'ta ikinci bir NGS'nin ilk ünitesinin yapımına başlanması ve üçüncü bir NGS için saha belirlenmesi hedefleri yer almaktadır. Bunun yanı sıra yerli kömür kaynakları ve linyit rezervleri elektrik üretimi için değerlendirilecektir (Tutar vd., 2018, s. 3456).

2019-2023 yılları arasına denk gelen Onbirinci Kalkınma Planı çerçevesinde enerji arzının sürdürülebilir, kaliteli, kesintisiz ve maliyetlerinin katlanılabilir olması amaçlanmıştır. Bu amaçlara yönelik rekabete dayalı bir enerji piyasasında, orta vadeli ve uzun vadeli olarak enerji arzı ve talebinin planlamaları yapılacaktır. Bu plan döneminde Afşin-B Termik Santrali, Keban Hidroelektrik Santrali (HES),

Karakaya HES ve Hirfanlı HES rehabilitasyonları gerçekleştirilecektir. 2023 yılında Akkuyu NGS'nin ilk ünitesinin yapımının tamamlanması planlanmış ve elektrik üretime başlanması hedeflenmiştir. Buna ilave olarak iki yeni NGS kurulumuna yönelik çalışmalara devam edilecektir. Linyit rezervlerinden elektrik üretimi arttırılacaktır. Kamu elindeki linyit sahaları da elektrik üretimine entegre edilerek bu sayede ithal kaynaklara bağımlılık azaltılacaktır. Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesi tamamlanacaktır. Kuzey Marmara Doğal Gaz Depolama Tevsii Projesi tamamlanacaktır. Toplam doğal gaz yeraltı depolama kapasitesi 10 milyar m³'e çıkarılacaktır. Doğal gazda, kaynak ülkede ve güzergâhta çeşitlendirmeye gidilmesi amacıyla yüzer LNG depolama ve gazlaştırma ünitesi (FSRU) gemisi temin edilecek ve FSRU bağlantı sistemleri tamamlanacaktır (SBB, 2019, s. 119).

On Birinci Kalkınma Planı çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynakları yatırımları artırılarak YEKA benzeri projeler geliştirilecektir. Lisanssız güneş ve rüzgâr enerji santralleri ile kendi elektrik ihtiyacını karşılama uygulamalarının yaygınlaştırılması, binaların kendi elektriğini üretmesi amaçlanmaktadır.

TürkAkım projesi kapsamında ülkemiz sorumluluğunda bulunan TürkAkım Kara Kısmı-1 Doğal Gaz Boru Hattı Projesi tamamlanacaktır. Ayrıca Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi tamamlanacaktır. Bu sayede Hazar Gölünden Avrupa'ya gaz iletilmesine yönelik alt yapı oluşturulacaktır.

Tablo 19: Türkiye Enerji Sektörü 2023 Hedefleri

	2018 ¹	2023
Birincil Enerji Talebi (BTEP)	147.955	174.279
Elektrik Enerjisi Talebi (TWh)	303,3	375,8
Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (TEP/Kişi)	1,81	2,01
Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh/Kişi)	3.698	4.324
Doğal Gazın Elektrik Üretimindeki Payı (%)	29,85	20,7
Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Üretimindeki Payı (%)	32,5	38,8
Yerli Kaynaklardan Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarı (TWh)	150,0	219,5
Elektrik Kurulu Gücü (MW)	88.551	109.474

Kaynak:<https://enerji.enerji.gov.tr//Media/Dizin/EIGM/tr/Mevzuat/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>

Tablo 19'da On Birinci Kalkınma Planı çerçevesinde 2023 yılı hedefleri yer almaktadır. Tablo 19'a göre 2023 yılında artan elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında doğal gazın elektrik üretimi içerisindeki payının %20,7'ye

azaltılması, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimindeki payının %38,8'e artırılması, yerli kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi miktarının 219,5 TWh artırılması ve elektrikte kurulu gücün 109.474 MW'a çıkartılması tahmin edilmektedir.



SONUÇ

Günümüzde sürekli değişen teknoloji ve gelişen ekonomilere bağlı olarak enerjiye olan ihtiyaçta artmaktadır. Günümüz şartlarında enerji gerek tüketim aşamasında olsun gerek üretim aşamasında olsun tüm insanların yararlanması gereken zorunlu bir ihtiyaçtır. Enerji ülkelerin sosyal, siyasi veya ekonomi politikalarının belirleyicilerinden biridir. Enerji sadece iş yapabilme kapasitesi değil çok daha derin anlamlar içermekte ve insan yaşamına yön verebilmektedir. Bu kadar ciddi bir boyutta olan enerji konusunda arz güvenliğinin önemi de göz ardı edilemez. Enerji arz güvenliğini sağlayabilen bir ülke enerjiye yeterli, ekonomik, kaliteli ve kesintisiz bir şekilde ulaşabilmelidir. Ancak enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan bir ülke için enerji arz güvenliği kavramı devamlı bir tehdit unsuru olarak duracaktır.

Dünyada petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynakların rezervlerinin büyük çoğunluğu Orta Doğu'da yer almaktadır. Enerji ihtiyacı yüksek olan AB ülkeleri ve ABD ise bu ihtiyaçlarını büyük oranda Orta Doğu ve Rusya'dan ithalat yoluyla karşılamaktadırlar. Bu hususta Türkiye coğrafi konumu itibariyle transit ülke konumundadır.

Türkiye artan nüfusunun yanı sıra gelişmekte olan bir ülke olması sebebiyle artan enerji talebini yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılama konusunda yetersiz kalmaktadır. Türkiye'nin %70'lerde olan enerjide dışa bağımlılığı göz önüne alındığında alternatif kaynaklara yönelmenin önemi daha da dikkat çekici olmaktadır. Son yıllarda bu hususa daha fazla dikkat etmeye başlayan Türkiye uzun yıllarda sadece yenilenebilir kaynak olarak yararlandığı hidroelektriğin yanı sıra jeotermal, güneş, rüzgâr gibi kaynaklara olan yatırımlarını da artırarak kaynak çeşitliliğine gitmeye başlamıştır. Ancak şu an için bu kaynaklar enerji talebinin yaklaşık olarak %30'luk kısmını karşılayabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları enerji de arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılığın azaltılması ve çevrenin korunması gibi hususlarda önemli bir konumda yer almaktadırlar. Dünya genelinde bu durumun önemi fark edilmiş ve enerji kullanımında yenilenebilir kaynaklara doğru bir evrim yaşanmaya başlanmıştır.

Türkiye günlük güneşleme potansiyeli yüksek bir ülkedir. Bu avantajını göz önünde bulundurarak güneş ışınlarını en doğru açıyla aldığı ve yer yüzü şekilleri bakımından da uygun olan iç kesimlere güneş panelleri kurmak suretiyle bu alanda

yatırımları artırmalıdır. Meskenler ve sanayi sitelerinde çatılara kurulacak güneş panelleri ile insanların da evlerinde ve iş yerlerinde bu kaynağa yönelmeleri teşvik edilmelidir.

Rüzgâr enerjisi açısından da Türkiye yine coğrafi özellikleri bakımından oldukça verimlidir. Her mevsim rüzgâr alan bir ülkedir. Rüzgâr gücü ise kıyılarda oldukça yüksek ve enerji üretiminde değerlendirilebilecek boyuttadır. Rüzgâr türbin maliyetlerinin de son 20 yılda daha ulaşılabilir seviyelere düştüğünü göz önünde bulundurursak, bu alana yapılan yatırımlarında geri dönüşlerinin kısa sürede kendi amorti edeceği açıktır.

Türkiye'nin yerli üretimini bir an önce artırabilmek adına yapımına başladığı NGS'leri bir an önce tamamlamalı ve yeni NGS yatırımlarını hayata geçirmeye başlamalıdır. NGS'ler ile devamlı üretim sağlanabilmesi büyük bir avantajdır. Herhangi bir hava koşulundan etkilenmeden sürekli enerji üretebilme potansiyelleri vardır. Bunun yanı sıra daha temiz olan güneş ve rüzgâr gibi alternatif kaynak yatırımlarını artırması sürdürülebilir bir gelecek açısından daha verimli olacaktır. Ancak enerjide dışa bağımlılığın daha net bir şekilde çözülmesi NGS'lerin varlığı ile mümkün olacaktır. Tek bir kaynağa yönelmek yerine potansiyeli dahilinde kaynak çeşitliliği yaratmak Türkiye'nin avantajına olacaktır.

Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklara olan yatırımlarını artırabilmek adına siyasi boyutta hareketlerde oldukça önemlidir. Bu hususta kanun ve yönetmelikler çerçevesinde planlanan hedefler ulaşılabilir seviyelerde ve aciliyetle öncelik verilecek şekilde planlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji alanında yatırım yapmayı düşünen yatırımcılara sunulacak bazı teşvikler ve muafiyetler de göz önünde bulundurulmalıdır. AB ülkelerinde oldukça yaygın olarak karşımıza çıkan bir yöntem olan yenilenebilir enerji üretiminden elde edilen elektrikte alım garantisi sunmak Türkiye özelinde de uygulanabilir. Bunun yanı sıra belli oranda elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi zorunlu tutulabilir. Bu alanda yatırım yapan yatırımcılara belirli süre gelir vergisi muafiyeti uygulamak veya yenilenebilir enerji üretiminde kullanacakları sermaye harcamalarında indirim fırsatları sunmak yatırımcıların yatırımlarını daha kısa sürede amorti etmelerine yardımcı olacaktır.

Sonuç olarak Türkiye enerji arz güvenliğini sağlayabilmek adına bu kapsamda uygulayacağı politikaları belirlerken hassas davranmalı ve sürdürülebilir politika ve hedefler belirlemelidir. Bulunduğu konum itibariyle stratejik öneminin farkında olarak bu durumu kendi lehine kullanabilmelidir. Aynı zamanda coğrafik olarak büyük avantajlara sahiptir. Birçok yenilenebilir kaynak kurulumu için yeterli potansiyele sahiptir. Her ne kadar son zamanlarda bu kaynaklara yönelik yatırımlarını artırmış olsa da daha hızlı artan enerji talebi ile yenilenebilir kaynak yatırımları arasında ki dengeyi yakalamaya çalışmalıdır. Yenilenebilir enerji alanında yapılacak yatırımlara özel sektörün katılımı artırılarak hız verilmelidir. Bu hususta ise çeşitli Ar-Ge alışmaları, teşvik politikaları ve vergi muafiyetleri sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Ablabekova, A. (2008). İktisadi Etkinlik Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Fosil Yakıtlar İle Karşılaştırılması. İstanbul.
- Adaçay, F. R. (2014). Türkiye İçin Enerji ve Kalkınmada Perspektifler. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 6 (2), 87-103.
- Ağca, T. (2019). Enerji Koridoru Olma Yolunda Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği: Avantajlar ve Dezavantajlar. Sivas: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akpınar, E., & Başbüyük, A. (2011). Jeoekonomik Önemi Giderek Artan Bir Enerji Kaynağı: Doğal Gaz. International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic , 6 (3), s. 119-136.
- Arı, V. (2007). Türkiye Enerji Kaynakları, Enerji Planlaması Ve Enerji Stratejileri. Adana.
- Aydın, L. (2014). Enerji Ekonomisi ve Politikaları Kuram ve Kavramlar-Piyasalar-Modeller-Politikalar. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Aydın, L. (2011, Temmuz). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözüm Önerileri. Stratejik Düşünce Enstitüsü .
- Bayrak, M., & Esen, Ö. (2014). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , 28 (3), 139-158.
- BP. (2021). Eylül 14, 2021 tarihinde <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> adresinden alındı
- BP. (2021). Şubat 13, 2021 tarihinde <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf> adresinden alındı
- BP Statistical Review. (2020). Kasım 5, 2021 tarihinde <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-renewable-energy.pdf> adresinden alındı
- Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (25).
- Çelikpala, M. (2014). Enerji Güvenliği: NATO'nun Yeni Tehdit Algısı. Uluslararası İlişkiler , 10 (40), 75-99.
- Çetinkaya, Ş. (2019). Enerji Arz Güvenliği Üzerinde Rusya-Batı Gerilimi ve Türkiye. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı .
- Çıtak, E., & Pala, P. B. (2016). Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 3 (25), 79-102.

- Çoruh, B. (2019). Enerji Arz Güvenliği Kapsamında Türkiye'nin Enerji Politikaları. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisat Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (20).
- Demirel, Y. (2012). Energy Production, Conversion, Storage, Conservation and Coupling. Green Energy and Technology . U.S.A.: Springer.
- Devold, H. (2013). Oil and Gas Production Handbook. Oslo: ABB Oil and Gas.
- DPT. (1979). Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.
- DPT. (1968). İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.
- DPT. (1963). Kalkınma Planı (Birinci Beş Yıllık). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.
- DPT. (1973). Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı . T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.
- Durmuşoğlu, S. (2015). Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Komşu Ülkeler İle Uluslararası İlişkilerine Etkileri. İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ediger, V. Ş. (2006). Osmanlı'da Neft ve Petrol. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- EİGM. (2021). Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. Aralık 27, 2021 tarihinde <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-denge-tablolari> adresinden alındı
- Erdal, L. (2011). Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi. Aydın: T.C. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Ersoy, A. Y. (2010). Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi. Akademik Bakış Dergisi (20), 1-11.
- Esen, Ö. (2013). Sürdürülebilir Büyüme Bağlamında Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu: 2012-2020 Dönemi Enerji Açığı Projeksiyonu. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Esen, Ö., & Bayrak, M. (2015). Enerji Açığının Belirleyicilerinin Teorik Perspektiften İncelenmesi. Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 3 (1), 45-61.
- ETKB. (2021). Mayıs 18, 2021 tarihinde <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik> adresinden alındı
- ETKB. (2021). Ocak 6, 2021 tarihinde <https://enerji.gov.tr/english-info-bank-natural-resources-coal-tr> adresinden alındı
- ETKB. (2021). Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi. Ocak 8, 2021 tarihinde T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: <https://enerji.gov.tr/nukleer-enerji-ve->

uluslararası-projeler-genel-mudurlugu-akkuyu-nukleer-guc-santrali-projesi adresinden alındı

ETKB. (2020). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Aralık 5, 2020 tarihinde <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar> adresinden alındı

Global Solar Atlas. (2021). Nisan 20, 2021 tarihinde <https://globalsolaratlas.info/map?c=14.774883,-30.234375,2> adresinden alındı

Global Wind Energy Council. (2018, Nisan). Global Wind Report. 29.

Gültekin, E. (2019). OECD Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri ve Türkiye İçin Politika Önerisi. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.

International Hydropower Association. (2020). Kasım 5, 2020 tarihinde <https://www.hydropower.org/publications/2020-hydropower-status-report-ppt> adresinden alındı

IRENA. (2018). Temmuz 2020 tarihinde <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings> adresinden alındı

IRENA. (2018). Temmuz 2020 tarihinde <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings> adresinden alındı

IRENA. (2019). Ekim 25, 2020 tarihinde <https://www.irena.org/wind> adresinden alındı

IRENA. (2020). Temmuz 18, 2020 tarihinde <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Regional-Trends> adresinden alındı

IRENA. (2020). Mart 14, 2021 tarihinde <https://www.irena.org/hydropower> adresinden alındı

Karagöz, M. (2020). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Öne Çıkan Enerji Kaynaklarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Osmaniye.

Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., & Kurt, R. (2011). Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 13 (19), 63-75.

Kavaz, İ. (2019). Yerli ve Milli Enerji Politikaları Ekseninde Kömür. (265).

Kaya, T. O. (2018). Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Önemi. Aksaray.

Kılıçaslan, E. (2015). Enerji Savaşları. Enerji Diplomasisi. içinde İstanbul: Beta Yayınları .

Kılınç Savrul, B. (2016). Enerji Ekonomisi: Türkiye'nin Enerji Sektörü ve Alternatif Enerji Kaynakları. Bursa: Dora Yayıncılık.

Koç, E., & Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina , 54 (639), 32-44.

- Konca, H. (2018). Enerjide Dışa Bağımlılık Çerçevesinde Türkiye'de Nükleer Enerjinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. (2019). 12 20, 2019 tarihinde <http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari> adresinden alındı
- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü. (2018). Kasım 3, 2019 tarihinde http://www.mapeg.gov.tr/petrol_istatistik.aspx adresinden alındı
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2021). Temmuz 11, 2021 tarihinde <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx> adresinden alındı
- Orun, A. F., & Demirgil, B. (2021). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvikler ve Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Etkileri. Uluslararası İktisadi ve İdari Akademik Araştırmalar Dergisi , 1 (2), 90-112.
- Özalp, M. (2018). Küresel Enerji Denkleminde Merkez Ülke: TÜRKİYE. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Öznazik, H. A. (2019). Türkiye'de Enerji Arz Güvenliği: Uygulanan Politikalar ve Etkileri. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Palabıyık, H., Yavaş, H., & Aydın, M. (2010). Nükleer Enerji ve Sosyal Kabul. Ankara: USAK Yayınları.
- Parfit, M. (2005, Ağustos). Alternatif Enerji. National Geographic , 76-106.
- Pipe, J. (2013). Doğal Gaz Temiz Bir Fosil Yakıt Mı? (E. Ertuğrul, Çev.) Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- SBB. (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. adresinden alınmıştır
- Sevim, C. (2015). Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- SGB Raporları. (2017). Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. (15).
- Sonel, N. (1997). Petrol Jeolojisi. Ankara: A.Ü. Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları.
- Soylu, A., & Türkay, M. (2005). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması. İstanbul: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu.
- Şener, M. (2005). Küreselleşme Fosil Katı Yakıtlar ve Jeotermal Enerji. Tmmob Türkiye V. Enerji Sempozyumu Bildirileri, (s. 235-246). Ankara.
- Şöhret, M. (2015). Enerji Güvenliğinin Ekonomi Politikası ve Uluslararası Çatışmalara Etkisi. Beta Yayınları.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Mayıs 2019 tarihinde <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> adresinden alındı

- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Mayıs 22, 2019 tarihinde <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Mayıs 13, 2019 tarihinde <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Ekim 21, 2019 tarihinde <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Mayıs 18, 2019 tarihinde <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). Mart 7, 2020 tarihinde <https://enerji.gov.tr/enerji-verimlilik> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). 2020 Faaliyet Raporu. Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2021). Ağustos 6, 2021 tarihinde <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2021). Mart 16, 2021 tarihinde <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı . (2020). Kasım 9, 2020 tarihinde <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-tabii-kaynaklar-komur> adresinden alındı
- TEİAŞ. (2021). Mart 7, 2021 tarihinde <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> adresinden alındı
- Temurçin, K., & Aliagaoglu, A. (2003). Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği. Coğrafi Bilimler Dergisi , 1 (2), 25-39.
- Tiftikçigil, B. Y., & Yesevi, Ç. G. (2015). Türkiye'nin Enerji Görünümü Stratejiler ve İlişkiler. İstanbul: Derin Yayınları.
- TMMOB. (2019). Akkuyu Nükleer Güç Santrali Güncel Durum Raporu. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği.
- Tutar, F. K., Tutar, E., & Aker, G. (2018). Türkiye'nin Avrupa Birliği Uygulamaları Kapsamında Enerji Politikaları. Social Sciences Studies Journal , 4 (21), 3446-3464.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2021). Ağustos 31, 2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/> adresinden alındı
- Türkyılmaz, O. (2010). Türkiye'nin Enerji Görünümü., (s. 1-48).
- Yavuzcan, G. (1994). Enerji Teknolojisi. Ankara: A.Ü. Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Raporları. (2018). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. Aralık 5, 2019 tarihinde http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html adresinden alındı

- Yıldız, B. (2020). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Enerji Arz Güvenliği Ekseninde Türkiye'nin Rolü. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılmaz, B. (2019). Yenilenebilir Enerji (Rüzgar Enerjisi) Üreten İşletmelerin Türkiye Muhasebe Standartları Açısından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

