



**TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ
KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**



GENCER GENÇ

HAZİRAN 2022

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ

SOSYALBİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**ULUSLARARASI TİCARET VE FİNANSMAN ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİĞİ YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ
KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

GENCER GENÇ

HAZİRAN 2022

ÖZET

TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

GENÇ, GENCER

Uluslararası Ticaret ve Lojistiği Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Aytaç GÖKMEN

Haziran 2022, 90 sayfa

Üretim sürecinin temel girdisi olan enerjiye olan talebin belirgin artışları ve artan talebin yaygın olarak fosil yakıtlar aracılığıyla karşılanması, çevre üzerinde yarattığı baskılar nedeniyle küresel alanda en çok tartışılan konulardan biri haline gelmiştir. Çevresel baskının ortadan kaldırılması için yeşil büyüme ya da büyümeme gibi çözümler ortaya atılırken, bir diğer alternatif de yenilenebilir kaynakların enerji kullanımındaki payının artırılması olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çevreye zarar vermeden üretilen ve tüketilen temiz enerji, sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir büyümenin temel bileşenlerinden biridir. Her ülkede mevcut olan yenilenebilir kaynaklar; sınırlı ve ithal olan fosil kaynaklara bağımlılığı azaltarak enerjiden kaynaklı cari açığı düşürebilmekte, dış enerji kaynakları yerine ülkenin kendi yerel enerji kaynaklarına yapılan finansman aktarımı ile hem yeni istihdam alanları yaratarak büyümeyi ve kalkınmayı desteklemekte hem de enerji üretiminde maliyeti giderek düşürebilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin biçimde kullanılması bütün dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemiz açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmayla birlikte Türkiye ve dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım alanlarının karşılaştırılması amaçlanmış bu doğrultuda konu

kapsamında öncelikle literatür taraması yapılmış ardından da ülkemiz ve dünya ülkelerinde yenilenebilir enerji kullanım alanları yine meydana getirilen çalışmalardan ulaşılan veriler ile birlikte karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda dünya üzerindeki en üst seviye yenilenebilir enerji kullanımının Afrika’da olduğu görülmektedir. En düşük oransa fosil yakıtların merkez olarak nitelendirilen Orta Doğu olarak karşımıza çıkmaktadır. Çin, OECD ülkeleri ve Türkiye’ninse yenilenebilir enerjileri kullanmasında Dünya ortalamasına yaklaştığı görülmektedir. Yani ülkemizin yenilenebilir enerji faaliyetlerine gelişmiş olan ülkelere oranla geç başladığı düşünüldüğü zaman bu alanda geri kalmış olduğu ortadadır. Fakat son senelerdeki gelişme ve ilerlemeler gör önünde bulundurularak dünya ortalamasına yaklaştığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, OECD ülkeleri, Fosil yakıtlar.

ABSTRACT

COMPARISON OF USAGE AREAS OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN TURKEY AND THE WORLD

GENÇ, Gencer

M.A. in International Trade and Its Logistics

Supervisor: Doç.Dr. Aytaç GÖKMEN

June 2022, 90 pages

The significant increase in the demand for energy, which is the main input of the production process, and the widespread meeting of the increasing demand through fossil fuels has become one of the most discussed issues in the global arena due to the pressures it creates on the environment. While solutions such as green growth or non-growth have been put forward to eliminate environmental pressure, another alternative has been to increase the share of renewable resources in energy use. Clean energy, which is produced and consumed with renewable energy sources without harming the environment, is one of the basic components of sustainable development and sustainable growth. Renewable resources available in each country; It can reduce the current account deficit arising from energy by reducing the dependence on limited and imported fossil resources, and by transferring finance to the country's own local energy resources instead of external energy resources, it not only supports growth and development by creating new employment areas, but also reduces the cost of energy production gradually. The effective use of renewable energy sources is of great importance for our country, as it is for all countries in the world. With this study, it was aimed to compare the usage areas of renewable energy sources in Turkey and in

the world, in this direction, firstly, literature was searched within the scope of the subject, and then the renewable energy usage areas in our country and in the world countries were compared together with the data obtained from the studies. As a result of the study, it is seen that the highest level of renewable energy use in the world is in Africa. The lowest rate is seen in the Middle East, which is characterized as the center of fossil fuels. It is seen that China, OECD countries and Turkey are approaching the world average in their use of renewable energies. In other words, when it is considered that our country started its renewable energy activities late compared to the developed countries, it is obvious that it is behind in this area. However, considering the developments and developments in recent years, it is seen that it is approaching the world average.

Keywords: Renewable energy, OECD countries, Fossil resources.

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sırasında; değerli vaktini esirgemeden sorularımı hibir zaman cevapsız bırakmayan, danıŐtıęım tım sorunları güler yzyle zen, gelecekteki meslek hayatım için rnek aldığım, tez alıŐması sürecinde yardım ve katkılarıyla beni bilgilendiren ve yönlendiren tez danıŐmanım Doç. Dr. Aytaç GÖKMEN'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

TEZDE İNTİHAL OLMADIĞINA DAİR BEYAN	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ	1
BÖLÜM I.....	3
ENERJİ KAVRAMI VE ÇEŞİTLERİ	3
1.1. ENERJİ KAVRAMI	3
1.2. ENERJİ AZ KAYNAKLARI	3
1.3. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI	4
1.3.2. Petrol	7
1.3.3. Doğalgaz	9
1.3.4. Nükleer Enerji	10
1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	12
1.4.1. Güneş Enerjisi	12
1.4.2. Rüzgâr Enerjisi.....	13
1.4.3. Hidrolik Enerji	15
1.4.4. Jeotermal Enerji	16
1.4.5. Biyokütle Enerjisi	17
1.4.6. Dalga Enerjisi.....	18
1.5. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN GEREKLİLİĞİ.....	20
1.6. YENİLENEBİLİR ENERJİ PERFORMANSINA GENEL BİR BAKIŞ ...	26
1.7. YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI VE HEDEFLER	32

BÖLÜM II	36
TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ALANLARI.....	36
2.1. DÜNYA.....	36
2.2. TÜRKİYE.....	46
BÖLÜM III.....	58
TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	58
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKÇA	68
ÖZGEÇMİŞ.....	78

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Dünya Toplam Birincil Enerji Arzında Temel Enerji Kaynaklarının Payları (%).....	28
Tablo 2: Dünyada Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yapılan Yatırımlar (Milyar Dolar)	31
Tablo 3: Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Resmi Ulusal Politika Belirleyen Ülkeler .	33
Tablo 4: Dünya'nın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli / 2013	38
Tablo 5: Hidroelektrik Enerjinin Dünyadaki Durumu 2013	39
Tablo 6: Dünya'da Güneş Pili Üretimine Gelişimi 1996-2005 (MWp)	40
Tablo 7: Kurulu Kapasitesi En Fazla Olan 10 Ülke.....	42
Tablo 8: Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Yerleri	43
Tablo 9: Jeotermal Kaynakların Maliyeti (\$ / Ton)	44
Tablo 10: Jeotermal Santral Elektrik Üretim Maliyetleri (Cent / kW)	44
Tablo 11: Avrupa'da ve Dünya'da Farklı Yöntemlerle Üretilen Hidrojen Miktarları	45
Tablo 12: 2016 Yıl Sonu HES Potansiyel Durumu	48
Tablo 13: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerji Potansiyeli	49
Tablo 14: Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgesel Dağılımı	50
Tablo 15: Türkiye'deki Kurulu Rüzgar Santralleri (01.06.2008)	52
Tablo 16: Türkiye'de Jeotermal Elektrik Üretimi Durumu /Mayıs 2009	54
Tablo 17: Yıllar İtibarıyla Lisanslı YEKDEM Santrallerinin Kurulu Gücü (MW)...	54
Tablo 18: Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Denk Gelen Üretilebilecek Biyogaz	56
Tablo 19: Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji ve sınıflarını 2006-2010 yılları arası	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kömürün Elektrik Enerjisi Üretimindeki Payı	6
Şekil 2: Sıvı Yakıtların Elektrik Üretimindeki Payı	8
Şekil 3: Doğalgazın Elektrik Üretimindeki Payı.....	10
Şekil 4: Birincil Enerji Tüketiminin Bölgelere Göre Değişimi	30
Şekil 5: Dünya Birincil Enerji Arzı.....	36
Şekil 6: 2021 Dünya Birincil Enerji Arzı.....	37
Şekil 7: 2021 Güneş Pili Üretiminin Gelişim ve Tahminleri.....	41
Şekil 8: Türkiye'deki Rüzgar Enerjisi Santralleri için Kümülatif Kurulum	53
Şekil 9: Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji kullanım oranı (%).....	58
Şekil 10: Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji ve sınıflarını 2006-2010 yılları arası (GW)	60
Şekil 11: Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji ve sınıflarını 1990-2018 yılları arası kullanımı(EJ).....	61
Şekil 12: Ülkelerin Yenilenebilir Elektrik Enerjisi Üretimi (%)	62
Şekil 13: Ülkelerin Yenilenebilir Üretiminin Toplam Tüketim İçerisindeki Payı.....	63
Şekil 14: Ülkelerin senelere göre elektrik enerjisi tüketimi.....	64
Şekil 15: 2021 Yılı Lisanslı Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı (%)	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

- DSİ: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EJ: Exajoule
EPA: U..S. Environmental Protection Agency
EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
EREC: European Energy Council
ETKB: Enerji ve Tabii Enerji Bakanlığı
EWEA: European Wind Energy Association
GEO: Geothermal Education Office
GW: Gigawatt
IEA: International Energy Agency
LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
MTA: Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü
MTOE: Ton Eşdeğer Petrol
MW: Megawatt
NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration
OECD: Organization for Economic Cooperation and Development
OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries
TEP: Ton Eşdeğer Petrol
TEDAŞ : Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TMMOB: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TYDTA: T.C. Başbakanlık Türkiye Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı
TÜREB: Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
SI: International System of Units

UN: United Nations

UNEP: United Nations Environment Programme

USGBC: U.S. Green Building Council

WB: The World Bank

WCED: World Commission on Environment and Development

WEC: World Energy Council

YEGM: Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼g¼

ZEB: Nearly Zero-Energy Buildings



GİRİŞ

Sanayi devrimi ile ortaya çıkan makineleşme süreci üretim sürecinde daha fazla hammadde ihtiyacına yol açarak enerji talebinin giderek artmasına yol açmıştır. Sanayileşmenin yanı sıra hızlı nüfus artışı, kentleşme, büyüme gibi etkenlerle artan enerji gereksiniminin tek tip enerji kaynaklarıyla (fosil yakıtlarla) karşılanamayacağı endişesi, fosil kaynakların çevre üzerinde yarattığı geri dönülemez tahribatlar ve son dönemin güncel tartışmalarından yeşil büyüme kavramları yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını gündeme getirmiştir.

Ekonomik olarak üretimin en önemli girdisini oluşturan enerji, geçmişte olduğu gibi bugün de insanoğlunun önemle üzerinde durduğu ve sahip olabilmek için uğrunda savaştığı bir üretim faktörüdür. Sanayisi, ekonomisi ve nüfusu ile hızla büyümekte olan ülkemizde paralel olarak enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Bu nedenle, üretilen enerjinin yüksek verimle kullanılması, mevcut enerji kaynaklarının yanı sıra alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ait potansiyelin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Alanyazın incelendiğinde konu kapsamında meydana getirilen oldukça sınırlıdır. Zira yenilik yönetimi ve yenilenebilir enerji açısından birçok çalışma meydana getirilmiş olsa da esasında birbirinden ayrı düşünülemez bu iki alanın ilişkisi açısından meydana getirilecek yok denecek kadar azdır.

Küresel iklim değişikliğinin büyük ölçüde ulaşım ve elektrik enerjisi kaynaklı olmasının belirlenmesinin ardından fosil kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara geçiş süreci hız kazanmıştır. Bunda fosil kaynakların tükenme eğiliminde olması ve yenilenebilir enerji teknolojilerindeki maliyetlerin düşüşü etkili olmuştur.

“Enerjiyi daha etkin ve verimli kullanmaya yönelik eğilimler, yenilenebilir enerji maliyetlerinin belirgin bir şekilde düşmeye başlaması ve elektrifikasyon oranlarında meydana gelen artışlar küresel enerji sisteminin yönünü değiştirmiştir.”(Ulusaler 2018:15)

Bu kapsamda dünya enerji yapısı büyük ve köklü bir değişim sürecine girmiştir.

‘‘Bir yandan yenilenebilir kaynaklar aracılığıyla elektrik üretmenin maliyeti düşerken bir yandan da yatırım maliyetleri fosil yakıtlara dayalı üretim tesisleri maliyetlerine yaklaşmaktadır. Bu değişim daha temiz bir üretim yapmak, sera gazı salınımını sınırlamak hatta azaltma olanağı sunmaktayken arz güvenliğini sağlamak için de yeni fırsatlar yaratmaktadır.’’ (Dilli 2018:76).

Dünya genelinde toplam birincil enerji arzı içerisinde enerji kaynaklarının paylarına bakıldığında dönemler itibarıyla genel olarak hâkim olan enerji kaynaklarının sırasıyla petrol, kömür ve doğalgaz olduğu gözlemlenmektedir. Burada küresel enerji arzında enerji kaynaklarının paylarının %80 gibi büyük bir oranının tükenbilir yapıdaki hidrokarbon kaynaklarından sağlandığı dikkat çekmektedir. 2001 yılında enerji üretiminde en büyük pay %79,6 oranla fosil yakıtlardan sağlanmaktayken, geriye kalan %20’lik pay nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. 2016 yılına gelindiğinde enerji üretiminde yine sırasıyla petrol, kömür ve doğalgaz %81,1 ile en büyük paya sahip olurken, geri kalan %18,6’lık pay nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır.

Uluslararası enerji piyasaları verileri ortalama dört ile altı yılda bir toplanarak analiz edilir ve IEA tarafından onaylanarak piyasaya sunulur. IEA ilk Türkiye enerji raporunu 2001 yılında yayımlamıştır. IEA-International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı) ve EPDK verileri SPSS programı ile analiz edilmiştir. Özellikle IEA-2016 enerji politikaları raporu kullanılmış olup, güncel EPDK (Elektrik Piyasası 2021 Yılı Piyasa Gelişim Raporu) tabloları da kıyaslama yapılması için sunulmuştur.

Bu çalışmayla birlikte Türkiye ve dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım alanlarının karşılaştırılması yapılmaya çalışılacaktır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji uygulamaları hakkında yapılan çalışmalardan yararlanılarak kavramsal bir çerçeve oluşturulacak ardından yine yayınlanmış çalışmalar eşliğinde ülkemizin yenilebilir enerji kullanım alanları OECD ve IEA’ ya kayıtlı diğer ülkeler ile kıyaslanacaktır.

BÖLÜM I

ENERJİ KAVRAMI VE ÇEŞİTLERİ

1.1. ENERJİ KAVRAMI

Enerji; genel olarak ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmışlıkları, gelişmişlikleri ve refah seviyelerinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Enerji ekonomideki tüm sektörlerin ana girdisi olması nedeniyle ülkelerin sosyal, kültürel ve ekonomik gelişmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Bu nedenle üretimin her aşamasında girdi olarak yer alan enerjinin hangi kaynaklardan ve ne şekilde temin edildiği büyük önem taşımaktadır.

1.2. ENERJİ AZ KAYNAKLARI

Ülkeler sanayileşme, şehirleşme, teknolojik ilerleme ve nüfustaki artışa paralel olarak artan enerji talebini karşılayabilmek amacıyla düşük maliyetli, kesintisiz ve temiz enerji arayışına girmektedirler. Ekonomik ve sosyal kalkınma için en önemli girdilerin başında gelen enerji en genel ifadesiyle;

“Bir sistemin bir mesafe boyunca bir kuvvet gibi dış etkilere neden olma kabiliyetidir”. Daha dar anlamıyla iş yapabilme yeteneği olarak ifade edilen enerji; mekanik, potansiyel, kinetik, ısı, manyetik, elektrik, nükleer ve kimyasal enerji gibi farklı biçimlerde bulunabilmektedir.” (Quaschnig 2005: 46).

“Understanding Renewable Energy Systems”. New York). “Enerji çeşitli kaynaklardan elde edilebildiğinden bunları farklı kategoriler altında sınıflandırmak mümkündür (Bhattacharyya 2011: 32).

Bu kapsamda ilk olarak enerjinin herhangi bir değişim ya da dönüşüm geçirmemiş hali birincil enerji olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası enerji literatüründe birincil enerji kaynakları; katı yakıtlar (kömür, linyit), petrol, doğalgaz, hidrolik enerji, nükleer enerji, yeni enerjiler (güneş, jeotermal, rüzgâr, biyogaz), geleneksel ve ticari olmayan enerjiler (odun, bitki ve hayvan atıkları) olarak ele

alınmaktadır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerjinin dönüşüm geçirmesiyle ulaşılan enerji türü olup en yaygın kullanılan biçimi elektrik enerjisidir.

“İkinci olarak enerji kaynakları, kaynak rezervinin sonlu olup olmamasına göre yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji kaynakları şeklinde iki grupta ele alınmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, “tüketim oranlarına eşit ya da ondan daha hızlı bir oranda kendini yenileyebilen ve doğada bol miktarda bulunan kalıcı kaynaklar” olarak tanımlanmaktadır.” (Maradin 2017: 56).

Bu tür enerji kaynaklarından sağlanan enerji hem mevcut kaynakları niceliksel ve niteliksel olarak tüketmemekte hem de çevreye minimum zarar vermektedir. Bu kaynaklar; güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle, dalga ve hidrojen enerjisi olarak gruplandırılmaktadır. Yenilenebilir olmayan (fosil yakıtlar, konvansiyonel) enerji kaynakları ise; doğada var olan ancak kendini yenileme özelliği bulunmadığından tüketildikçe azalma eğiliminde bulunan enerji kaynaklarıdır. *Günümüz enerji talebinin çok büyük bir kısmını karşılayan bu kaynaklar ise kömür, petrol ve doğalgaz olarak sınıflandırılmaktadır* (Kelly Robert A. 2007:42)

“Üçüncü olarak enerji kaynakları piyasa fiyatının oluşup oluşmamasına göre ticari ve ticari olmayan enerji kaynakları şeklinde sınıflandırılmaktadır. Ticari enerjilere örnek olarak kömür, petrol, gaz ve elektrik verilebilirken, ticari olmayan enerjilerin en yaygın örneği bireysel olarak tüketilen enerjilerdir.” (Maradin 2017: 49).

Son olarak ise enerji kaynakları elde edildiği teknolojilere bağlı olarak konvansiyonel ve konvansiyonel olmayan enerjiler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

“Bu kapsamda konvansiyonel enerjiler yaygın teknolojiler kullanılarak elde edilen enerjiler iken, konvansiyonel olmayan enerjiler yeni teknolojiler ve kaynaklar kullanılarak elde edilen enerjileri kapsamaktadır.” (Bhattacharyya 2011: 11).

1.3. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI

“Fosil yakıtlar, bir dereceye kadar sıcaklık, basınç, kimyasal reaksiyon ve zamanla değişmiş olan karbon yüklü ölü organizma kalıntılarıdır.” (Ebenhack 1995: 9). Güneş enerjisinin bir yan ürünü olan bu yakıtlar milyonlarca yıl içerisinde çürüyen bitki ve hayvan kalıntılarının yüksek basınç ve sıcaklıklara maruz kalarak yoğunlaşması ve dönüşmesi sonucu enerji sağlamaktadırlar. Halen çoğu ülkede enerji

için ağırlıklı olarak fosil yakıtlar olarak adlandırılan kömür, petrol ve doğalgaz kullanılmaktadır.

1.3.1. Kömür

Kömür, ağırlıklı olarak karbondan oluşan yanıcı siyah bir tortul kayadır. Milyonlarca yıl önce Karbonifer Dönemi'nde bataklıkların dibinde biriken bitki maddesinden oluşmuştur. Bu organik madde, düşük oksijenli olan ve dolayısıyla ayrışmayı engelleyen durgun bataklıklarda birikir. Denizlerin yükselmesi, toprağın çökmesi, bataklıkların batması ve kil, çöp gibi atıkların birikmesi sonucu organik madde yüzeyin altına gömülür. Binlerce yıl boyunca organik madde üstteki çökellerin ağırlığı altında sıkışır ve kömür oluşur.

“Kömür yatakları şimdi tüm dünyada kumtaşı, kireçtaşı ve kil katmanları altında gömülü olarak ve yatakların derinliğine ve yerine bağlı olarak linyit, alt bitümlü kömür, bitümlü kömür ve antrasit olmak üzere farklı biçimlerde bulunmaktadır.”

(Pykh ve Pykh 2002: 95).

Bitki materyallerini kömüre dönüştüren jeopolitik sürece kömürleşme adı verilmektedir. Bu süreçte ortaya çıkan karbon miktarı %70 ise turba, % 75 ise linyit, % 80 ise alt bitümlü kömür, % 80 ile % 90 aralığında bitümlü kömür, % 90'dan fazla ise de antrasit oluşmaktadır.

Kömür yataklarının kalitesi ve jeolojik özellikleri kömür rezervleri için önemli parametrelerdir. *“Bu nedenle petrol ve doğalgazdan çok daha heterojen bir enerji kaynağı olan kömürün kalitesi bir bölgeden diğerine önemli ölçüde farklılık göstermektedir.”* (Pykh ve Pykh 2002: 95). Kalitesindeki farklılıklara rağmen kömür; 50'den fazla ülkede üretilmesi, fiyat dalgalanmalarından en az etkilenmesi ve 200 yıldan uzun kullanım ömrü nedeniyle diğer enerji kaynakları içerisinde çok büyük öneme sahiptir. 19. yüzyıldan itibaren kömür rezervlerini bulan ve bunu enerji üretiminde etkin bir şekilde kullanan pek çok ülke bugün gelişmiş ülkeler olarak sınıflandırılmaktadır. Kömür; demir-çelik sanayiinde, elektrik santrallerinde ve çimento üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

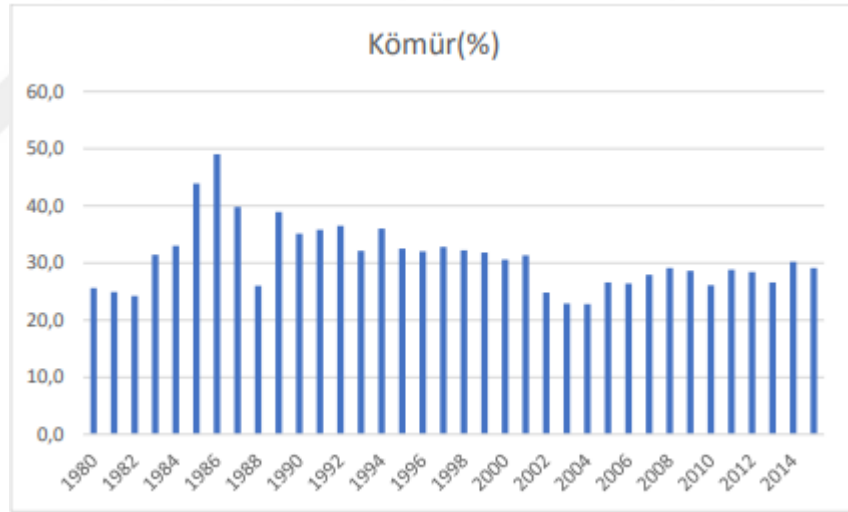
“Özellikle elektrik üretiminde başlıca enerji kaynağı olarak kullanılan kömür 21. yüzyılın başlarındaki ekonomik krizden çıkış yolu olarak görülmüştür. Ancak kömür

üretimi pek çok olumsuz ekonomik, sosyal ve çevresel etkiyi beraberinde getirmektedir.” (Yılmaz ve Uslu 2007: 36).

İlk olarak kömürün zeminden çıkarılması çok maliyetli olabilmektedir. Çünkü kömür yataklarının çoğu, yeryüzünün yüzeyinin çok altında bulunmaktadır. Kömür zeminin yüzeyine ulaştığında ise demiryolu veya okyanus gemileri ile taşınmalıdır. Bu yüksek miktarda maliyete katlanmayı gerektirmektedir. İkinci olarak; doğalgaz ya da iyi işlenmiş kömür tozunun birikmesiyle patlama meydana gelebilir. “*Bu durum kömür madenciliği endüstrisinin maliyetine (maden güvenliği ihtiyacı, madencileri için sigorta ve tıbbi masraflar gibi) katkıda bulunmaktadır.*” (Pykh ve Pykh 2002: 97).

“*Son olarak ise; kömür ve odun gibi katı yakıtlar yakıldığında yapısında bulunan yüksek orandaki karbon ve hidrojen nedeniyle atmosferdeki karbon miktarı artmakta, bu ise çevre kirliliği, küresel iklim değişikliği ve asit yağmurları gibi çevresel maliyetlere neden olmaktadır.*” (Ebenhack 1995: 188).

Şekil 1. Kömürün Elektrik Enerjisi Üretimindeki Payı



Kaynak: Şendoğan, 2019.

Şekil 1’de Kömürün elektrik enerjisi üretimi içindeki payı görülmektedir. Bu grafik, 1980-2015 dönemindeki verilerden oluşmaktadır. Grafiğe baktığımızda, verilerin %30 civarında dalgalanma yaptığını görüyoruz. 1986 yılında ise en yüksek orana ulaşıldığı görülmektedir.

1.3.2. Petrol

Petrol; Latince 'de taş anlamında gelen "petra" ve yağ anlamına gelen "oleum" kökünden türemiştir. Kaya yağı anlamına gelen petrol tortul kayalarda oluşmaktadır.

"Nitrojen, oksijen ve sülfür bileşimlerini içeren ve oldukça karmaşık bir yapısı bulunan petrolün oluşumuyla ilgili farklı teoriler bulunsa da milyonlarca yıl önceki bitki ve hayvan kalıntılarının deniz dibinde bulunan kum ve çökellerle karışarak ve çürüyerek belli bir sıcaklık ve basınçla birlikte ayrışmasından oluştuğu genel kabul görmektedir." (Bayraç 1999: 85).

Petrolün yoğunluğu kimyasal bileşimine göre değişmektedir. Hafif petrolün rafinajından benzin, gazyağı ve motorin elde edilirken; ağır petrolün rafinajından fuel-oil ve asfalt gibi ağır ürünler elde edilmektedir.

"Petrol doğada katı, sıvı ve gaz halinde bulunmaktadır. Rafine edilmemiş sıvı petrole ham petrol, gaz şeklindeki petrole doğalgaz, yarı katı ya da katı şekilde bulunan ve ağır hidrokarbon içeren petrole ise yapılarına ve kullanım yöntemlerine göre asfalt, zift ve katran gibi isimler verilmektedir." (Petrol İşleri Genel Müdürlüğü 2017).

19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren petrol doğalgazla birlikte giderek artan bir şekilde önem kazanmaktadır.

"Petrol birçok alanda hâkim enerji kaynağı olmasının yanı sıra benzinli ve dizel yağlardan çeşitli petrokimyasal ve kimyasal ürünlere kadar çok çeşitli insan yapımı materyaller, sentetik malzemeler, plastik ürünler ve eczacılık ürünleri için temel girdi olarak kullanılmaktadır." (Olah 2005: 2636).

Petrol endüstrisinin işleyişini karakterize eden bazı temel özellikler bulunmaktadır:

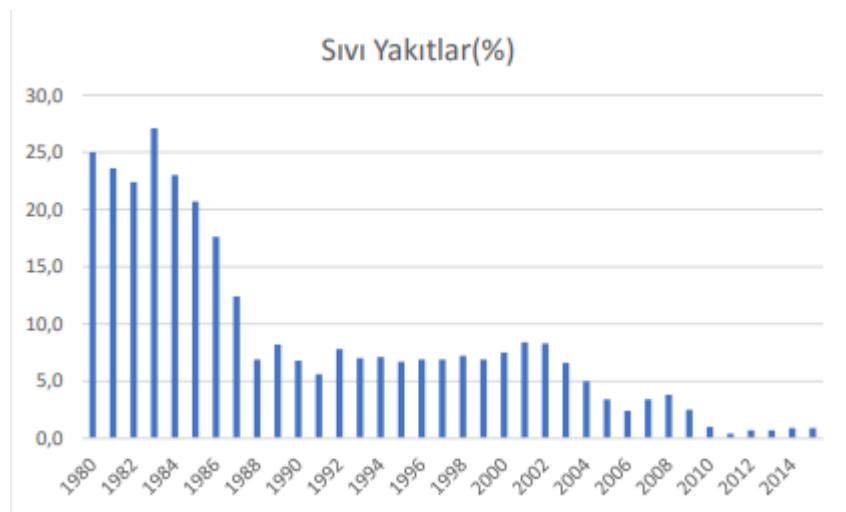
- İşleyişi doğal bir kaynağın sömürülmesine dayanan bir aktivite olduğundan kullanım maliyeti kavramını dikkate almayı gerektirir
- Küresel ve çok sektörlü bir endüstridir. Dünya enerji tüketimindeki payının yüksekliği nedeniyle küresel, bir varil ham petrolün rafine edilmesi yakıt gibi birçok ürünün oluşumuna yol açtığı için de çok sektörlüdür.
- Her biri farklı bir yerde ve farklı bir aktörün kontrolü altında bulunan çeşitli faaliyetlerden (arama, üretim, ulaşım, rafinaj ve dağıtım) oluşan bir endüstridir
- Sermaye yoğun bir endüstridir. Bu nedenle yüksek giriş engellerine sahip sektör önemli sermaye harcamalarını üstlenebilen finansal gruplarla sınırlıdır.

- Arama çalışmalarının doğası gereği son derece yüksek riskli bir endüstridir
- Ham petrolün homojen bir ürün olmamasının yanı sıra hem zaman hem de mekânda değişebilen bir üretim maliyetine sahip olması dolayısıyla belirgin farklılıkları olan bir endüstridir
- Petrol ihraç eden ülkeler, petrol ithal eden ülkeler ve çokuluslu firmalar gibi üç önemli aktörü bir araya getiren bir sektördür.

‘Petrol endüstrisi sürekli bir devinim halinde olan dinamik bir piyasa olduğundan siyasi, teknolojik ve sosyokültürel dengeler altında sürekli değişmektedir. Bu özelliğinden dolayı petrol piyasasındaki gelişmelere sadece geçmiş deyimlere dayanarak önlem almak mümkün değildir.’ (Ürün 2003: 97).

Arap-İsrail savaşının etkisiyle patlak veren ilk petrol krizi (1973) ve Petrol İhraç Eden Ülkeler Birliği (OPEC) ülkelerinin üretimi kısımları sonucu ortaya çıkan fiyat artışlarının neden olduğu ikinci petrol krizi (1979) bunun en belirgin örnekleri olarak gösterilebilir. Petrole bağımlı pek çok gelişmiş ülke için petrol fiyatlarındaki artışlar makroekonomik değişkenler üzerinde çok yönlü etkiler doğurmaktadır. Petrol fiyatlarında ortaya çıkan artışlar ya fiyatlandırma ve üretim maliyetleri sebebiyle ya da toplam talep (enflasyon ve para politikası aracılığıyla) ve toplam arzda (çıkıtı aracılığıyla) yarattığı etki sebebiyle ekonomiler üzerinde büyük öneme sahiptir.

Şekil 2. Sıvı Yakıtların Elektrik Üretimindeki Payı



Kaynak: Şendoğan, 2019.

Şekil 2’de Sıvı yakıtların (petrol vb.) elektrik üretimindeki payı gösterilmektedir. Bu grafik 1980-2015 dönemi verilerinden oluşmaktadır. Grafiğe baktığımızda ise sıvı yakıtların elektrik üretiminde kullanımının giderek azaldığı görülmektedir. 1987 yılına kadar sıvı yakıtların elektrik üretimindeki payı yüksek olduğu görülmektedir.

1.3.3. Doğalgaz

Doğalgaz diğer fosil yakıtlar da olduğu gibi bitki ve hayvan birikintilerinin milyonlarca yıl boyunca çürümesi sonucu oluşmaktadır. Zamanla organik kalıntıları kaplayan çamur ve toprak kayaya dönüşmekte ve bu yeni oluşan kaya çökellerin altındaki kalıntıları hapsetmektedir. Basınç ve belli bir derecedeki ısıyla birlikte bu organik kalıntıların bir kısmı kömüre, bir kısmı petrole, bir kısmı da doğalgaza dönüşmektedir. *“Organik kalıntıların hangi fosil yakıtta dönüşeceği oluşan kayanın niteliğine ve değişimin meydana geldiği yerin koşullarına bağlı olarak değişmektedir.”* (Speight 2007: 3).

Doğalgaz farklı miktarlarda hidrokarbon ve hidrokarbon olmayan bileşimlerden oluşmaktadır. Bünyesinde yüksek oranda metan ve düşük oranda etan, propan, bütan, hekzan gibi gazlar ve ağır hidrokarbonlar bulunmaktadır. Renksiz, tatsız, kokusuz, şekilsiz ve havadan daha hafif olan doğalgazın en yaygın kullanım alanı yakıt sektörüdür

“Doğalgaz kaynağına ulaşılırken keşif, sondaj, tamamlama ve üretim gibi dört farklı aşama gereklidir. Bu faaliyetler kapsamında yürütülen doğal gaz rezervlerinde son yıllarda artış gözlemlense de karada yer alan, üretilmesi kolay ve tüketiciye yakın rezervlerin yanı sıra deniz yataklarında bulunan çıkarılması zor rezervlerin payı artmaktadır. Bu rezervlerin çıkarılması ise gazın fiyatını aşabilen üretim ve nakliye maliyetine sahip olması nedeniyle engellenmektedir.” (Mokhatab ve Poe 2012: 1).

Doğalgaz fosil yakıtlar içerisinde en esnek kullanım alanı olan enerji kaynağıdır. Doğrudan güç ve ısı üretmek için kullanılabileceği gibi ulaşımda yakıt olarak kullanılmak üzere dizelle dönüştürülebilmekte ya da gübre, plastik gibi çok sayıda yararlı ürün elde etmek için kimyasal sürece tabi tutulabilmektedir.

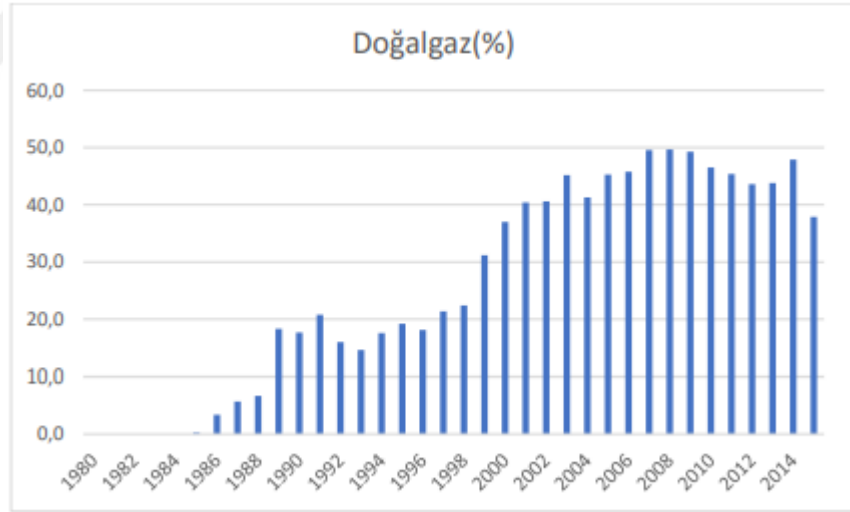
“Ayrıca tüm bu süreçleri diğer fosil yakıtlara oranla daha az emisyon yayarak, daha rekabetçi bir maliyet ortamında ve bol miktarda tedarik sağlayarak gerçekleştirebilme imkânı sağlamaktadır.” (Chandra 2006: 6).

Bu nedenle hem nihai mal olarak hane halkı tüketiminde hem de ara malı olarak endüstriyel süreçte yoğun bir şekilde kullanılan doğalgaz ekonomik ve sosyal yönden diğer birçok enerji kaynağının alternatifi olarak kabul edilmektedir

Diğer fosil kaynakların ülkeler arasında daha adil bir şekilde dağılmış olmasına karşın doğalgaz rezervlerinin sınırlı sayıda ülkede yoğun olarak bulunması nedeniyle doğalgaz piyasası daha çok oligopolistik özellik taşımaktadır. Bu nedenle bu piyasadaki rekabet üstünlüğü jeopolitik konumu dolayısıyla daha geniş doğalgaz rezervleri bulunan ülkeler lehine seyretmektedir.

“Doğalgaz piyasasındaki bu rekabetçi gücü etkileyen en önemli bileşenler ise doğalgaz piyasasını doğrudan etkileyen hava koşulları ve doğalgaz ile ikame edilebilirliği yüksek olan petrol fiyatlarındaki artışlardır.” (Brown ve Yücel 2008: 45).

Şekil 3. Doğalgazın Elektrik Üretimindeki Payı



Kaynak: Şendoğan, 2019.

Şekil 3’te doğalgazın elektrik üretimindeki payı gözlenmektedir.

Şekil, 1980-2015 yıllarındaki verilerden meydana gelmektedir. Şekil ele alındığında, doğalgazın elektrik üretimlerinde kullanımının 1986 senesinden sonra gittikçe arttığı gözlemlenebilmektedir. Son zamanlarda doğalgaz elektrik üretimdeki paylarının da çoğaldığı ifade edilmektedir.” (Şendoğan 2019: 36).

1.3.4. Nükleer Enerji

Üretimi doğada az miktarda bulunan uranyuma doğrudan bağlı olması nedeniyle nükleer enerji genellikle fosil yakıtlar gibi sonlu enerji kaynakları arasında değerlendirilmektedir. Ancak fosil yakıtlardaki kısa vadede tükenme senaryoları göz önüne alındığında ise fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerji yanında nükleer enerjiye de dikkat çekilmektedir.

“Atom enerjisi veya çekirdek enerjisi olarak da adlandırılan nükleer enerji; güneş ışığının etkisiyle dönüşüm geçiren bitki ve hayvan kalıntularından elde edilen fosil yakıtların aksine atom çekirdeklerinin parçalanması veya birleşmesi sonucunda kimyasal bir süreçle ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde açığa çıkan enerji türü ya ‘füzyon’ (parçalanma) olarak tanımlanan ağır atom çekirdeklerinin nötronlarla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanması yoluyla ya da ‘füzyon’ (birleşme) adı verilen iki veya daha fazla atom çekirdeğinin birleşerek yeni bir atom çekirdeği oluşturması yoluyla elde edilmektedir.” (Hubbert 1956: 4; Üçgül ve Elibüyük 2016: 288).

Nükleer enerji hem kamu sektöründe hem de politika yapımcılar arasında son elli yılda dramatik bir değişim yaşamıştır. 1945’te ilk atom silahının üretimiyle ve 1950’li yıllarda atomun bölünmesiyle ortaya çıkan enerjiden ilk elektrik üretiminin gerçekleşmesiyle nükleer enerjinin dünyanın enerji ihtiyacı için sınırsız çözüm sağlayabilecek bir güç kaynağı olduğu düşünülmüştür.

“Nükleer enerji üretici reaktörlerin yapımında tecrübe kazanıldığında ekonomik, arzı bol ve özellikle kömürün aksine hiçbir kirletici yaymayan temiz bir enerji kaynağı olsa da bir nükleer reaktör çok büyük miktarlarda radyoaktivite üretmekte ve iyi bir nükleer güç nükleer silah anlamına geldiğinden genel güvenliğe ilişkin kaygılar yaratmaktadır.” (Bodansky 2004:18).

Bu kaygıların altında yatan en temel neden; 1979 Three Mile Island ve 1986 Çernobil nükleer santrallerinde oluşan kazalar gibi olası nükleer kazalarının çevreyi geri dönülemez boyutta kirletme ihtimalinden kaynaklanmaktadır.

“Bu kazalar 1980 ve 1990’larda nükleer santral inşasında yavaşlamaya ve nükleer reaktörlerin güvenliğini iyileştirmek için tüm ülkeleri harekete geçmeye zorlamış olsa da nükleer santraller enerji üretiminde yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir.” (Ferguson 2007:3).

Elektrik üretiminde, tıpta, sanayide ve özellikle silah endüstrisinde yaygın kullanım alanına sahip nükleer enerji; düşük üretim, yüksek yatırım maliyetleri, planlama döneminin uzunluğu, üretim aşamasındaki işletme ve bakım giderleri, üretimin durdurulmasından sonraki radyoaktif atıkların depolanması ve nükleer santralin sökülmesindeki maliyetlerin yüksekliği gibi pek çok dezavantaja sahiptir.

“Diğer yandan işletme ömrünün uzun olması, yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalardan etkilenmemesi, potansiyel rezervlerinin ve enerji kalitesinin yüksek olması ve birçok enerji kaynağına göre çok daha az kirletici yayması yönleriyle de pek çok avantaja sahiptir.” (Temurçin ve Aliagaoglu 2003: 27)

1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenebilir enerji; yerel ortamda meydana gelen doğal olarak tekrar eden ve kalıcı enerji akışlarından elde edilen enerjidir. Yeşil enerji ya da sürdürülebilir enerji olarak da tanımlanan bu kaynaklarda tükenme oranı kaynağın kendini yenileyebilme oranından daha düşüktür.

“Yenilenebilir enerji sistemleri arasında güneş radyasyonu (güneş ışığı), rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, okyanus dalgaları ve gelgit gibi kaynaklar bulunmaktadır.” (Twidell ve Weir 2015: 3).

1.4.1. Güneş Enerjisi

“Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en temel enerji kaynağı yeryüzünün yakaladığı güneş ışımasıdır. Çünkü güneş radyasyonu; bir takım karmaşık süreçlerden geçip dünya atmosferi üzerine yansarak rüzgârın, dalga enerjisinin ve birçok enerji kaynağının oluşumuna doğrudan etki etmektedir.” (Sorensen 2000: 19).

Güneş enerjisi, güneşin yapısında bulunan hidrojen gazının yüksek sıcaklık altında helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklı bir ışınım enerjisidir. İç kısmı içerisindeki hidrojen atomları arasında meydana gelen sürekli nükleer füzyon reaksiyonları nedeniyle güneş 6000 santigrat derece (C) yüzey sıcaklığına sahiptir. Bu nükleer reaksiyonlar yavaş yavaş tüm hidrojenleri daha ağır elementlere dönüştürecektir, ancak bu nispeten yavaş bir süreç olduğundan güneşin 5 milyar yıl daha yoğun bir güç kaynağı olacağı düşünülmektedir. *“Bu durum ise güneş*

enerjisinin tükenmez bir enerji kaynağı olarak nitelendirilmesini gerekli kalmaktadır.'' (Boyle 2003: 24).

Güneş enerjisinin yoğunluğu dünya atmosferinin dışında 1367 watt/metrekare (W/m²) iken, yeryüzüne gelen ışınım değeri 1100 W/m² düzeyine düşmektedir. Buradaki güneş ışınımının gücü; coğrafi konuma, hava koşullarına, çevre kirliliğine ve yerleşim yoğunluğuna göre değişmektedir. Güneş enerjisi geniş bir yelpazeyle farklı enerji biçimlerine dönüştürülebilmektedir. Güneş radyasyonu üç farklı şekilde yakalanabilir ve kullanılabilir.

''Bunlardan ilki, ısıyı emen materyallerden yapılmış kolektörlerin yardımıyla üretilen temel enerji, ikincisi fotovoltaik elektrik ve son olarak da fotovoltaik hücreler tarafından yakalanan ve doğrudan elektriğe dönüştürülen güneş radyasyonu 'dur.''' (Paceşila 2015: 13).

Fotovoltaik paneller ve solar termal sistemler bu enerjilerden faydalanabilmek için iki büyük doğrudan güneş enerjisi dönüşüm teknolojileridir. Fotovoltaik paneller, güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirken; solar termal sistemler, binalarda ve endüstriyel süreçlerde (güneş enerjisi aracılığıyla sıcak su veya binaların güneş enerjisi ile ısıtılması gibi) güneş destekli termokimyasal üretimi içermektedir.

1.4.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisinin temel kaynağı güneştir. Küresel rüzgârlar, güneş radyasyonu ile yeryüzünün eşit ısınmamasından dolayı oluşan basınç farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

''Yerkürenin farklı ısınması (ekvatora gelen güneş ışınımının kutuplardakinden daha fazla olması) havanın yüksek basınçtan alçak basınca geçmesine neden olan atmosferik basınç alanında farklılıklar yaratır.''' (Öztürk 2013: 175).

Dünyanın yapısındaki eğrilik artan enlem ile güneş ışınlarına karşı daha fazla eğilim anlamına gelir. Güneş ışınları enlem arttıkça atmosferin içinden geçmeye devam ederler ve bu yüzden güneş enerjisinin büyük kısmı yüzeye çıkmadan önce yolda emilir.

''Bu etkinin bir sonucu olarak alt bölgeler yüksek enlem bölgelerine oranla daha çok ısınır. Yeryüzünün bu farklı ısınması sonucunda rüzgârlar oluşmaktadır.''' (Boyle 2004: 245)

Rüzgârda mevcut olan enerji rüzgârın hızının küpüne bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle rüzgâr enerjisinin kullanımı için uygun alanların tanımlanması, rüzgâr türbinlerinin buna göre belirlenmesi ve rüzgâr kaynağının karakteristiklerinin iyi anlaşılması kritik öneme sahiptir. Enerji kaynağı olarak rüzgârın en çarpıcı özelliği değişkenliğidir.

“Bu değişkenlik hem coğrafi konumdan (kara ve deniz oranı, kara kütlelerinin büyüklüğü, dağ ve ovaların varlığı gibi) hem de aynı bölge içerisindeki zamana bağlı geçici değişimlerden kaynaklanmaktadır.” (Burton 2011:10)

Rüzgârda yaklaşık 10 milyon megawatt (MW)'lık enerjinin sürekli olarak mevcut olduğu tahmin edilmektedir. *“Buradaki kinetik enerji rüzgâr türbinleri sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.”* (Herbert 2007:1118). Bu enerjiyi dönüştüren rüzgâr türbinlerinin dört temel evresi bulunmaktadır. Rüzgâr, türbinin sürtünme derecesine ulaşamaz ise türbin hareket etmez ve enerji elde edilemez. Rüzgârın hızı saniyede 3 metre (m)'ye ulaştığında (saatte yaklaşık 10 kilometre (km)) türbin elektrik üretmeye başlar. Rüzgâr hızı arttıkça türbinin üretebileceği maksimum güç miktarına kadar enerji üretilmeye devam edilir. *“Ancak fırtına gibi doğal afetler meydana geldiğinde (rüzgâr hızının saniyede 20-25 m'ye ulaştığı durumlarda) türbin hasar görmemek için kendiliğinden devre dışı kalır.”* (Seifried ve Witzel 2010:102).

Rüzgâr enerjisi yel değirmenlerinde, su pompalamada ve elektrik enerjisi elde etmede uzun bir tarihsel geçmişe sahiptir.

“Temiz, uygun fiyatlı, nispeten düşük maliyetli ve geleneksel enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında rekabet edebilir oranda elektrik üretme kapasitesine sahip olan rüzgâr enerjisi yarattığı gürültü açısından, görsel ve iklimsel etkileri açısından olumsuz çevresel etkilere neden olabilmektedir.” (Nurbay ve Çınar 2005).

Karada çalışan rüzgâr türbinlerinin neden olduğu gürültü ve görselliği bozucu etkiler insanlara ve doğal hayata (özellikle kuş popülasyonuna) zarar verebilmektedir.

“Diğer taraftan rüzgâr türbinleri gece ısınarak gün içinde ise soğuyarak yüzey sıcaklıklarını değiştirebilmekte, kuraklığa yol açabilmekte ve rüzgâr türbinlerinin ardından gelen türbülans havanın yukarı ve aşağı karıştırılmasıyla yerel iklim değişikliklerine neden olabilmektedir.” (Karadağ 2009:54)

1.4.3. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, hareketli suyun enerjisinden elde edilen bir enerji şeklidir. Akan su türbinler kullanılarak yakalanabilen ve elektriğe dönüştürülebilen enerji yaratmaktadır. Hidroelektrik enerji adı verilen bu enerjide hareket eden suyun güneş radyasyonu tarafından yönlendirilmesiyle birlikte hidroelektrik enerjisi üretilmektedir. *‘‘Hidroelektrik enerjinin en yaygın biçimi barajlar olmakla birlikte dalga ve gelgit gücünden de yararlanılmaktadır.’’* (Ellabban vd., 2014:751)

‘‘Düşen su içindeki potansiyel enerji hidroelektrik santralleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Buradan elde edilen enerji suyun yoğunluğu, hacimsel akış oranı ve yerçekimi kuvvetine bağlı olarak değişmektedir.’’ (Jorde ve Kaltschmitt, 2007: 349). *‘‘Hacimsel su akışı ve suyun düşüş yüksekliği ne kadar büyük olursa bir hidroelektrik santralinden elde edilebilecek güç üretimi de o kadar yüksek olmaktadır.’’* (Pandey ve Karki 2017:15).

Hidroelektrik santraller; su kaynaklarına, yapılarına ve türbinlerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır.

‘‘Bunlardan ilki olan nehir tipi hidroelektrik santraller, bir nehrin doğal akışı ve yükselip alçalmasından elektrik üretmek amacıyla kullanılmaktadır.’’ (Bozkurt ve Tür 2015).

Bu santrallerden bazıları bir nehir tarafından doğrudan beslenirken diğerleri bir kanal aracılığıyla beslenmektedir. İkinci olarak depolamalı hidroelektrik santraller, her zaman doğal bir su akıntısına sahip olmamakla birlikte yüksek bölgelere kurularak eriyen kar suyundan enerji sağlamaktadır. Burada dağların arasındaki farklı noktalardaki su kütleleri borularla birbirine bağlanarak potansiyel enerjinin mümkün olduğu kadar verimli hale getirilmesi amaçlanır.

‘‘Üçüncü olarak ise pompa depolamalı hidroelektrik santraller, enerji talebinin nispeten daha az olduğu dönemlerde şebekeden suyu alarak pompalayıp üst rezervuarda depolamak, enerji talebinin arttığı zamanlarda ise depolanmış suyu üst rezervuardan alt rezervuara aktararak kısa sürede yüksek enerji taleplerini karşılamak amacıyla kurulmaktadır.’’ (Acar 2008:13).

1.4.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, dünyanın iç ısısı kullanılarak elde edilmektedir. Yeraltı ısısı, birkaç yüz metreden birkaç kilometre derinliğe kadar uzanan sıcak kayalardan veya sığ magma cisimlerden geçerken ısınan su aracılığıyla oluşmaktadır. Buradaki su genellikle doğal olarak meydana gelen ve faylar/çatlaklar boyunca sızan yeraltı suları olmakla birlikte bazı durumlarda su yüzeyden pompalanarak yapay olarak açığa çıkarılmaktadır. *“Böylece yerin derinliklerinden yüzeye ulaştırılan ısı sayesinde jeotermal enerji elde edilmektedir.”* (Yılmaz 2012: 43).

Jeotermal enerji, gezegenin iç kısmında bulunan potasyum, uranyum ve toryum radyoizotoplarının çürümesiyle doğal olarak üretilen termal enerjidir. Bu nedenle, güneş ışınımından ve/veya güneş ve ayın çekimsel kuvvetinden bağımsız tek yenilenebilir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji; doğal kaplıcalar, alan ısıtma ve çeşitli endüstriyel süreçlerde doğrudan kullanılmaktadır. Jeotermal enerjinin dolaylı olarak kullanıldığı tek alan ise enerji üretimidir. Bir jeotermal enerji santralinden çıkan su, sayısız doğrudan kullanım için oldukça sıcak olduğundan jeotermal enerji özellikle kombine ısı ve güç uygulamaları için elverişlidir.

“Bu şekilde faydalanılırsa jeotermal enerji dönüşümünün verimliliği birçok enerji formundan çok daha yüksektir. Çünkü jeotermal enerji santralleri tipik olarak %95'in üzerinde kapasite ile 7/24 çalışarak bol miktarda ısı üretmektedir.” (Younger 2015: 36).

“Kapalı bir alanda ısıyı kaynağından alarak serbest yüzeye aktaran jeotermal sistemler üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; bir ısı kaynağı, bir rezervuar ve ısıyı aktaran taşıyıcı bir sıvıdır.” (Dickson ve Fanelli 2003: 8).

Büyük miktardaki ısıyı dünya yüzeyinin altındaki erişilebilir derinliklere doğru aktarmak için mutlaka bir taşıyıcı gerekir. Genel olarak ısı, iletimle ve daha sonra konveksiyonla derinlikten alt yüzey bölgelere taşıyıcı olarak hareket eden jeotermal sıvılar ile aktarılır.

“Bu sıvılar, temel olarak, Dünya'nın kabuğuna nüfuz etmiş, sıcak kayalarla temas halinde ısıtılmış olan ve zaman zaman yüksek basınçlarda ve sıcaklıklarda (300°C'nin üzerinde) rezervuarlarda biriken yağmur sularıdır.” (Barbier 2002: 6).

1.4.5. Biyokütle Enerjisi

Artan sayıda ülkenin yenilenebilir enerji politikaları içerisinde ağırlıklı olarak yer alan biyokütle enerjisi artık geçmişte dile getirildiği gibi “bir geçiş enerjisi kaynağı” olarak değerlendirilmemektedir. Çünkü biyokütle kaynakları potansiyel olarak dünyanın en büyük ve en sürdürülebilir enerji kaynağıdır.

“Mevcut enerji kaynaklarından 450 egzajoule (EJ) dolaylarında enerji elde edilebilirken, biyokütle kaynakları dünyanın gıda arzını etkilemeden en az 800 EJ'ye kadar enerji üretimine katkıda bulunabilmektedir.” (Rasillo-Calle vd 2015: 5).

Biyokütle enerjisi; odun ve odun türevli yakıtların, akaryakıt ürünlerin, tarımsal, endüstriyel ve hayvansal yan ürünlerin dönüşüm geçirmesiyle elde edilen bir enerji türüdür. Biyokütleden elde edilen ve biyoenerji adı verilen bu enerjinin temel yapısında kalıntıların vücutlarında depolanmış olarak bulunan güneş enerjisi bulunmaktadır.

“Kimyasal enerji olarak depolanan güneş enerjisini taşıyan ve biyoenerji taşıyıcısı olarak da adlandırılan biyoyakıtlar sürdürülebilir biyokütle üretimine dayandıkları sürece yenilenebilir olmaktadır.” (Loo ve Koppejan 2008: 1).

Fotosentez, bitki dokularını içeren yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratların üretilmesine neden olmaktadır. Fotosentez süreciyle birlikte, bitkiler bünyelerinde bulunan klorofil sayesinde güneş enerjisini yakalamakta ve karbondioksit, su, ışık ve klorofilin uygun şartlar altındaki tepkimesiyle karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan karbonhidratı açığa çıkarmaktadırlar. *“Bu karbonhidratlar yakıldığında tekrar karbondioksit ve su haline dönmekte ve güneşten elde edilen enerji bu sayede yeniden açığa çıkmaktadır.”* (Klass 1998: 30). Organizma kalıntılarında elde edilen bu biyokütle enerjisi, bitkilerin fotosentezi ve hayvanların bitkiler yoluyla beslenmesi nedeniyle bileşiminde pek çok kimyasal barındırmaktadır. Biyokütlenin bileşenleri arasında selüloz, hemiselülozlar, lignin, lipitler, proteinler, basit şekerler, nişastalar, su, hidrokarbon, kül ve diğer bileşikler bulunmaktadır. *“Her bileşiğin konsantrasyonları türlere, bitki dokusunun tipine, büyüme evresine ve büyüme koşullarına bağlı olarak değişmektedir.”* (Özcan 2015: 7). Biyoenerji büyük oranda ısıtma uygulamaları için kullanılırken, elektrik üretimi, ulaşımda yakıt ve kimyasal uygulamalar için de kullanılmaktadır.

“Biyoenjeri dñnyanın dñrt bir yanında sñrdñrñlebilir bir temelde kullanılabilircek kaynaklara dayanmakta bu da aslında bñlgesel kalkınma için eşsiz firsatlar yaratmaktadır.” (Kapluhan 2014: 99).

Biyokñtle enerji kaynakları; çeşitli yñntemlerle işlenerek katı, sıvı ve gaz hale dñnñřtñrñlebildięi için çok çeşitli biyokñtle yakıtı bulunmaktadır. Bu yakıtlar sıvı fosil yakıt rezervi olmayan bñlgelerde enerji gñvenlięinin yñkseltilmesini, sıvı ulaştırma yakıtlarının arzının artırılmasını ve enerji birim başına atmosfere salınan net karbon miktarlarının azaltılmasını sağlamaktadırlar.

“Bununla birlikte, biyokñtle enerjisinin artan bir şekilde kullanılması tarımsal ùretim sñrdñrñlebilirlięini tehlikeye atarak gıda rekabetine, tarımsal kirleticiler yoluyla su kirliliğine, doğal alanların yok edilmesine, arazi rekabeti nedeniyle gıda fiyat artışlarına yol açabilmektedir.” (Aslantař 2018: 26).

1.4.6. Dalga Enerjisi

“Dalga enerjisi rñzgâr hareketleriyle elde edildiği için aslında dolaylı bir gñneř enerjisi biğimidir.” (Aęaębięer 2010: 90). Yani dalga enerjisi, gñneř enerjisinin konsantre bir şeklidir. Gñneř, dñnya ęapında sıcaklık farklılıkları yaratmakta bu durum da okyanusları aşan rñzgârlara sebep olmaktadır. Deniz yñzeyinde oluşan rñzgârlar ise dalgalara transfer edilerek dalga enerjisini oluşurmaktadır. Su dalgaları, hemen hemen hię enerji kaybı olmaksızın bin kilometrelik yolculuk yapabilmektedir. Dalgaların gñç yoğunluğu rñzgâr veya gñneř enerjisinden çok daha yñksektir. Bir dalga bñnyesinde hem kinetik hem de potansiyel enerji barındırmaktadır. Bir dalganın toplam enerjisi dalganın yñkseklilięi ve sñresi olmak ùzere kabaca iki faktñre bağlı olarak değişmektedir. Bir dalga suyun sığ kısmına (kıyıya) ulaştığında yavaşlar, dalga boyu azalır ve kırılmaya uğrar. *“En bñyñk enerji kayıpları bu kırılmalar esnasında meydana gelir, bu nedenle kaynağın yalnızca bir kısmı kıyıya ulaşır.”* (Saęlam ve Uyar 2005: 1).

Rñzgâr, denizaltı depremleri, deniz arağları veya ay ve gñneřin ęekimi gibi dış etkiler nedeniyle oluşan deniz yñzeyi hareketleri dalgaların oluşumuna neden olmaktadır. Ancak rñzgâra bağlı oluşan deniz dalgaları, diğer etkilerin oluşturduğu deniz dalgalarıyla kıyaslandığında daha fazladır, bu nedenle enerji elde edilmesinde öncelikli olarak rñzgârın neden olduğu dalgalar kullanılmaktadır. *“Bu kapsamda elde*

edilen dünyanın deniz kaynaklı doğal enerji potansiyeli hidrolik, biyokütle ve rüzgâr enerjisinin doğal potansiyelinden daha yüksektir.'' (Özdamar vd. 2004: 584).

Dalganın gücü genliğinin karesi ve hareket periyoduna bağlı olarak değişmektedir. Uzun periyotlu ve büyük genlikli dalgalar metre olarak genişliği başına 40 ila 70 kilowatt saat (kwh) arasında değişen oranda enerji üretmektedir. Bir dalganın ortalama enerji yoğunluğu deniz tabanındaki etkileşime bağlı olarak kıyı şeridine yaklaştıkça azalmaktadır. *''Bu durum kıyıya yakın dalgaların daha çok enerji içerdiğini ve kıyı bölgelerinde enerji verimliliğinin arttığını ifade etmektedir.*'' (Akkaya 2007: 43).

Dalga enerjisini yakalayıp elektrik enerjisine dönüştürmek amacıyla dalga enerjisi dönüştürücüleri kullanılmaktadır. Bu amaçla kıyı şeridi, kıyıya yakın ve kıyıdan uzak bölgelerden enerji elde etmek için üç farklı teknik uygulama söz konusudur. Kıyı şeridi uygulamalarında kıyıda sabit ya da gömülü olarak bulunan enerji üretim yapıları mevcut olduğundan derin su bağlantılarına ve karmaşık bir yapıya gerek duyulmamaktadır.

''Kıyıya yakın uygulamalarda 10-25 m su derinliklerinden enerji elde edilirken, kıyıdan uzak bölgelerde 40 m'den daha derin suların enerji elde edildiği için bu uygulama daha uzun ve karmaşık bir teknik yapı gerektirmektedir.'' (Ün 2013: 1).

Dalgaları yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanmak, diğer enerji üretim yöntemlerine göre birtakım önemli avantajlar sunmaktadır: Deniz dalgaları yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde enerji yoğunluğu en yüksek kaynaktır. Yatay düzlemin güneş enerjisi yoğunluğu tipik olarak 0.1-0.3 kilowatt/metrekare (kW/m²) iken su yüzeyinin hemen altında dalga yayılımının yönüne dik olarak dikey düzlemde bu oran 2-3 kW/m² güç akış yoğunluğuna dönüştürülebilmektedir. Dalga güç cihazları rüzgâr ve güneş enerjisi cihazlarının ürettiği %20-30 arasındaki güce kıyasla zamanın % 90'ına kadar güç üretebilmektedir. Diğer taraftan dalga enerjisi çok az enerji kaybıyla çok büyük mesafeler kat edebilmekte ve bu süreç boyunca çevreye minimum düzeyde zarar vermektedir. Ancak dalga enerjisi santrallerinin, geleneksel enerji santralleriyle kıyaslandığında olumsuz çevresel etkisi az olsa da özellikle büyük ölçekte uygulandığında birtakım tehditlere yol açabilmektedir. Bunlar arasında; deniz ortamına kurulan dalga enerji santrallerinin deniz suyunun sıcaklığında değişimler yaratarak organizmaların doğal yaşamını bozması, larvaların gelişiminde azalma,

zehirli kimyasalların su yüzeyine salınması, organizmaların giriş borularına çarparak yaşamlarını yitirmelerine sebep olmaları bulunmaktadır.

‘‘Bu nedenle yüksek potansiyele sahip okyanus enerjisi teknolojileri geliştirilirken, aşırı avlanma, kirlilik, habitat kaybı ve iklim değışikliği gibi birden fazla tehdide maruz kalan deniz ortamına zarar verilmemesini sağlamak kritik bir öneme sahiptir.’’
(Uygur vd. 2006).

1.5. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN GEREKLİLİĞİ

Nüfustaki hızlı artışlar ve sanayileşmenin yol açtığı artan enerji talebinin yenilenemeyen fosil yakıtlardan karşılanması hem bu kaynakların tükenme riski nedeniyle hem de çevreye yüklediği maliyet nedeniyle alternatif enerji kaynakları arayışını hızlandırmıştır. Gelecekte küresel enerji arz ve talebi arasındaki dengenin yalnızca fosil yakıtlar ile sağlanamayacağı düşüncesi baskın olmakla birlikte alternatif enerji kaynaklarına yönelme aslında birçok soruna çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının neden fosil yakıtlara alternatif olabileceğini ekonomik ve sosyal nedenler ve çevresel nedenler olarak iki grupta incelemek mümkündür

Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çevreye zarar vermeden üretilen ve tüketilen temiz enerji sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir büyümenin temel bileşenlerinden biridir. Her ülkede mevcut olan yenilenebilir kaynaklar; sınırlı ve ithal olan fosil kaynaklara bağımlılığı azaltarak enerjiden kaynaklı cari açığı düşürebilmekte, dış enerji kaynakları yerine ülkenin kendi yerel enerji kaynaklarına yapılan finansman aktarımı ile hem yeni istihdam alanları yaratarak büyümeyi ve kalkınmayı desteklemekte hem de enerji üretiminde maliyeti giderek düşürebilmektedir.

1970 ve 1980’li yıllardaki büyüme kuramları ekoloji sorunları ve doğal kaynak yetersizliklerinin, iktisadi büyüme üzerinde ciddi baskılar yaratabileceğini ve büyümenin yalnızca uzun dönemde değil yakın gelecekte de birtakım sınırlara dayanabileceğini düşünmeyen bir iyimserliği benimsemiş olması nedeniyle büyük ölçüde geçerliliklerini yitirmiştir.’’ (Tezel 1997: 8).

Tam da bu noktada yeni bir kavram olarak ‘‘sürdürülebilirlik’’ olgusu ortaya çıkmıştır.

‘‘Sürdürülebilirlik kavramı; gelecek nesillerin uzun dönemde doğal kaynaklardan sağladıkları toplam fayda düzeyinin devam ettirilmesini, onlara en azından bugünkü refah düzeylerine eşit düzeyde bir refahın miras bırakılması gerektiğini ve dinamik verimliliği ifade etmektedir.’’ (Pezzey 1997: 451; Stavins vd. 2003: 340).

Sürdürülebilirlik ekolojik kökenli bir kavram olmasına karşılık hem ekonomik büyümede hem de ekonomik kalkınmada istikrar için gerekli bir unsurdur. İstikrarlı ve sürdürülebilir büyüme ile kısa dönemli konjonktürel dalgalanmaların mümkün olduğunca az olması kastedilirken, istikrarlı ve sürdürülebilir kalkınma ile doğal çevreye ve kaynaklara zarar vermeden yaratılan dönüşüm ifade edilmektedir

‘‘1972 yılında Meadows ve diğerleri tarafından hazırlanan ‘‘Büyümenin Sınırları’’ adlı raporda dünya nüfusunda, sanayileşmede, hava kirliliğinde ve yenilenemez kaynakların kullanımında var olan büyüme trenleri değişmezse gelecek yüzyıl içerisinde dünyadaki büyümenin sınırlara ulaşacağı ifade edilmiştir. Bu iddialar sürdürülebilir kalkınma anlayışının doğmasında önemli etkilerde bulunmuş ve niceliksel büyümeden daha çok niteliksel kalkınmanın gerekliliği gündeme gelmiştir.’’ (Carruthers 2001: 95).

Bu kapsamda ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma olgusu farklı çevrelerce çok farklı şekillerde tanımlansa da Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun (1987) *‘‘Ortak Geleceğimiz’’* (Brutland Raporu) adlı raporu ile en yaygın ve en kapsamlı tanımına ulaşmıştır. Raporda; *‘‘Sürdürülebilir kalkınma, geleceğin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamayı hedefleyen kalkınma’’* şeklinde tanımlanmıştır.

Nüfus konusuyla ilgili en karamsar bakış açısı Thomas Malthus (1798) tarafından ele alınmıştır. Maltus’un analizine göre; nüfus artışı geometrik olarak ilerlerken, doğal kaynaklar aritmetik olarak ilerlemekte ve bu artış nüfus artışının gerisinde kalmaktadır.

‘‘Malthus analizinde teknik gelişmenin; toprağın, tarımsal üretimin ve ekonomik gelişmenin verimliliği artırdığını göz ardı etse de 1960’lı yıllarda ortaya çıkan ‘‘Yeni Malthusçu’’ akımın öncüleri ve Roma Kulübü’nün ‘‘Büyümenin Sınırları’’ (1972) raporu yine de kaynakların hızla tüketildiğine, nüfusun ise durmadan artarak dünyayı bir yıkıma sürüklediğini ileri sürmüşlerdir.’’ (Keleş ve Hamamcı 2005: 65).

Günümüzdeki bütün Yeni Malthuscu yazarlar, küresel sorunların ana kaynağını insan nüfusundaki artış olarak görmekte ve nüfus kontrolünü de bütün

sorunların çözümü olarak ifade etmektedirler. Bu kapsamda dünyanın ancak iki milyar insanın normal yaşam standardını karşılayabileceğine dikkat çekerek, eğer insanların nüfus patlamasını gelecek yüzyılda kendileri kontrol altına almazlarsa; açlık, hastalık ve kaynak kıtlığının bu kaotik büyümeye mutlak suretle bir son vereceğini iddia etmektedirler. *“Çünkü sınırlı doğal kaynakları olan dünyanın, bu kadar kalabalık insan ihtiyaçlarını karşılaması mümkün değildir.”* (Öztürk 2007: 9).

Nüfustaki artış ulusal refah düzeyi üzerinde negatif bir unsurdur. Nüfustaki hızlı artışlar sağlıksız bir kentleşmeye, besin kıtlığına, salgın hastalıklara, kaynakların baskılanmasına, yoksulluğun çevre sorunlarına, çevre sorunlarının da yoksulluğu doğurduğu bir kısır döngüye neden olmaktadır. Geometrik bir artış sergileyen dünya nüfusu ciddi beslenme sorunlarına yol açarken, kaynaklar üzerindeki talep giderek artmakta; su, yaşanabilir alanlar ve doğal kaynakların kullanım sorunu belirginleşmektedir. *“Bunun tabii sonucu ise kaynakların aşırı tahribatı ve doğal dengelerin bozulması olmaktadır.”* (Jamali 2007: 36).

Nüfus ve çevresel bozulma arasındaki en önemli ilişki; çevresel bozulmanın nüfus büyüklüğü, nüfus içindeki her bir bireyle ilişkili faaliyetler, tüketim ve ilgili çevresel zararların çarpanı olarak hareket etmesidir. Nüfus ve çevre arasındaki ilişkiyi bir denklem olarak ifade etmek mümkündür:

Çevresel tahribatta meydana gelen bozulma; nüfus, kişi başına tüketim ve tüketilen birim başına doğan zarar olan bağımsız değişkenlerdeki her bir faktörün boyutuna ve artış oranına bağlı olarak değişmektedir. Kişi başına tüketimin artmakta olduğu bir ekonomideki çevresel bozulma durağan bir nüfus artışı ve buna bağlı olarak kişi başına tüketim oranlarının fazlaca artmadığı bir ekonomiye kıyasla çok daha yüksek olmaktadır. Çevresel sorunlara en büyük katkının çarpan etkisiyle nüfus artışı olduğunu söylemek mümkün olsa da sadece nüfusun büyümesi çevresel zararın tek başına bir parçası olmamaktadır.

“Bu gerçeği tasvir etmenin en iyi yolu muhtemelen çevre üzerindeki hem refahın hem de teknolojik etkinin en iyi ölçütü olan enerji tüketim istatistikleridir.” (Holdren ve Ehrlich 1974: 288).

“Günümüzde özellikle gelişmekte olan piyasa ekonomilerinde, nüfus ve ekonomik büyümeden kaynaklanan küresel enerji talebi hızla artmaktadır. 20. yüzyılda dünya nüfusu 4 kat, ekonomik çıktı 22 kat, fosil yakıt tüketimi 14 kat artmıştır. 2050 yılına

gelindiğinde bugünden 4 kat daha büyük bir dünya ekonomisine, 9 milyar insanın gıda ve enerji ihtiyacının karşılanması gerekliliğine ve %80 daha fazla enerji tüketimine ulaşılacağı öngörülmektedir.” (OECD 2011:10).

Bu projeksiyonlar dikkate alındığında; özelde Türkiye gibi enerji talebinin büyük kısmını ithal kaynaklardan karşılayan ülkeler ve genelde tüm dünya için artan nüfusun enerji ihtiyacını karşılamada sınırlı fosil yakıtların yeterli olamayacağı endişesiyle yerli ve yenilenebilir enerjilere yönelmek sürdürülebilirlik açısından en ulaşılabilir çözüm olarak görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtların aksine dünyanın her bölgesinde ulaşılabilir olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Dünya fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi sebebiyle ortaya çıkan alternatif kaynak arayışları enerji üretim maliyetlerinin de daha düşük seviyelere indirilmesi kaygısını beraberinde getirmiştir

Enerji arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve bu kaynakların etkin bir şekilde kullanılması hem sürdürülebilirliğin hem de enerji arzında maliyetlerin düşürülmesinin anahtar unsurları olarak görülmektedir. Kaynak çeşitliliği yalnızca kaynak tipinde değil aynı zamanda ithal edilen kaynağın sağlandığı ülkelerin de çeşitlilik göstermesini ifade etmektedir.

“Bu kapsamda, dışa bağımlılığın yol açtığı risklerin azaltılması ve yerli enerji kaynakların ön plana çıkarılması ülke ekonomileri açısından stratejik önem taşımaktadır.” (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETKB] 2015-2019 Stratejik Planı: 35).

Enerji talebinin giderek arttığı ve gelecekte de artacağı senaryoları dikkate alındığında; üretici ve tüketici tarafında bulunan tüm ülkeler için enerji talebinin hangi yolla ve hangi şekilde temin edileceği önem taşımaktadır. Bu unsurlar enerji güvenliği kavramını ortaya çıkarmaktadır.

“Enerji güvenliği, en temel haliyle ülkelerin ihtiyaç duyduğu enerji kaynaklarının kesinti olmadan ve güven içerisinde, istenilen yere zamanında ulaştırılmasını ifade etmektedir.” (Selçuk 2010: 32)

Bu nedenle ülkeler enerjiye sürekli olarak ve düşük maliyetle ulaşabilmek için rekabet içerisine girmektedir.

“Sürdürülebilir kalkınma uzun vadede düşük maliyetle ve olumsuz toplumsal etkilere neden olmadan sürdürülebilir bir enerji kaynağı arzını gerektirmektedir.” (Dinçer

2000: 171). “Bu kapsamda mutlak çözüm yenilenebilir enerji kaynakları olarak görülse de yenilenebilir enerji kaynaklarının ilk kurulum maliyetleri oldukça yüksektir.” (Spellman 2014: 4).

“Yenilenebilir enerji kaynaklarının geleneksel kaynaklarla karşılaştırıldığında finansman maliyetlerinin yüksek olmasının arkasında üç temel neden bulunmaktadır.” (Berry ve Jaccard 2001: 264):

- Geleneksel enerji kaynaklarına verilen sübvansiyonlar (teşvikler)
- Geleneksel enerji kaynaklarının finansal maliyetine kirlilik maliyetlerinin dâhil edilmemesi (Dışsallıklar).

Yenilenebilir kaynakların çoğunlukla yeni ve yüksek maliyet gerektiren teknolojilerle ilişkilendirilmesi, zaman içerisinde ölçek ekonomisi ve bilgi ekonomisinin yaygınlaşmasıyla maliyetlerin görece olarak düşeceği dikkate alınmaması.” (Berry ve Jaccard 2001: 265)

Fosil yakıtların fiyat riski çeşitlendirilememekte ve bu kaynakların fiyatlarındaki dalgalanmalar üretim maliyetlerinin yanında ek bir maliyet unsuru oluşturmaktadır. Fosil yakıt fiyatlarındaki oynaklık, diğer riskli emtia fiyatlarına kıyasla milli gelir üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Tek bir %10' luk petrol fiyat artışı, Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency-IEA) üye ülkelerinde yüzlerce milyar ABD doları aralığında ekonomik kayıplar yaratabilir. “Oysa yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri neredeyse tamamen başlangıç sermaye harcamaları olup yıllık işletme maliyetleri küçüktür.” (Awerbuch 2003: 3).

Fosil yakıtlar yenilenebilir teknolojilerin büyük bir kısmına kıyasla mutlak bir maliyet avantajı sergilemekte olsa da fosil yakıtların yakılmasının neden olduğu maliyetlerin elde edilen çıktı fiyatları ile içselleştirilmesi durumunda yenilenebilir enerji teknolojilerinin fosil yakıtlarla mali açıdan rekabet edebilir konuma geleceği öngörülmektedir.

“Birim üretim maliyetlerini azaltacak unsurlar teknik ilerleme ile ölçek ekonomilerinin birleşmesi ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesini kısıtlayan piyasa başarısızlıklarının ortadan kaldırılması yoluyla gerçekleştirilebilir.” (Owen 2006: 642).

Küresel düzeyde artan enerji talebinin sınırlı ve tüm ülkelerde aynı oranda bulunmayan fosil yakıtlardan karşılanması ülkeleri enerji arz güvenliği problemi ile karşı karşıya bırakmakta ve bu durum ülkelerin dışa bağımlılıklarını artırmaktadır.

Enerjide dış kaynaklara bağımlılığın azaltılması ve fosil kaynakların miktarında meydana gelecek bir azalma ya da tükenmenin önüne geçilmesi ancak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ile mümkün olmaktadır.

‘‘Bu kapsamda ortaya çıkan enerji erişiminin, azaltılmış hava kirliliğinin, yakıt yoksulluğunun, istihdam artışının ve endüstriyel rekabet gücünün artırılması dâhil olmak üzere çeşitli enerji hedeflerine ulaşmak için enerji verimliliğinin öncelikli olduğu düşünülmektedir.’’ (Ren21 2017: 149).

Enerji verimliliği, ürün ve hizmet oluşumu için gerekli enerji miktarını azaltma çabalarının tümü olarak ele alınmaktadır. Yani enerji verimliliği, enerji tüketimindeki artışı yönetmenin ve kısıtlamanın bir yoludur. Yenilenebilir enerji kaynakları büyük ölçüde yerli enerji kaynaklarıdır ve ithal yakıtların yerini aldığı anda, ulusal enerji güvenliğine daha fazla katkıda bulunur ve birçok ithalatçı ülkedeki gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) oranının oldukça yüksek bir yüzdesini temsil eden ve genellikle ticaret açığına katkıda bulunan ithalat faturalarını doğrudan azaltır. Dahası, enerji arzında yenilenebilir kaynakların kullanılması, dolaylı olarak petrol ve doğalgaz fiyatları üzerinde baskı oluşturabilir ve fiyat volatilitelerini azaltabilir. *‘‘Elektrik sektöründe ise bu sektörde petrol kullanımı sınırlı olduğu için, yenilenebilir enerji kaynakları gaz ve kömür ithalatı ihtiyacını azaltabilmektedir.’’ (Öztürk 2013: 310).*

‘‘Yenilenebilir kaynak üretimi fosil yakıtların tamamen yerini almasa dahi ithalat bağımlılığını azaltabilme olanağı için en etkili araçtır.’’ (Unbehau 2017: 3). Küresel ölçekte mevcut enerji kaynaklarının bölüşümü konusunda ortaya çıkan dengesizlik enerji bağımlılığı sorununu derinleştirmektedir. Bu noktada bağımlılığın artmasındaki temel neden aslında ülkelerin gelişmişlik seviyesi değil sahip oldukları enerji kaynak rezervinin miktarı olmaktadır. Enerji üretiminde fosil yakıtlara olan bağımlılığın bu kadar yüksek olmasının arkasında haklı sebepler bulunmaktadır. İlk olarak, fosil yakıtlara dünyanın her bölgesinde bir formda veya başka bir şekilde erişilebilmektedirler. İkinci olarak, insanoğlu ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşılayabilmek için yıllar boyunca fosil yakıtları verimli ve nispeten temiz bir şekilde sömürmeyi öğrenmiştir. Son olarak ise, enerjinin bir yerden bir yere nakliye edilmesi gerektiğinde fosil yakıtlar bu amaç için oldukça elverişlidirler.

‘Fosil yakıtlar taşınabilirler, çok fazla kimyasal enerji depolarlar, yanma için ihtiyaç duydukları oksijen havada her yerde bulunur ve bir formdan bir forma kolaylıkla dönüştürülebilirler.’ (Fulkerson vd. 1990: 129).

Ancak avantaj olarak görünen bu unsurlar yalnızca coğrafi ve jeopolitik konumu gereği gezegende sınırlı rezervde bulunan fosil yakıtlara sahip ülkelerde gerçekleşmekte, diğer ülkeler hem fosil yakıtların neden olduğu iklim değişikliği, küresel ısınma gibi negatif çevresel dışsallıklara maruz kalmakta, hem de ekonomik yönden büyük oranda dışa bağımlılık ve döviz kaybına bağlı olarak ödeme dengesi açıklarının daha da derinleşmesi problemiyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu kapsamda temiz, yerel, sürdürülebilir, sınırsız ve verimli enerji olarak çıkış yolu yine yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzındaki payının artırılması olarak görülmektedir.

Artan enerji kullanımıyla birlikte enerjinin doğal yaşam ve çevre üzerinde yarattığı baskılar daha da belirginleşmektedir. Üretimden tüketime kadar gerekli olan bütün enerjinin yoğun olarak karbon temelli fosil yakıtlardan karşılanması çevresel tahribatın geri dönülemez noktaya yaklaştığı endişelerini gündeme getirmektedir. Çünkü küresel alanda, fosil yakıtların sera gazı emisyonlarının artmasına neden olarak küresel ısınma ve iklim değişikliklerine yol açtığı ve enerji kullanımının çevresel tahribattan ayrıklaştırılmıyor olduğu görüşü genel kabul görmeye başlamıştır. Bu bağlamda söz konusu bu ekolojik problemlerin ortadan kaldırılması için çevre ile çatışmayan, temelini yoğunluğu karbon temelli yakıt hücrelerinin oluşturmadığı ve doğal yaşam dengesini gözetken kaynaklar olarak dikkatler yine yenilenebilir enerji kaynaklarına çevrilmektedir.

1.6. YENİLENEBİLİR ENERJİ PERFORMANSINA GENEL BİR BAKIŞ

Küresel iklim değişikliğinin büyük ölçüde ulaşım ve elektrik enerjisi kaynaklı olmasının belirlenmesinin ardından fosil kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara geçiş süreci hız kazanmıştır. Bunda fosil kaynakların tükenme eğiliminde olması ve yenilenebilir enerji teknolojilerindeki maliyetlerin düşüşü etkili olmuştur.

‘Enerjiyi daha etkin ve verimli kullanmaya yönelik eğilimler, yenilenebilir enerji maliyetlerinin belirgin bir şekilde düşmeye başlaması ve elektrifikasyon oranlarında

meydana gelen artışlar küresel enerji sisteminin yönünü değiştirmiştir.'' (Ulusaler 2018: 139).

Bu kapsamda dünya enerji yapısı büyük ve köklü bir değişim sürecine girmiştir. Bir yandan yenilenebilir kaynaklar aracılığıyla elektrik üretiminin maliyeti düşerken bir yandan da yatırım maliyetleri fosil yakıtlara dayalı üretim tesisleri maliyetlerine yaklaşmaktadır.

''Bu değişim daha temiz bir üretim yapmak, sera gazı salınımını sınırlamak hatta azaltma olanağı sunmaktayken arz güvenliğini sağlamak için de yeni fırsatlar yaratmaktadır.'' (Dilli 2018: 103).

1970'li yıllarda meydana gelen petrol krizlerinin ardından ülkeler enerji kompozisyonlarını değiştirmeye yönelmişlerdir. Özellikle dünya çapında enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerde enerji arz kaynaklarını çeşitlendirmek ve enerjinin sürdürülebilir olmasına dayalı politikalar büyük önem kazanmıştır.

Tablo 1'de gösterilen dünya genelinde toplam birincil enerji arzı içerisinde enerji kaynaklarının paylarına bakıldığında dönemler itibarıyla genel olarak hâkim olan enerji kaynaklarının sırasıyla petrol, kömür ve doğalgaz olduğu gözlemlenmektedir. Burada küresel enerji arzında enerji kaynaklarının paylarının %80 gibi büyük bir oranının tükenbilir yapıdaki hidrokarbon kaynaklarından sağlandığı dikkat çekmektedir. 2001 yılında enerji üretiminde en büyük pay %79,6 oranla fosil yakıtlardan sağlanmaktayken, geriye kalan %20'lik pay nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. 2016 yılına gelindiğinde enerji üretiminde yine sırasıyla petrol, kömür ve doğalgaz %81,1 ile en büyük paya sahip olurken, geri kalan %18,6'lık pay nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır.

Bu kapsamda yıllar itibarıyla 2016 yılına kadar geçen sürede dünya enerji kompozisyonunda çok büyük bir değişim yaşanmamakla birlikte, fosil yakıtlar yine egemen enerji kaynağı rolünü korumakta, nükleer enerjinin payı düşmekte, yenilenebilir enerjini payı ise hedeflenen politikaların aksine çok yavaş bir artış göstererek neredeyse aynı eğilimde seyretmektedir.

Tablo 1. Dünya Toplam Birincil Enerji Arzında Temel Enerji Kaynaklarının Payları (%)

Dönem	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Nükleer	Yenilenebilir	Diğer
2001	23,4	35,0	21,2	6,9	13,5	0,0
2002	23,5	34,9	21,2	6,8	13,4	0,2
2003	24,4	34,4	21,2	6,5	13,3	0,2
2004	25,1	34,3	20,9	6,5	13,1	0,2
2005	25,3	35,0	20,6	6,3	12,7	0,2
2006	26,0	34,3	20,5	6,2	12,7	0,2
2007	26,4	34,0	20,9	5,9	12,4	0,4
2008	27,0	33,1	21,1	5,8	12,8	0,2
2009	27,1	32,9	20,9	5,8	13,1	0,2
2010	27,3	32,2	21,6	5,6	13,0	0,3
2011	28,8	31,5	21,3	5,1	13,0	0,3
2012	30,6	27,7	22,4	5,1	13,2	0,4
2013	30,5	27,3	22,6	5,0	13,5	0,4
2014	28,5	31,3	21,2	4,8	13,8	0,3
2015	28,1	31,8	21,6	4,9	13,4	0,3
2016	27,2	31,9	22,1	4,9	13,7	0,3

Kaynak: REN21, 2017.

Bu noktada dünya enerji üretiminde artan öneme sahip yenilenebilir enerjinin kaynak bazında nasıl dağılım gösterdiği de önem taşımaktadır. Çünkü mevcut kurulu gücün modern yenilenebilir enerji çeşitleri olarak tanımlanan güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal, biyokütle ve dalga enerjisi olmak üzere yoğun olarak hangi kaynaktan elde edildiği enerji politikalarının oluşturulması ve yönetilmesi açısından belirleyici bir unsur olmaktadır.

Dünya toplam enerji arzında ortalama %12-13 dolaylarında katkısı bulunan yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en yüksek paya Tablo 4'ten görüldüğü gibi biyokütle ve atıklar sahip olmaktadır. Burada biyokütle; geleneksel atıkları, katı ve sıvı biyoyakıtları ve biyogazları kapsamaktadır. Modern yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel enerji arzındaki paylarına bakıldığında ise hidrolik enerjinin her dönemde en üst sıralarda yer aldığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan yıllar itibarıyla güneş, rüzgâr, hidrolik ve jeotermal enerji kaynaklarının her birinden birincil enerji

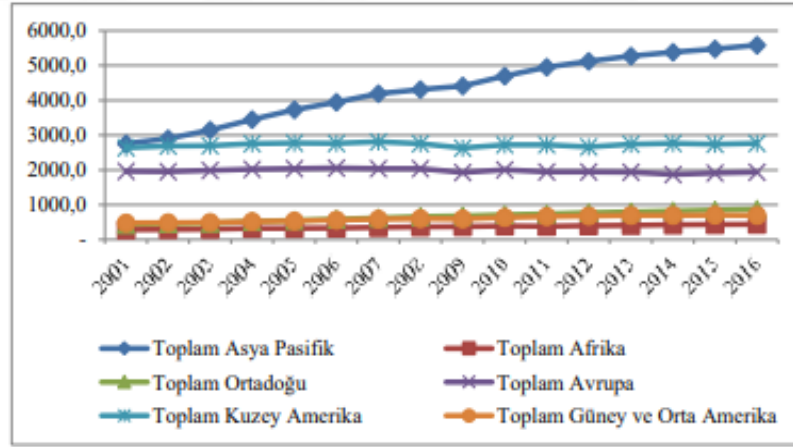
üretimi artmaktayken; odun, hayvan ve bitki artığından elde edilen biyokütle üretiminin azalmakta olduğu da dikkat çekmektedir.

Dünya enerji talebinin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önemin hızla artmasıyla birlikte bu kaynakların üretim, tüketim ve yatırımlarında belirgin değişimler gözlemlenmektedir. Şekil 4'ten görüldüğü gibi birincil enerji kaynakları tüketimi; 2001 yılında 9.461 milyon ton petrol eşdeğeri (mtoe) iken 2016 yılına gelindiğinde % 29 artış göstererek 13.258 mtoe olarak gerçekleşmiş, birincil enerji kaynakları üretimi ise 2001 yılında 10.038 mtoe iken 2016 yılına gelindiğinde % 27 oranında artarak 13.761 mtoe'ye ulaşmıştır. Yani dünya toplam birincil enerji tüketim artış hızı üretim artış hızından daha yüksek gerçekleşmesine rağmen her dönemde dünya birincil enerji üretimi birincil enerji tüketimini karşılamış ve hatta arz talebin üzerinde seyretmiştir. Birincil enerji üretiminin % 13'ünü karşılayan yenilenebilir enerji kaynakları üretimi ise 2001 yılında 1.351 mtoe iken 2016 yılında % 28 oranında artarak 1.881 mtoe'ye ulaşmış, yenilenebilir enerji tüketimi ise aynı dönemde 594 mtoe'den % 55 düzeyinde artarak 1.330 mtoe'ye ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları tüketimindeki bu yüksek artışa rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerjinin büyük bir kısmı tüketilememektedir. Uluslararası Enerji Ajansı Renewables Information (2018) raporunda bunun temel nedeninin; enerjinin üretimi ve sonrasında aşamalarda ortaya çıkan transferlerden, elektrik tesislerinden, istatistikî farklılardan, kayıplardan ve enerji endüstrisinin kendi kullanımlarından kaynaklandığı belirtilmektedir.

Dünya birincil enerji tüketiminin bölgesel dağılımına bakıldığında ise Şekil 5'te yer verildiği gibi 2001-2016 döneminde genel olarak birincil enerji tüketimi en yüksek olan bölgeler sırasıyla Asya Pasifik, Kuzey Amerika ve Avrupa bölgeleriyken; en düşük bölgeler Ortadoğu, Güney ve Orta Amerika ile Afrika bölgeleri olmaktadır. Dünya birincil enerji tüketimine en büyük katkıyı yapan Asya Pasifik bölgesi 2001-2016 aralığında % 50 oran ile tüketimini en çok artıran bölge olmuştur. Dünya birincil enerji tüketiminde en düşük üç bölgeden biri olan Ortadoğu bölgesi de Asya Pasifik bölgesi gibi söz konusu dönemde % 50 artış göstermiş, bunu sırasıyla % 35 ve % 31 oranında artış ile Afrika ile Güney ve Orta Amerika bölgeleri izlemiştir. En düşük artış oranı % 4 ile Kuzey Amerika'da gerçekleşirken, Avrupa bölgesi diğer bölgelerin aksine birincil enerji tüketimini % 1,2 oranında azaltmıştır. Dünya birincil enerji

tüketiminin en yüksek olduğu üç bölgeden ilki olan Asya bölgesinin birincil enerji tüketiminin bu denli yükselişte olmasında en büyük pay Çin'e aitken bunu Hindistan ve Japonya izlemekte, ikinci bölge olan Kuzey Amerika Bölgesinde en büyük pay Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ne ait olmakta ve son olarak üçüncü bölge olan Avrupa bölgesine en büyük katkı ise Almanya'dan gelirken, bunu Fransa izlemektedir.

Şekil 4. Birincil Enerji Tüketiminin Bölgelere Göre Değişimi



Kaynak: Birincil Enerji Tüketiminin Bölgelere Göre Değişimi REN21, 2017: syf,26

Hidroelektrik dışarıda tutulduğunda sınırlı seviyelerde olan dünya yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi ve üretimi miktar olarak artış gösterse de bu artış yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam birincil enerji arz ve talebi içerisindeki payının çok küçük kalmasını engelleyememiştir. Oysa yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli dünya enerji talebini fazlasıyla karşılayacak düzeydedir. Bu potansiyel enerji arz piyasalarındaki çeşitliliğin artırılması, enerji arzının sürdürülebilirliği ve üretimin yerel ekipmanlarla sağlanması açısından büyük fırsat sunmaktadır. ‘*Dolayısıyla bu kaynaklara yatırım için kamu politikalarının desteğine ihtiyaç vardır.*’ (Reddy ve Painuly 2004: 1446).” Bu nedenle 2016 yılı itibarıyla hemen hemen bütün ülkeler uyguladıkları politikalarla yenilenebilir enerjinin gelişimini ve dağıtımını desteklemekte ve böylece bu alanlara yapılan yatırımların artmasını sağlamaktadırlar (REN21 2017: 26).

Tablo 2. Dünyada Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yapılan Yatırımlar (Milyar Dolar)

Dönem	Güneş Enerjisi	Rüzgar Enerjisi	Biyo Enerji	Hidro Elektrik	Biyo Yakıtlar	Jeotermal Enerji	Okyanus Enerjisi	Toplam Yatırım
2004	12,0	17,9	7,4	2,6	3,9	1,2	0,0	45,1
2005	16,3	29,1	9,6	7,2	9,6	1,0	0,1	72,9
2006	21,9	39,7	12,8	7,5	28,6	1,4	0,8	112,7
2007	38,9	61,1	23,0	6,4	27,4	1,7	8,0	159,3
2008	61,3	74,8	17,5	7,6	18,4	1,7	0,2	181,4
2009	64,0	79,7	15,0	6,2	10,2	2,8	0,3	178,3
2010	103,6	101,6	16,6	8,1	10,5	2,9	0,2	243,6
2011	154,9	84,2	19,9	7,5	10,6	3,9	0,2	281,2
2012	140,6	84,4	14,9	6,4	7,2	1,6	0,3	255,5
2013	119,1	89,0	12,4	5,6	5,2	2,9	0,2	234,4
2014	143,9	108,5	10,8	6,4	5,3	2,9	0,3	278,2
2015	171,7	124,2	6,7	3,5	3,5	2,3	0,2	312,2
2016	113,7	112,5	6,8	3,5	2,2	2,7	0,2	241,6

Kaynak: REN21 2017.

Tablo 2’te yenilenebilir enerji ve yakıtlara yönelik küresel yeni yatırımlar (yalnızca 50 MW’tan küçük hidroelektrik projeler dâhil olmak üzere) 2004 yılında 45 milyar dolar iken 2016 yılında % 80 dolaylarında artış göstererek 241 milyar dolar düzeyine ulaşmıştır. Burada ele alınan her dönemde güneş ve rüzgâr teknolojilerine yapılan yatırımların arttığı ve yenilenebilir enerji kapasitesine en büyük katkıyı yapan bu iki enerji kaynağına yapılan yatırımların toplamının toplam yatırımların % 93’üne denk geldiği gözlemlenmektedir. Ancak tabloda birincil enerji arzında yoğun olarak kullanılan biyokütle ve atıklara yapılan yatırımların ise belirgin bir şekilde düşmekte olduğu dikkat çekmektedir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının bölgesel dağılımı incelendiğinde; gelişmekte olan ülkelerin ilk kez 2015 yılında gelişmiş ülkeleri geride bırakarak daha fazla temiz enerji yatırımı gerçekleştirdiği gözlemlenmiş ancak 2016 yılında gelişmiş ülkeler yeniden öncü olmaya devam etmiştir. 2016 yılında gelişmekte olan ülkelerdeki yatırımlar % 30 oranında azalarak 116,6 milyar dolara, gelişmiş ülkelerde ise % 14’lük düşüşle 125 milyar ABD dolarına gerilemiştir.

''2016 yılında; Çin tüm yenilenebilir enerji finansmanının % 32'sini oluştururken, bunu % 25 ile Avrupa, % 19 ile ABD ve % 11 ile Asya-Okyanusya (Çin ve Hindistan hariç) ve her biri % 3 oranında olmak üzere Amerika (Brezilya ve ABD hariç), Brezilya, Orta Doğu ve Afrika izlemektedir.'' (REN21 2017: 24).

1.7. YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI VE HEDEFLER

Çevresel baskılar, dışa bağımlılık ve maliyet açısından pek çok yönüyle avantajlı konumda bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının hayata geçirilebilmesi büyük ölçüde enerji politikalarının oluşturulmasına, bu politikaların niteliğine, bağlayıcılığına ve uygulanabilirliğine bağlı olmaktadır. Bu görüşü benimseyen ülkeler öncelikle aldıkları destekler ve kendilerine belirledikleri ulusal hedeflerle yenilebilir enerjiyi teşvik eden politikalar oluşturmaktadırlar. Bu kapsamda politika tipi olarak ekonomik araçlar, bilgi ve eğitim, politika destek mekanizmaları, düzenleyici araçlar, araştırma-geliştirme ve dağıtım ya da gönüllü yaklaşımları benimseyen, politika hedefi olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını ayrı ayrı ya da bir bütün olarak ele alan, ulusal düzeyde oluşturulan ve yürürlükte yenilenebilir enerjiye yönelik resmi hükümet politikası bulunan ülkelere ve bu politikaların resmi olarak hangi yıl belirlendiğine Tablo 3'te yer verilmektedir.

Tablo 3. Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Resmi Ulusal Politika Belirleyen Ülkeler

Yıl	Ülke
1977	ABD
1980	İsrail
1993	Kore
1994	Guyana
1996	Botswana
2000	Tanzanya, Ukrayna
2001	AB, İtalya, Macaristan
2002	Birleşik Krallık, Uganda
2003	Peru
2005	Kanada, Tunus
2006	Çin, Malezya, Kenya, İsveç, Lüksemburg, Jamaika, Endonezya, Portekiz
2007	Senegal, İzlanda, Türkiye
2008	Brezilya, İspanya, Kolombiya, Madagaskar, Hindistan, Meksika, Mısır
2009	Kuveyt, Polonya, Danimarka, Güney Afrika, Tayland, Slovakya
2010	Uruguay, Yemen, Japonya, Fas, Norveç, Bulgaristan, Gana
2011	Litvanya, Ermenistan, İran, Fransa, Hollanda, Belarus, Nijerya
2012	Avusturya, Etiyopya, Malta, Endonezya
2013	Tanzanya, Venezuela, Libya, Paraguay
2014	Meksika, İrlanda
2017	Mauritius
2018	İsviçre

Kaynak: Türköz, 2020.

Tablodan gözlemlendiği gibi bu alanda politika belirleyen ilk ülke ABD (1977) olmuştur. OPEC üyesi ülkeler tarafından petrol fiyatlarının yükselmesi ve uygulanan ambargolar üzerine 1977 yılında ABD Enerji Bakanlığı ve Federal Enerji Düzenleme Komisyonu kurularak ilk enerji politikaları oluşturulmuştur. “Ulusal Enerji Yasası” olarak kabul edilen bu politikalarda; enerji tasarrufu sağlanmasına yönelik uygulamalara kredi ve hibe verilmesi, yeni santraller için birincil yakıt olarak doğalgaz ve petrolün hariç tutulması, özellikle yenilenebilir enerji üreticilerinin ürettiği elektriğe ve konutlarda güneş enerjisinin kullanımına yönelinmesinin önemi gibi unsurlara yer verilmiştir. “*Ancak bu politika girişimleri fikir birliği oluşturulamaması*

ve politik maliyetler gibi nedenlerden dolayı başarılı olamamıştır (Heiman ve Solomon 2004: 95).”

ABD’den sonra OECD, OECD üyesi olmayan, IEA’ya üye ülkeler ve AB ülkelerinin de birçoğu yenilenebilir enerji teknolojilerini teşvik eden ulusal politikalar benimsemişlerdir. Bunlar içerisinde AB yenilenebilir enerji alanındaki düzenlemeleriyle ön plana çıkmaktadır. Bu çerçevede AB’de ilk adım 2001 yılında oluşturulan;

“Elektrik İç Pazarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimini Geliştirilmesine ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifidir. Bu direktife üye olan ülkelere elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması için hedef ve bu hedefleri gerçekleştirmeye yönelik araçlar belirlemeleri gerektiği ifade edilmiştir.” (European Commission 2001: 34).

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından 2003 yılında çıkarılan bir diğer uygulama “Biyoyakıtların ve Diğer Yenilenebilir Yakıtların Ulaştırma Sektöründeki Kullanımının Teşviki” ile ilgilidir.

“Bu direktife göre; üye ülkelerin 2005 yılında pazarlarındaki tüm yakıtların % 2’sini biyoyakıtlar oluşturmalı, 2010 yılında ise bu oran % 5,75’e çıkarılmalıdır.” (European Commission 2003: 44).

2009 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından “Yenilenebilir Kaynaklardan Enerji Kullanımının Teşvik Edilmesi ve 2001 ila 2003 Sayılı Direktiflerin Değiştirilmesi ve Yürürlükten Kaldırılması” Direktifinde ise 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kullanımında ulaşılması hedeflenen miktarlar belirtilmiştir. Bu kapsamda birlik içerisindeki ülkelerin kendi ulusal hedefini belirlemesi koşuluyla toplam enerji arzının % 20 oranında yenilenebilir kaynaklardan gerçekleştirilmesi, enerji verimliliğinde % 20 oranında artış sağlanması ve ulaştırma sektöründe kullanılan enerjinin % 10 oranında yenilenebilir kaynaklardan sağlanması hedeflenmiştir (European Commission 2009: 17). 2020 hedeflerinden sonra 2014 yılında “2030 yılı için Enerji ve İklim Hedefleri” uzlaşısında birlik içerisinde tüketilen enerjide yenilenebilir enerjinin payının en az %27 olacak şekilde belirlenmesi gerektiği kabul edilmiştir. Bu çerçevede geliştirilen;

“Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu” başlıklı 2016 yılı kararlarında AB’nin yenilenebilir enerji alanında daha iddialı ve öncü olması gerektiği belirtilmiş ve 2018

yılındaki Avrupa Parlamentosu ve Konseyi bu oranı % 32'ye çıkararak bağlayıcı bir hedef oluşturmuştur. Bu direktifle birlikte ayrıca komisyona, bu hedefin yenilenebilir enerji üretiminde önemli bir maliyet düşüşü, Birliğin uluslararası dekarbonizasyon taahhütleri veya Birlik'te enerji tüketiminde önemli bir düşüş olması durumunda, yukarı doğru revize edilmesi gerekip gerekmediğini de değerlendirmesi yükümlülüğü verilmiştir.” (European Commission 2018a: 83).

Bazı ülkeler toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını belli bir düzeye çıkarmayı, bazıları ise birincil enerji kullanımı içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmayı hedeflemişlerdir.

Uluslararası Enerji Ajansı kaynaklarına göre yenilenebilir enerji politikası belirleyen ülkelerden Brezilya'nın, Danimarka'nın, Yunanistan'ın, İsviçre'nin ve toplu olarak ele alındığında Avrupa Birliği'nin hedeflerine çok yaklaştığı gözlemlenmektedir. İtalya 2015 yılı itibarıyla 2020 hedefini tutturmuşken; Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Macaristan, Kore ve İsveç gibi ülkeler ise 2015 yılı itibarıyla 2020 hedeflerini aşmış bulunmaktadır. 2020 hedefine çok yaklaşan Danimarka ve bu hedefini aşan İsveç'in sırasıyla 2050 ve 2040 yılı hedeflerini toplam ve birincil enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payını % 100'e çıkaracak şekilde belirlemeleri, bu ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarını birincil enerji konumuna taşımak istediklerini göstermektedir. Diğer taraftan dünya toplam birincil enerji tüketiminde büyük payı olan Çin de 2020 ve 2030 yılı için belirlediği kesin hedeflerine ulaşmak amacıyla özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi üzerindeki kapasitelerini artırmaya odaklanmaktadır. Böylelikle genel olarak değerlendirildiğinde; yenilebilir enerjinin gelişimini teşvik eden ulusal politikaları, planları ve hedefleri benimseyen ülkelerin ya bu hedeflere ulaşma yolunda hızla ilerledikleri ya da söz konusu hedeflerine ulaşmış oldukları gözlemlenmektedir. Bu durum doğru ve zamanında belirlenmiş enerji politikalarının enerjinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşıdığına işaret etmektedir.

BÖLÜM II

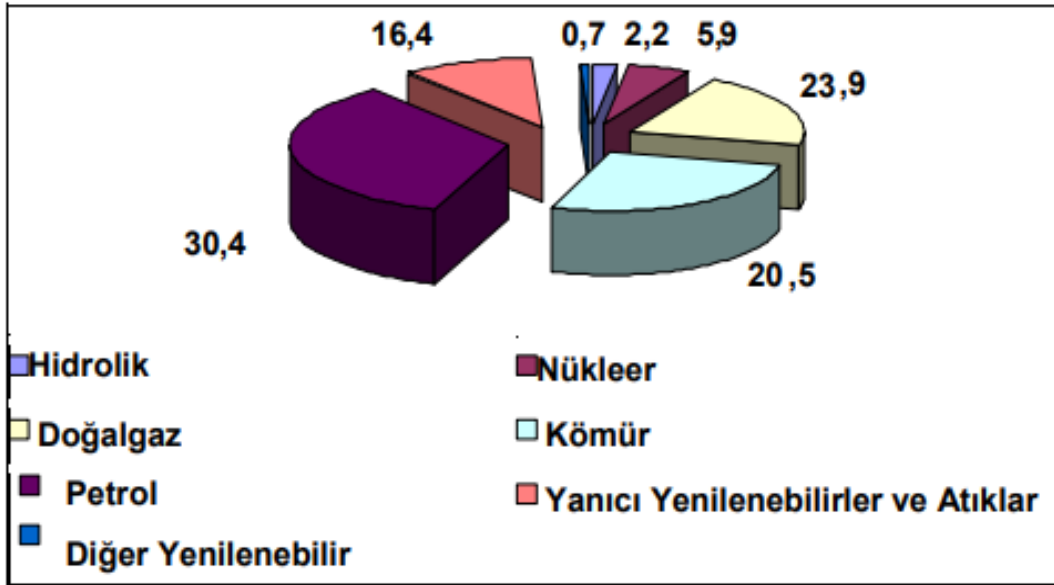
TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ

KULLANIM ALANLARI

2.1. DÜNYA

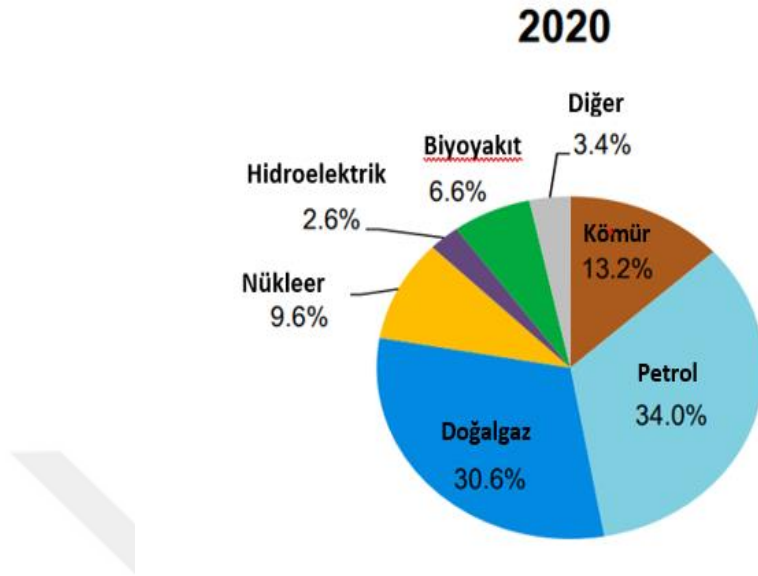
Yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerjinin istek ve üretim dengesinde yükseliş olmasının sebeplerinden biri de farkındalığı yüksek hükümetlerin ve birtakım şirketlerin izlediği ulusal ve yerel tutumlarını değiştirmemeleri olmuştur. IEA'nın 2019 yılındaki raporlarına göre yenilenebilir enerjinin tüketimi 2006 ve 2025 yıllarında yüzde 3 civarında yükselecektir.

Şekil 5. Dünya Birincil Enerji Arzı



Kaynak: IEA-International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2009: 6

Şekil 6. 2021 Dünya Birincil Enerji Arzı



Kaynak: IEA World Energy Balances, 2021.syf.7

Bazı yenilenebilir enerjilerin yanıcı özelliği bulunmaktadır. Biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi ve atıklardan oluşan enerjiler bunlar arasındadır. Bu enerjiler tüketimin toplamda yüzde 10'unu oluşturmaktadır. Jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjileri ise; dünyada harcanan tüketiminin yüzde 0,7'sini oluşturmaktadır. Birincil enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin çoğu Uluslararası Enerji Ajansı'nın raporlarına göre, elektrik üretimine yönelik değerlendirilmiştir. Dünya'daysa; çoğu konutlarda, kamu ve ticarete kullanılır. Elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerjini yüzde 24,4'ken, konut ve ticari kamu sektörlerindeyse yüzde 52,3' dür. Bunun gerçekleşebilmesi için birincil enerji kaynaklarının yüzde 25'inden çoğu ulaşımda kullanılmaktadır. *“Yenilenebilir enerji sistemleriyle üretilmiş olan elektrik enerjisinin çoğu ulaşım sistemiyle karşılanabilir.”* (Evans 2007: 168).

2.1.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik güç mali ve teknik bakımdan enerji üretimine uygundur. Hidrolik gücün devamlı olması, başka ülkelere bağımlı olunmaması ve güvenilirliği sebebiyle uzun seneler boyunca seçilen yenilenebilir bir enerji çeşidi olmasına imkân vermiştir.

Barajlardaki suyun kontrollü biçimde aşağıya düşürülüp türbinleri döndürmesiyle meydana gelen hidroelektrik santralleri büyük, küçük, mini ve mikro

şeklinde gruplara ayrılmaktadır. ‘‘Büyük santraller ulusal şebekeleri, mini ve mikro ölçekli santrallerse; enerjinin ulaşamadığı bölgelerde kullanılır.’’(IEA and OECD 2009: 71). Hidroelektrik enerji santralleri kirlilik ve sera etkisine sebebiyet veren yayınımları meydana getirdiklerinin yanı sıra çevre için de temizlerdir. Öte yandan hidroelektrik santraller sulama amacıyla da kullanılmakta ve suyu iyileştirmektedirler.

‘‘Yağışlar ile göl ve denizlere varan su oranı senelik 117,000 km³’ dir. Kullanılabilen yalnızca 8,000 km³’ dir. Türkiye Çevre Vakfı’nın 2014 yayınına göre, brüt hidroelektrik potansiyelinin 40,000 TW/yıl olması bu oranın 8,000 TW/yıl olan bölümünün maddi bakımdan değerlendirmesini gerekli kılmaktadır.’’ (Ural 2014: 187).

En fazla hidroelektrik üretimi bulunan ilk on devletin toplamı, dünya hidroelektrik üretiminin yüzde 70’idir. En başta, Çin’de 5327 büyük baraj vardır. Bu da HES potansiyelinin yüzde 23’üdür. Çin’in hedefiyse; 2020 senesine dek gücünü yüzde 50 yükselterek 300.000 MW’a yükseltilmesidir. Brezilya’ysa; teknik potansiyelinin yalnızca yüzde 25’ini kullansa da elektrik enerjisinin yüzde 83,9’unu hidroelektrikten gidermektedir. 2013 raporlarına göre Türkiye 80.174 GWh/yıl ortalama üretim ile dünya sırasında 14.’dür. Hidroelektrik enerji potansiyeli kıtalara göre aşağıdaki ilk tabloda, dünyada hidroelektrik enerji üretiminde söz sahibi olan devletlerin sektörde gelişim durumlarıysa 2. sıradaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4. Dünya’nın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli / 2013

Bölge	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/YIL)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/YIL)	Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/YIL)
Afrika	4.000	1.665	1.000
Asya	19.000	6.800	3.600
Avustralya	300	270	105
Avrupa	3.150	1.225	800
Orta Amerika	6.000	1.500	1.100
Güney Amerika	7.400	2.600	2.300
Dünya	40.150	14.060	8.905
Türkiye	433	216	160
Türkiye/Dünya	1.08	1.54	1.80

Kaynak: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya, Kasım, 2015 kongre kitabı

Tablo 5. Hidroelektrik Enerjinin Dünyadaki Durumu 2013

Ülke	Kurulu Gücü (GW)	Üretimi (TWh)	Dünya Üretimi İçindeki Payı (%)	Yerli Elektrik Üretiminde Hidroelektriğin Payı (%)
Çin	212	722	19.8	14.8
ABD	79	328	9.4	7.4
Brezilya	79	430	12.3	80.6
Kanada	75	377	10.8	59.0
Japonya	28	85	2.4	8.0
Rusya	47	165	4.7	15.7
Hindistan	42	132	3.8	12.4
Norveç	30	122	3.5	95.2
Türkiye	17	52	1.5	22.8
Toplam	609	2.413	62.2	

Kaynak: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya, Kasım, 2015 kongre kitabı.

“Enerji Bilgi Yönetimi raporlarına göre; dünya hidroelektrik enerji tüketim oranı 717 Mtep’tir. Yenilenebilir enerjiler içerisinde bulunan hidroelektrik enerjisinin yüzde 78’ini meydana getirmektedir. 2030 senesinde yapılan incelemelerle hidroelektrik enerji tüketiminin senelik ortalama yüzde 2’lik bir artışla devam edeceği tespit edilmiştir.” (EIA 2013: 67).

20. yüzyılda neredeyse 46,000 baraj yapılmıştır. Hala nehirlerin çoğunda büyük barajlar bulunmaktadır. Ulusal enerji nakil hatlarından yararlanmayan mini ve mikro ölçekli hidroelektrik güçler, ekonomik bakımdan konvansiyonel kaynaklardan daha ucuza faydalanmaktadır. *“Çin’de yaygın olan bu uygulamayla 1982 senesine dek neredeyse 90,000 tane küçük hidroelektrik santral inşa edilmiştir.” (Yılmaz 2009: 278).*

2.1.2. Güneş Enerjisi

“Güneş, nükleer reaksiyonlar sonucunda, her saniye 4,3 milyon ton kütle kaybetmektedir. Lakin bunun karşılığında $3,6 \times 10^{26}$ jul enerji harcamaktadır.” (Fisher and Ericson 2010: 763).

“Hayati bakımdan tehlike arz eden radyasyon; atmosferdeki karbondioksit, ozon ve su buharıyla zararsızlaşır. Böylelikle atmosfer, dünyadaki enerjinin yüzde 28 oranını uzay boşluğuna geri yansıtabilir.” (Ural 2014: 35).

Odaklayıcı aynaların yardımıyla güneş ışınları toplanarak, yüksek sıcaklığa ulaşılmasına sebep olur. Kollektörlerde toplanan sıcaklıkla birlikte ısınmış olan sıvı,

suyla dolu kazanların içinden geçerek buhar oluşturulur. Daha sonra türbinlerle jeneratöre mekanik hareket verilir. Böylelikle aktif sistem ile elektrik enerjisi elde edilmiş olur. Teknolojik açıdan meydana gelen dezavantajlardan biri, doğrudan dönüşüm ile üretilmiş olan elektrik enerjisinin depolamaması ve fiyatlarının yüksek olmasıdır. *“Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları” adlı eserinde (H. Hüseyin Öztürk) şöyle sıralanmaktadır.*” (Ural 2014: 53):

- Telsiz ve telefon sistemleri, haberleşme istasyonları, kırsal radyo,
- Petrol boru hatlarının katodik koruması,
- Metal yapıların korozyondan korunması,
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları,
- Binaların iç ve dış aydınlatmaları.

Güneş enerjisinden üç farklı sıcaklık kategorisinde faydalanılabilir. Bunlar;

- Düşük sıcaklık kabul edilen 1.000 °C ve altı uygulamalar,
- Orta sıcaklık olan 1.000 °C ve 3.500 °C aralığı,
- Yüksek sıcaklıkta olan 3.500 °C ve üstü uygulamalar.

Düşük sıcaklık uygulamaları, pasif yöntem ile yapıların ısıtılması, kullanılacak suyun arıtılması, seracılık ve tarımda kullanılan ürünlerinin kurutulmasında faydalanılmaktadır. Orta sıcaklık uygulamalarında; binaları soğutması, ısıtması ve küçük su pompalarının çalıştırılması için kullanılır. Yüksek sıcaklık uygulamalarıysa; toplayıcı ve odaklayıcı kollektörler yardımı ile elektrik üretiminde ve yüksek sıcaklığa ihtiyaç duyan alanlarda yararlanır. Güneş enerjisinden en çok yararlanan devletler, Birleşik Devletler Japonya, İspanya, Almanya, Avustralya ve Fransa’dır.

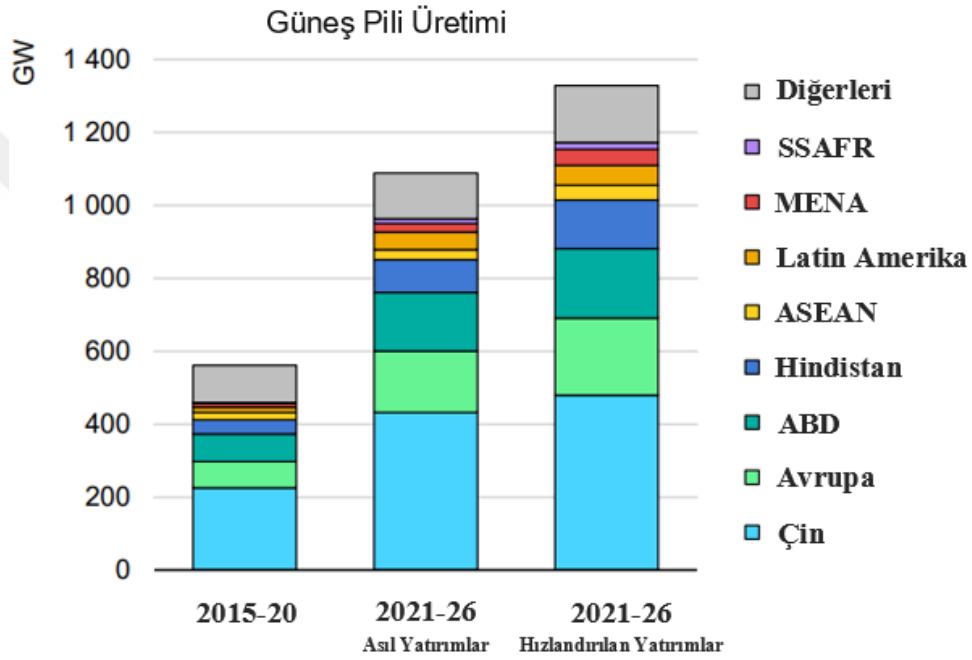
Tablo 6. Dünya’da Güneş Pili Üretimine Gelişimi 1996-2005 (MWp)

Ülke	1996	2000	2003	2005
Japonya	21,20	128,60	363,91	635
Avrupa	18,80	60,66	193,35	397
ABD	38,85	74,97	103,02	119
Çin	---	---	---	116
Diğer Ülkeler	9,75	23,42	83,80	133
Toplam	88,60	287,65	744,08	1.400

Kaynak: Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, (TÇV) Yayını, 2006

Dünya’da güneş enerjisine yapılmakta olan yatırımlar git gide yükselmektedir. Yakın bir süre içerisinde Avustralya’nın Victoria eyaletinde 154 MW’lık enerji ünitesinin inşa edilmesi ve İsrail’in Neva Çölü’nde 100 MW gücünde bir güneş enerjisi santralının yapılması da düşünülmektedir. ‘Artık küçük bir kısımdan yararlanabildiğimiz güneş enerjisi, 2008 senesinde küresel ekonomiye 8,5 milyar dolarlık katkıda bulunmuştur. Bu oran 2007’den yüzde 40 daha çoktur.’ (Ogueke vd, 2013: 20).

Şekil 7. 2021 Güneş Pili Üretiminin Gelişim ve Tahminleri



Kaynak: IEA Yenilenebilir Enerji Raporu 2021, syf. 28.

Şekil 7 de ülkelerin güneş pili üretimini gelişim ve tahminlerine yer verilmektedir. 2015-2020 yılları arasında gerçekleşen yatırımlar, 2021-2026 yılları arasında gerçekleşmesi planlanan yatırımlar (asıl yatırımlar) ve 2021-2026 yılları arasında hedef yatırımların hızlandırılması halinde bitebilecek yatırımları göstermektedir.

2.1.3. Rüzgar Enerjisi

Rüzgâr enerjisinde rüzgârın dağılımını etkileyen en önemli faktör; coğrafi yapıdır. Kara ve okyanusların değişik ısınma değerleri olduğu için, sahil şeridi bulunan kıyıları rüzgâr bakımından daha verimlidir. Özellikle kıtaların orta bölgeleri dağlık olduğu için enerji üretimi için çok elverişlidir.

‘‘Bir seneyi meydana getiren 8760 saat göz önünde bulundurularak, senelik ortalama rüzgâr değeri hesaplanır. Bu bakımdan da senelik 5000 saat ve üzeri rüzgâr alabilen alanlar, enerji yatırımı bakımından daha rekabetçi durumdadır.’’ (Cassedy 2013: 121).

Tablo 7. Kurulu Kapasitesi En Fazla Olan 10 Ülke

Ülke	2014 Toplam (MW)	Haziran 2015 Toplam (MW)	2015 Toplam (MW)
Çin	52.800	8.000	44.733
ABD	42.432	2.252	40.180
Almanya	27.981	766	27.215
İspanya	21.150	480	20.676
Hindistan	14.550	1.480	13.065
İtalya	6.200	460	5.797
Fransa	6.060	400	5.660
İngiltere	5.707	504	5.203
Kanada	4.611	603	4.008
Portekiz	3.960	260	3.702
Diğer	29.500	3.200	26.441
Toplam	215.000	18.405	196.682

Kaynak: Şendoğan, 2019.

İşletim giderleri, rüzgâr türbinlerinden edinilen elektriğin diğer herhangi bir enerjiyle kıyaslanması sonucu meydana getirmektedir.

‘‘Mali bakımdan birim kW/h başına düşen üretim tutarı bir karşılaştırma ölçütü şeklinde benimsenir. 1980 senesinde elektrik üretim maliyeti 30 cent kW/h olan rakam, artık 6 cent kW/h’e kadar düşerek rekabetçi bir kaynak haline gelmiştir.’’ (Schlager Weisblatt 2006: 333).

2.1.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynaklar enerjide dışa bağımlılık seviyesini azaltmaktadır. Hem döviz tasarrufunun sağlanması hem de istihdam açısından çok mühim bir enerji türüdür.

Jeotermal enerji kaynakları dört başlık altında kategorize edilebilir (Jeoloji Yüksek Mühendisi, Dr. Ali Koçak). Bunlar;

- Sıcak sıvı ağırlıklı jeotermal kaynaklar,
- Buhar ağırlıklı jeotermal kaynaklar,
- Yüksek basınç altındaki jeotermal kaynaklar ve
- Sıcak kuru kaynaklardır.

Teknolojinin gelişimiyle birlikte jeotermal kaynakların neredeyse hepsinden faydalanılabilmektedir. Ticari hedefi olan enerji üretimi için daha çok hidrotermal sistemler seçilmektedir. Jeotermal kaynaklar hem farklı türlerde alabilmekte hem de değişen sıcaklıklara sahip olabilmektedir.

‘‘Genellikle, 200C ve 700C arasındaki düşük sıcaklık, 700C ve 1500C arası orta sıcaklık ve 1500C üzerindeki yüksek sıcaklık sahaları şeklinde bilinmektedirler.’’ (Gleason 2008: 33).

Tablo 8. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Yerleri

ISI (°C)	KULLANIM ALANI
180	Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, diyatomitlerin kurutulması
160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması
150	Bayer's yolu ile alüminyum eldesi
140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (konservecilikte)
130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi
120	Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması
110	Çimento kurutulması
100	Organik madde kurutma (yosun, et, sebze vb.), yün yıkama
90	Balık kurutma
80	Ev ve sera ısıtma
70	Soğutma
60	Kümes ve ahır ısıtma
50	Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar (kaplıca tedavisi)
40	Toprak ısıtma, kent ısıtması (alt sınır) sağlık tesisleri
30	Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri
20	Balık çiftlikleri

Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), <http://www.eie.gov.tr>

Jeotermal enerji bir kaynak olarak çevreci olarak nitelendirilebilir fakat çok kısıtlı bir kaynaktır. Jeotermal santraller daha düşük oranlarda karbondioksit gazı salınımı gerçekleştirmektedirler. Hatta doğrudan ısıtma sisteminde 0'a yakındır. Lakin çevreye birtakım zararlar verebilmektedir. Çevreye verdiği zararlar geçicidir fakat santralin büyüklüğüne akışkanı taşıyan boru hatlarının uzunluğuna göre geniş bir alanda yaygınlık gösterebilmektedir.

Jeotermal enerjinin negatif yanı; dünyanın tüm bölgelerine eşit dağılmamış olması ve her jeotermal kuyuda gerekli olan sıcaklıklara erişilememesi gibi finansal yönlerdir.

“*Rekabetçi değildir fakat giderleri az düzeydedir ve yüzde 45 ila yüzde 90 verim ile çalışmaktadır.*” (Craddock 2016: 144-148). *Jeotermal enerji kaynak maliyetlerini, ilk yatırım ve işletim esnasında meydana gelen maliyetler olarak göz önünde bulundurmak gerekmektedir.*” (Dickson and Fanelli 2014: 48).

Tablo 9. Jeotermal Kaynakların Maliyeti (\$ / Ton)

JEOTERMAL KAYNAK	BUHAR	SICAK SU
Yüksek Sıcaklık (>150 °C)	3,5-6,0 \$	--- \$
Orta Sıcaklık (100°C-150 °C)	3.0-4.5 \$	0,2-0,4 \$
Düşük Sıcaklık (<100 °C)	--- \$	0,1-0,2 \$

Kaynak: Integration of Alternative Sources of Energy, 2016,

Tablo 10. Jeotermal Santral Elektrik Üretim Maliyetleri (Cent / kW)

SANTRAL TİPİ	Yüksek-Kaliteli Kaynak	Orta-Kaliteli Kaynak	Düşük-Kaliteli Kaynak
Küçük Santraller (<5 MW)	5,0-7,0	5,5-8,5	6,0-10,5
Orta Santraller (5-30 MW)	4,0-6,0	4,5-7,0	---
Büyük Santraller (>30 MW)	2,5-5,0	4,0-6,0	---

Kaynak: Integration of Alternative Sources of Energy, 2016, s.434

Tablolarda verildiği gibi, jeotermal elektrik enerjisinin üretildiği santrallerde, kapasite arttıkça, birim kW azalan giderler düşmektedir. Bu kaynaklar kullanılarak, ısı enerjisinin üretimi yüzde 80 oranında diğer kaynaklara oranla daha maliyetsiz olmakla beraber doğalgazla kıyaslandığında yüzde 30 ve 50 arasında daha ekonomiktir.

2.1.5. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisi gereksinimin giderilmesi için büyük bir potansiyel gerekmektedir. Öte yandan çevresel bir enerji kaynağıdır. Çevresel sorunların giderilmesinde de oldukça etkili bir yakıttır.

Dünya’da hidrojen üretimi senelik ortalama 500 milyar m³’tür ve beşte biri Avrupa’da meydana gelmektedir. Hidrojen gazı yüksek maliyetli işlemler istediğinden dolayı, yüzde 38’i imalat sanayisinin yan ürünü şeklinde meydana gelmektedir. En fazla kullanılanlar şu şekildedir;

- Suyun elektrolizi: Suyun elektrik akımıyla kimyasal bağlarının çözünerek bileşenleri olan 2 adet hidrojen atomu ve 1 adet oksijen atomuna ayrışması işlemidir. Moleküllerin tekrar bir araya gelmesiyle açığa çıkan enerjiden doğru akım (DC) üretmek mümkündür. Yüksek sıcaklık ve alkali ortam elektroliz çeşitleri vardır.
- Buhar reformasyonu: Fosil kaynaklı doğalgaz ve diğer hidrokarbon içeren gazlardan üretilen sistemdir.
- Biyokimyasal, biyolojik ve fotoelektrokimyasal teknikler
- Suyun termal parçalanması: Moleküllerin ısı enerjisi ile 1.700 °C’nin üzerinde hidrojen ve oksijene ayrışmasıdır.
- Ağır petrolün kısmi oksidasyonu (POX)
- Kömürün gazifikasyonu kök üretimi
- Katı atıkların yüksek basınç ve sıcaklık altında ayrıştırılması yöntemi.

Tablo 11. Avrupa’da ve Dünya’da Farklı Yöntemlerle Üretilen Hidrojen Miktarları

YÖNTEMLER	AVRUPA	DÜNYA
Doğalgaz veya Nafta Buharından	30	190
Yağların Kısmi Oksitlenmesinden	15	120
Petrokimyasal Benzinden	7,5	90
Petrokimyasal Etilen Üretiminden	18	33
Diğer Kimyasal Endüstriden	4,5	7
Klor-Alkali-Elektrolizden	4,5	10
Kömür (Kok Gazından)	10,5	50
TOPLAM	90	500

Kaynak: Hidrojen Enerjisi Teknolojileri, Ankara, 2016, s.25

Hidrojen üretiminin gideri hesaplanır iken; doğalgazın ücretine, hidrojene dönüşüm işleminin de ücreti katılmalıdır. Öte yandan sıvılaştırma içinde giderlere 8 ile 10\$'da eklenerek, hidrojen üretimi 25\$/MBTU civarlarında meydana gelmektedir. Güneş hidrojen enerji sisteminde üretim, sıvılaştırma ve nakil kayıpları da düşünüldüğünde, yaklaşık verim yüzde 66 oranına inmektedir. Öte yandan hidrojenin sıvılaştırılma, depolanma ve taşınması güvenlik sorunları doğurmaktadır. Ticari bakımdan elverişli olması için gelişmiş ülkeler de AR-GE desteği alır. 2030 senesi civarında. *'ABD Enerji Bakanlığı hidrojen ekonomisine geçmeyi planlamaktadır'* (Kakaç 2016: 4).

2.2. TÜRKİYE

Türkiye'de 2005 senesinde kabul edilerek yürürlüğe girmiş olan 5346 sayılı 'Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun' ile yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimi, 'rüzgâr, güneş, dalga, jeotermal, gelgit, biyokütle, akıntı enerjisi vb. enerji kaynakları, kanal-nehir veya rezervuar alanı on beş kilometreden düşük olan hidroelektrik üretim tesisi kurulması için uygun kaynaklar vardır.

'Bu kanunun birinci maddesinde ülkemizin enerji alanında bulunan ilk hedeflerinden biri olan yenilenebilir kaynakların gerekliliği belirtilmektedir.' (8 T.C. Resmi Gazete, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü Yayını, 18 Mayıs 2005 Çarşamba, Sayı: 25819).

'Bu amaç ile Devlet Planlama Teşkilatı'nın hazırladığı 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının yükseltilmesi amaçlanmıştır. 2007 ve 2013 senelerini içine alan 9.Beş Yıllık Kalkınma Planı'ndaysa sürdürülebilir kalkınmanın, arz güvenliğinde kaynak gidilmesi ve hidrolik kaynaklar olarak yenilebilir enerji potansiyelinden en az oranda yararlanabilmesi ön planda tutulmuştur.' (ETKB 2009:17).

2014 ve 2018 senelerini içine alan 10. beş yıllık kalkınma planını incelediğimizde, enerji ithalatının tüm ithalatın neredeyse 4/1'ini meydana getirmesi sebebiyle, ileriki süreçte küresel enerji piyasalarında yaşanan ücret ve talepteki gelişmeler, Türkiye ekonomisini büyüme dinamikleri ve cari açık bakımından etki altına almayı sürdürecektir. Enerjide dışa bağımlılığı en aza indirmek için alternatif politikaların düşünülmesi, büyüme ve cari açık hususunda pozitif etkiler oluşturacaktır. Arz tarafında ilk olarak linyit olmak üzere yerli kaynakların daha iyi

bir şekilde değerlendirilmesi, nükleer enerjinin elektrik üretimi amacı ile değerlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki rolünün artırılmasının oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Talep tarafındansa, enerji verimliliği önlemlerinin çoğaltılması ve diğer ülkeler ile elektrik ticaretinin ilerletilmesi konular arasında önceliklidir. Öte yandan, Ortadoğu ve Hazar'daki petrol ve doğal gaz kaynaklarının Avrupa'ya ithali için birtakım projeler, ülkemizin gerek arz güvenliğini yükseltmeye gerek ise jeopolitik fırsatlardan faydalanmaya katkı sunabilecektir. Plan döneminde tüketim isteği yükselmiş, arz güvenliği sorunu sürmüştür. Birincil enerji tüketimi 2007 ve 2011 senelerinde senelik neredeyse %2,8, elektrik enerjisi tüketimi 2007 ve 2012 senelerinde senelik neredeyse %5,6 civarında yükselmiştir. Enerji arz güvenliğinin yükseltilmesi amacı ile yenilenebilir enerji üretimi desteklenmeye devam edilmiştir. Yerli kömür kaynakları elektrik üretimi amacı ile özel sektöre sunulmuş, nükleer santral yapımı ile alakalı çalışmalar başlatılmış, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik birtakım düzenlemeler gerçekleştirilerek bazı programlar uygulamaya başlanmıştır.

2.2.1. Hidrolik Enerji

Yerli üretim fırsatı bulunduğu için dolayı hidrolik güç doğal ve yenilenebilir bir kaynak bulunduğu için seçilen bir enerji çeşididir. İlk defa kurulduğu sırada yüksek finansman gerektirse de üretim sırasında harici yakıt ihtiyacı olmaması işletim masraflarını düşürmektir. Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesi için “brüt potansiyel”, “teknik potansiyel” ve “ekonomik potansiyel” oldukça önemlidir. Hidroelektrik enerji potansiyeli, Dicle, Fırat Havzası ve GAP bölgesinde bulunan barajlarda yoğunluktadır.

Küreselleşme sonucunda atmakta olan ticaret imkanları, enerjiye isteği git gide yükselmektedir. Hidroelektrik enerji santrallerinin yerli kaynak kullanma, işletme, çevre ve stratejik avantajları çoktur. Ülkemizde hidroelektrik potansiyel 158 milyar kwh olmakla birlikte geliştirilme imkânı olan plan ve projelerle bu potansiyelin 180 milyar kwh olması tahmin edilmektedir. Hidroelektrik santrallerin enerji üretimi olarak 2016 senesinin bitiminde gerçekleştirilmiş olan toplam 26.819 MW Kurulu gücün 12.380 MW'ı yani yüzde 46,2'si Devlet Su İşlerince geliştirilmiş olan hidroelektrik santrallerinden meydana gelmektedir. İlk defa 1956 senesinde başlamış olan hidroelektrik potansiyeli 2016 senesinden sonra altmışaltı tane HES işletmesinin oluşumunu sağlamıştır. Bu hidroelektrik potansiyeli senelik yaklaşık üretimin 43.992

milyar kWh miktarına eş değerdir. Türkiye'nin teknik hidroelektrik potansiyeli Dünyanın teorik potansiyelinin %1,5'ini, Avrupa'nın hidroelektrik potansiyelininse %17,6'sını meydana getirmektedir. Bu duruma bakıldığı zaman hidroelektrik potansiyeli bakımından ülkemizin kötü bir durumda olduğu ifade edilebilir. Ülkemizdeki teknik ve maddi unsurlar düşünüldüğünde hidroelektrik potansiyelin tamamen kullanılması ile 2023 senesinde hidroelektrik kurulu gücün 34 bin MW'a artırılması düşünülmektedir. Hidroelektrik santrallerin ülkemizdeki haline bakıldığında, beş yüz doksan altı tane HES aktif çalışan, seksen üç tane HES inşaat durumunda olan ve altı yüz otuz dokuz tane HES ise plan aşamasında görünmektedir. Henüz inşaatına başlanmamış olan HES uygulamalarının bazılarının lisansı alınmış, bazılarının ise ön lisansı alınmıştır. Aşağıda bulunan tabloda da bu durum gösterilmektedir:

Tablo 12. 2016 Yıl Sonu HES Potansiyel Durumu

POTANSİYEL	İŞLETMEDE	İNŞAAT HALİNDE	İNŞAATINA HENÜZ BAŞLANMAYAN
HES (ADET)	596	83	639
TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)	26,819	5,424	15,330
ORTALAMA YILLIK ÜRETİM (GWh/YIL)	93,653	16,508	48,383
ORAN	59	10	31

Kaynak: DSİ 2016

Günümüzde dünyada üretilmekte olan hidroelektrik enerji, toplam elektrik enerji üretiminin %20'sini sağlar. Lakin dünya hidrolik enerji potansiyelinin yalnızca %14,5'i geliştirilmiştir. *"Bu değerler 2014 senesinde ülkemiz için sırası ile %25 ve %49'dur."* (DSİ Genel Müdürlüğü Ajandası 2016: 26). Gelişim aşamasında olan ülkelerde ve dolayısı ile ülkemizde büyük hidroelektrik enerji kaynakları vardır. Sürdürülebilir bir dünya ve Türkiye için elektrik enerjisinin elde edilmesinde temiz ve yenilenebilir hidrolik enerjinin yeri oldukça önemlidir. *"Pek çok ülke hidroelektrik enerjiyi gelecekteki ekonomik atılımların temeli şeklinde görmektedir."* (DEKTMK 2016).

2.2.2. Güneş Enerjisi

Ekvatorun kırk derece kuzeyi, güneyini içerisine alan “Dünya Güneş Kuşağı” bölgesi mali manada güneş enerjisinden faydalanmaya fırsat vermektedir. Ülkemiz 360 ve 420 kuzey enlemlerinde bulunan coğrafi konumunun avantajından enerji üretiminde de faydalanmaktadır. Devlet Meteoroloji İşleri, Genel Müdürlüğü tarafından 1966 ve 1982 senelerinde ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli yapılan güneşlenme süreci sonunda ulaşılan verilerin, Elektrik İşleri Etüt İdaresi’nce kullanılması ile meydana çıkan analizler göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Buna bakıldığında, ülkemizin senelik yaklaşık güneşlenme süresi 2640 saat, yaklaşık toplam ışınlımsa; 1311 kWh/m² -yıldır .(<http://www.eie.gov.tr>).

Tablo 13. Türkiye’nin Aylık Ortalama Güneş Enerji Potansiyeli

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ	GÜNEŞLENME SÜRESİ	
	ENERJİSİ		
	(Kcal/cm ² -Ay)	(KWh/m ² -Ay)	(Saat / Ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	167,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 Cal/cm ² -Gün	3,6 KWh/m ² -Gün	7,2 Saat/Gün

Kaynak: EİE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü,2020

Ülkemizin güneş enerjisi bakımından en avantajlı alanı yıllık 2877 saatle Güney Doğu’dur. Daha sonraysa; yıllık 1916 saat ile Akdeniz Bölgesi gelmektedir. Güneş enerjisi bakımından potansiyeli en düşük olan bölgeyse Karadeniz’dir.

Güneydoğu’da toplam ortalama güneş enerjisi senede 1.460 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme süresi 2.993 saattir. (<http://ekolojist.net/turkiyedegunesenerjisi-kullanimi-potansiyel-degeri/>) Akdeniz’de toplam yaklaşık güneş enerjisi senede 1.390 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme 2.956 saattir. Doğu Anadolu’da toplam yaklaşık güneş enerjisi senede 1.365 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme 2.664 saattir. İç Anadolu’da toplam yaklaşık güneş enerjisi senede 1.314 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme 2.628 saattir. Ege’de toplam yaklaşık güneş enerjisi senede 1.304 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme 2.738 saattir. Marmara’daysa toplam yaklaşık güneş enerjisi senede 1.168 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme 2.409 saattir. Karadeniz’de toplam yaklaşık güneş enerjisi senede 1.120 kWh/m²’yken yılda yaklaşık güneşlenme 1.971 saattir. Fakat Türkiye’de enerji üretimi potansiyelinin bu verilerin çok daha üzerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 14. Türkiye’nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgesel Dağılımı

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (KWh/m ² -Yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/Yıl)
G. DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Kaynak: EİE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2020

“Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından Avrupa ülkelerine göre daha gelişmiş olsalar da yeterince yararlanamamaktadır. Ülkemizin pek çok alanında güneş enerjili su ısıtıcılarının, senenin yüzde 65’inde tam verim ile çalıştığı belirlenmiştir.” (TÇV 2014: 40).

Ülkemizde güneş kolektörleri alanında geniş bir alt yapı vardır. Çoğu firma tarafından yerli üretim yüzde 30 civarında ihracat yapmaktadır. TSE tarafından “TS3680 Güneş Enerjisi Toplayıcıları” ve “TS-3817 Güneş Enerjisi – Su Isıtma Sistemlerinin Yapım, Tesis ve İşletme Kuralları” belirlenerek 2007 senesinde

neredeşye on sekiz milyon konut güneş enerjisinden faydalandırılmıştır (<http://www.alternaturk.org/turkiye-gunes-enerji.php>).

2.2.3. Rüzgâr Enerjisi

1970 senesinde meydana gelen petrol krizleri ve enerji sektöründeki belirgin fiyat dalgalanmaları nedeni ile dünyada ve Türkiye’de rüzgâr enerjisi ehemmiyet kazanmıştır. Ülkemizde bulunan rüzgâr enerjisi potansiyelinin ortaya koyulması, üretime uygun alanların belirlenmesi ve yeni santral kuracak yatırımcılara rehberlik yapması için Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Devlet Meteoroloji İşleri ve özel sektör kuruluşlarınca gerçekleştirilmiş olan ölçümler sonucunda ‘‘Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası yapılmıştır.’’ (ETKB ve EİE 2009-2013: 30). 20. asrın başlangıcında ilk rüzgâr türbinlerinin inşası başlamıştır.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası’ndan alınmış olan verilere göre; ülkemizin coğrafyası teknik bakımdan 60,000 MW oranında rüzgâr enerjisi üretimine sahiptir. İlk önce 1998 senesinde yapılmaya başlanmış olan rüzgâr santralleri 7,7 MW Kurulu gücündeydi. 2005 senesine dek duraksama yaşanmasının ardından elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarını devreye sokmuş olan yasa meclis genel kurulundan geçmiştir.

2005 ve 2009 senelerinde yaklaşık 600 MW oranında yükselme meydana gelerek, 2010 senesinde YEK yasası yürürlüğe sokulmuştur. 2012 yılının temmuz ayından sonra 2000 MW artış görülmüştür. Türkiye’nin toplam kurulu gücü 56,000 MW düzeyinde iken, bunda rüzgârın payı yüzde 4’tür. 2023 senesine dek hedef, rüzgâr kurulu gücünde 22,000 MW’a varmaktadır. ‘‘2021 EPDK verilerine göre kurulu güç 10.606,98MW’dır.’’(<https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=LcRO0C1o3+Y=>).

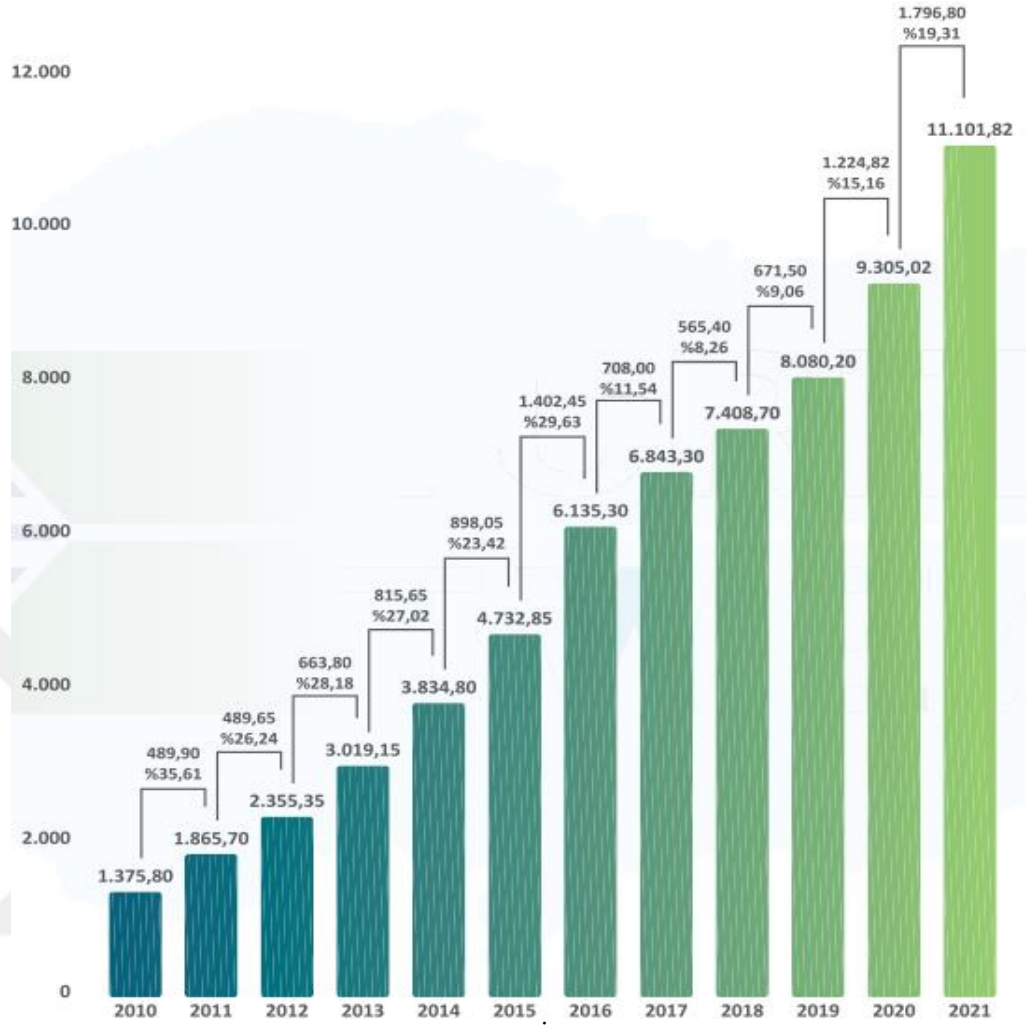
Tablo 15. Türkiye'deki Kurulu Rüzgâr Santralleri (01.06.2008)

YERİ	ŞİRKET	ÜRETİME GEÇİŞ	GÜÇ (MW)	TÜRBİN S
İZMİR-ÇEŞME	Alize A.Ş.	1998	1.5	3
İZMİR-ÇEŞME	Güçbirliği A.Ş.	1998	7.2	12
ÇANAkkALE- BOZCAADA	Bores A.Ş.	2000	10.2	17
İSTANBUL- HADIMKÖY	Sünjüt A.Ş.	2003	1.2	2
BALIKESİR- BANDIRMA	Bares A.Ş.	I/2006	30	20
İSTANBUL-SİLİVRİ	Ertürk A.Ş.	II/2006	0.85	1
İZMİR-ÇEŞME	Mare A.Ş.	I/2007	39.2	49
MANİSA-AKHİSAR	Deniz A.Ş.	I/2007	10.8	6
ÇANAkkALE- İNTEPE	Anemon A.Ş.	I/2007	30.4	38
ÇANAkkALE- GELİBOLU	Doğal A.Ş.	II/2007	14.9	18
HATAY- SAMANDAĞ	Deniz A.Ş.	I/2008	30	15
MANİSA-SAYALAR	Doğal A.Ş.	I/2008	30.6	38
İZMİR-ALIĞA	Innores A.Ş.	I/2008	42.5	17
TOPLAM	-	-	249,15	236

Kaynak: http://www.alternaturk.org/ruzgar_yer.php

Türkiye bakımından rüzgâr enerjisinin oldukça fazla pozitif yanı vardır. Temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisinin ciddi dezavantajları bulunmamaktadır. Rüzgâr kurulu güçleri arttığı sürece, ülkenin dışa bağımlılık oranı düşecek ve istihdamı artacaktır. Kısacası rüzgâr enerjisi gerek insanlık gerek ise Türkiye ekonomisi için oldukça ehemmiyet taşımaktadır.

Şekil 8. Türkiye’deki Rüzgâr Enerjisi Santralleri için Kümülatif Kurulum



Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu - Ocak 2022

2.2.4. Jeotermal Enerji

Dünyanın iç tabakalarında depolanan ısı enerjisi ve “yer içi ısı” manasında olan jeotermal enerji, tercih edilen temiz kaynaklar arasındadır. Ülkemiz, Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan volkanizması nedeni ile jeotermal rezervler bakımından oldukça iyi durumdadır.

“1962 senesinde Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünce ülkemizde yapılan ilk jeotermal enerji projeleri sıcak sulara yönelik envanter çalışmalarından sonra gerçekleşmiştir.” (Şimşek 2001: 11).

“Ülkemizde meydana gelen volkanik faaliyetler nedeniyle jeotermal kaynaklar bakımından dünyanın yedinci ülkesidir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’nce gerçekleştirilen incelemelere göre jeotermal enerji potansiyeli 31,500 MW’tır. Lakin bu potansiyelin yüzde 3,5’luk bölümü değerlendirilmektedir.” (Ural 2014: 112).

Tablo 16. Türkiye’de Jeotermal Elektrik Üretimi Durumu /Mayıs 2009

JEOTERMAL SAHA	KURULU GÜÇ (MWe)	SICAKLIK (°C)	İŞLETME DURUMU	LİSANS ALAN ŞİRKET
Denizli-Kızıldere	15	242	İşletmede	Zorlu Enerji A.Ş.
Aydın-Sultanhisar (Dora-1)	7,95	162	İşletmede	Menderes Jeo. Elektrik Üretim A.Ş.
Aydın-Sultanhisar (Dora-2)	9,95	162	İnşa Halinde	Menderes Jeo. Elektrik Üretim A.Ş.
Aydın-Germencik	47,4	232	İşletmede	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş.
Çanakkale-Tuzla	7,5	174	İnşa Halinde	Tuzla Üretim A.Ş.
Denizli-Kızıldere	6,85	140	İşletmede	Bereket Jeo. Enerji Üretim A.Ş.

Kaynak: EİE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

Ülkemizin jeotermal enerji üretimi potansiyeli, toplam elektrik enerjisi gereksiniminin yüzde 4’ünü karşılayabilecek orandadır. Lakin kaynakların yerleşim birimleri olmalarından kısa ve orta vadede planlanmış olan amaçlara ulaşmak oldukça güçtür. Jeotermal enerjinin yenilenebilir olması, hava kirliliğine neden olmaması, karbondioksit emisyon oranının az olması büyük bir fayda sunmaktadır. 2004 sonuna doğru 2700 MW olan ısı enerjisi 2011 senesinde yaklaşık 4500 MW’a yükseltilmiştir. Keşfedilmiş olan iki yüz jeotermal alanın altı tanesi enerji üretimine uygun haldedir. Bu rezervlere sahip iken, Türkiye’de oranların düşük olmasının en ciddi sebeplerinden biri; kapsamlı bir yasanın olmamasıdır.

Tablo 17. Yıllar İtibarıyla Lisanslı YEKDEM Santrallerinin Kurulu Gücü (MW)

Türü	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Güneş	-	-	-	-	-	-	12,9	13,9	81,7	162,7	305,9
Hidrolik	21,0	930,0	217,0	598,0	2.116,3	9.960,0	11.096,3	11.706,4	12.588,5	12.434,7	12.227,8
Rüzgar	469,0	685,0	76,0	825,0	2.732,1	4.319,8	5.238,7	6.200,0	6.495,6	6.440,0	6.750,4
Jeotermal	72,0	72,0	140,0	228,0	389,9	599,2	752,1	996,8	1.252,7	1.437,5	1.465,0
Biyokütle	45,0	73,0	101,0	147,0	185,2	203,7	300,0	349,2	503,1	671,2	873,3
Genel Toplam	608,0	1.760,0	534,0	1.798,0	5.423,6	15.082,7	17.399,9	19.266,3	20.921,5	21.146,1	21.622,4

Kaynak: EPDK 2021 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, 2021, syf. 81.

2.2.5. Hidrojen Enerjisi

Karadeniz dip sularındaki toplam H₂ S potansiyeli göz önünde bulundurularak elde edilebilecek hidrojen oranı, bölge balımdan ehemmiyet taşımaktadır. Ülkemizin 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu'nda, Karadeniz dip sularında hidrojen sülfür 'ün yüzde yüz ayrıştırılması sonucu 268,823x 6 10 ton hidrojen edinilmesi olasıdır. Bir evin senelik enerji gereksiniminin ortalama 3600 kWh olduğunu düşünülecek olur ise ve Karadeniz'de neredeyse on milyon ailenin olduğu düşünülür ise, bunların senelik enerji gereksinimi toplamı 3,6x 10 10 kWh olacaktır. Bu enerji gereksiniminin tümünün Karadeniz dip sularından edinilebilecek hidrojen yakıtından giderilmesi durumunda bu bölgenin neredeyse yüz seksen senelik enerji gereksinimi giderilecektir. Fosil kökenli ya da yenilenebilir enerji kaynaklarının bölgedeki enerji gereksinimini büyük ölçüde giderileceğini düşüneceksek de bu durumda dip sularından edinilebilecek hidrojenden Karadeniz'in üç yüz elli senelik enerji gereksiniminin giderilebileceği düşünülmektedir. Mevcut şartlarda 1KWh elektrik enerjisi kullanımı için 0,112 USD verileceği düşünülürse, H₂ S rezervine bağlı olarak Karadeniz dip sularından edinilecek hidrojenin maddi değeri gerçekleştirilen hesaplamaların sonucunda neredeyse 715 milyar USD olacaktır.

2.2.6. Biyokütle Enerjisi.

Biyokütlesel kaynaklar ısınma, elektrik üretimi ve araçlarda kullanılmakta olan yakıt gereksinimini karşılamaktadır. Ülkemiz bakımından da stratejik bir ehemmiyeti bulunmaktadır. Ülkemizde gıda üretimi dışında brüt biyokütle enerji potansiyeli yüz kırk beş milyon TEP/yıl'dır. Aşağıdaki tabloda Türkiye'nin üretebileceği biyogaz miktarları gösterilmektedir.

Tablo 18. Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Denk Gelen Üretilebilecek Biyogaz

HAYVAN CİNSİ	HAYVAN SAYISI (Adet)	YAŞ GÜBRE MİKTARI (Ton/Yıl)	BIYOGAZ MİKTARI (M ³ /Yıl)	TAŞ KÖMÜRÜ EŞ DEĞERİ (Ton/Yıl)
Sığır	11.054.000	39.794.400	1.313.215.200	1.181.894
Koyun- Keçi	38.030.000	26.621.000	1.544.018.000	1.389.616
Tavuk- Hindi	243.510.453	5.357.230	417.863.937	376.078
Toplam	292.594.453	71.772.630	3.275.097.137	2.947.587

Kaynak: EİE Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü,2013

“Ülkemizde enerji tarımı fikri,1945 senesinde kadarki yasal zemin eksikliğinden dolayı uygulanamamıştır. 1970’lü yıllarda meydana gelen petrol kriziyle birlikte sürdürülebilir kalkınmasını güvenceye almak için Türkiye, yenilenebilir kaynaklarını kullanarak bozuk baltalık bölgelerini ıslah edip, verimli enerji ormanları haline getirmiştir.” (Ünaldı 2013: 56).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, odun, hayvan ve bitki atıklarını kullanarak klasik biyokütle enerji üretiminin 2020 senesinde 8000 Btep’e ulaşmasını ummaktadır.

Ülkemiz benzeri pek çok gelişmekte olan ülke kendi ekolojik şartlarına uygun tarımsal üründen yenilenebilir enerji kaynağı sağlamak çalışmaktadır. Türkiye güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, iklim şartları ve su kaynakları benzeri şartları bulduran ülkelerin başında gelmektedir. Enerji ormancılığı bakımından, maddi değeri çok olan ve hızlı büyümekte olan ağaç çeşitleri içerisinde, kızılçam, akkavak, kızılçam, titrek kavak, çam, meşe, karaçam, fıstıkçamı ve servi ağaçları bulunmaktadır. Ülkemizin iklim özelliklerine uygun olan yabancı kökenli ağaçlarsa; papulus euramericana, pinus pinaster, acacia cynophilla okalıptüs şeklinde aktarılabılır. 2005 senesinde Türkiye’de ilk ticari biyoyakıt uygulaması getirilmiştir. Yerli kaynaklardan üretilmiş olan biyoetanol kurşunsuz benzine yüzde 3 katılarak piyasaya sürülmüştür.

Ülkemizde biyogaz üretim potansiyeli 2 Mtoe şeklinde öngörülür iken; potansiyelin yüzde 80’i gübre gazından edinilmektedir. Gübre gaz potansiyelininse yarısı koyundan, yüzde 42’si tavardan ve yüzde 8’i kümes hayvanlarından edinilir.

Ülkemizde günlük 70,000 ton endüstriyel ve evsel çöpün ayrıştırılıp düzenli bir şekilde depolanması yüzde 40 oranında çöp gazı üretimi imkânı sunmaktadır. Belediyelerde bu amaçla fizibilite çalışmaları gerçekleştirilmelidir. *“Tarım Bakanlığı’nın da halkın bilinçlendirilmesi için çalışmaları bulunmaktadır.”* (Koç ve Şenel 2013: 86).

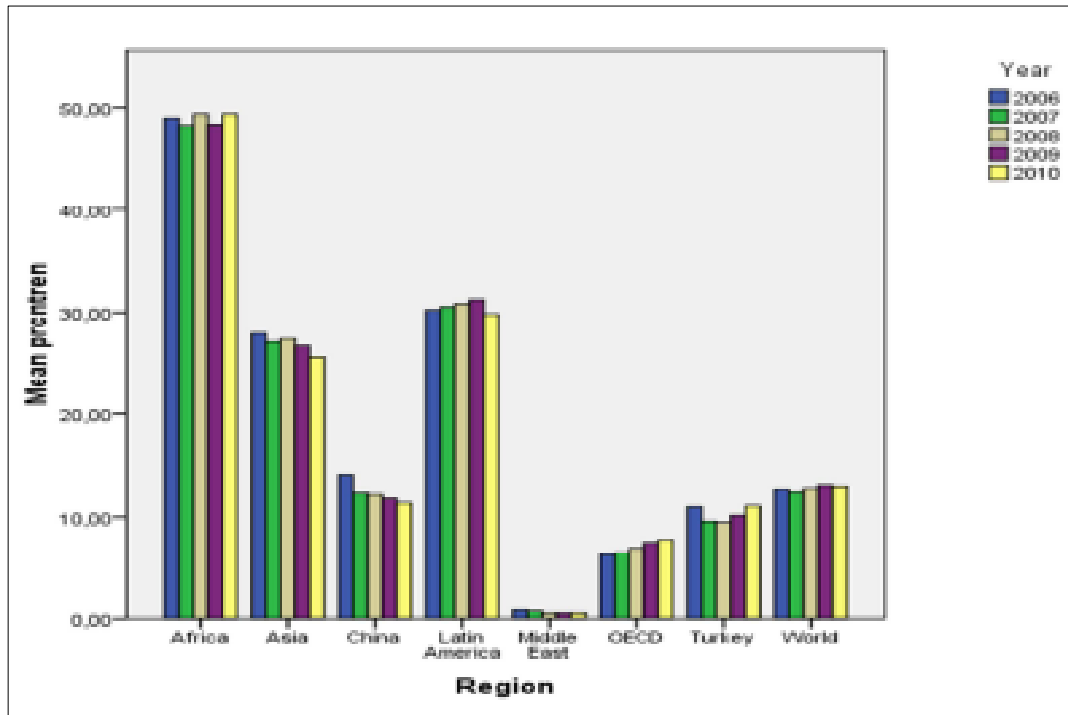


BÖLÜM III

TÜRKİYE VE DÜNYADA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Uluslararası Enerji Ajansı ve OECD, gerek dünya gerek ise birtakım mühim bölgelerde kullanılmakta olan toplam enerjiyle bu enerjinin ne kadar miktarının yenilenebilir kaynaklardan elde edildiğini her sene ölçmekte ve tespit etmektedir. Bu araştırmada, 2006 ve 2010 senelerinde 5 senenin ölçümü temel alınmıştır. Şekil 8’de 2006 ve 2010 senelerinde Afrika, Asya, Çin, Latin Amerika, Orta Doğu, OECD ülkeleri, ülkemiz ve Dünyanın yenilenebilir enerji kullanım yüzdesi gösterilmektedir. Araştırmaya, eski Sovyetler Birliğine ait birtakım ülkeler, değişik başlıklarda toplansalar da senelere göre coğrafi kapsama alanı değişebileceği için eklenmişlerdir.

Şekil 9. Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)



Kaynak: Selam, Özel ve Akan 2013

Öte yandan yenilenebilir enerji 3 temel başlıkta, kullanılmakta olan oranların gruplandırılmasıyla da ölçülmektedir. Bu 3 grup hidroelektrik; jeotermal, güneş, rüzgâr, dalga; biyoyakıt, yenilenebilir atık şeklinde belirlenmiştir.

Şekil 9 'da Dünya ve birtakım bölgelerinde kullanılmakta olan yenilenebilir enerji ve bahsedilen 3 gruba ait yenilenebilir enerji gruplarının 2006 ve 2010 yılları sürecindeki yaklaşık oranları verilmiştir.

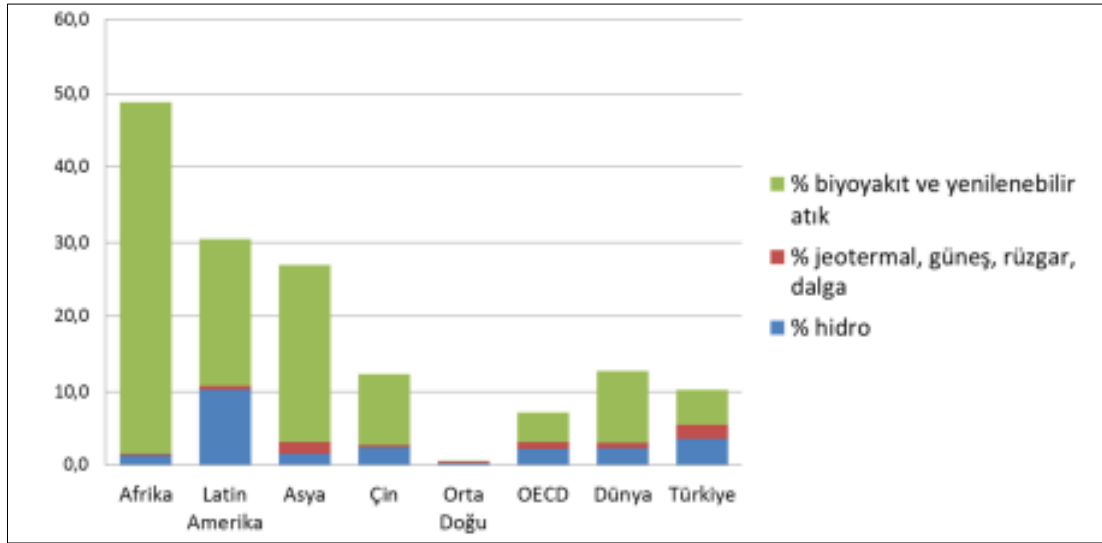
Tablo 19. Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji ve sınıflarını 2006-2010 yılları arası

Bölge	% Yenilenebilir	% Hidro	% Jeotermal, güneş, rüzgâr, dalga	% Biyoyakıt, yenilenebilir atık
Afrika	48,9	1,3	0,2	47,4
Latin Amerika	30,5	10,3	0,5	19,7
Asya	27,1	1,5	1,6	24,0
Çin	12,4	2,3	0,4	9,7
Ortadoğu	0,6	0,2	0,2	0,2
OECD	7,0	2,1	1,0	3,9
Dünya	12,8	2,3	0,7	9,8
Türkiye	10,3	3,5	1,9	4,9

Kaynak: Selam, Özel ve Akan, 2013

Tablo 19'da ise Şekil 9'da ki oranlar grafik şeklinde verilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere, yenilenebilir enerji kullanımının düzeye Afrika kıtasında yüzde 50'ler düzeyine varmaktadır. Bu oranın dünya ortalamasının çok üzerinde olduğu söylenebilir. Bu durum Afrika'da biyolojik kökenli, organik, fosil olmayan yakıtlar kullanıldığı için gerçekleşmektedir. Yenilenebilir enerjinin en az kullanıldığı bölgeyse fosil yakıt merkezi olarak bilinen Orta Doğu'dur. OECD ülkelerinde yenilenebilir enerjinin kullanımı Dünyanın geri kalanında kullanılan yenilenebilir enerji ortalamasına yakındır. Yenilenebilir enerji kullanımı gruplandırılmasında da bu 3 grubun oranları neredeyse eşit bir dağılım sergilemektedir. Ekonomik büyümesi ile izlenen Çin, yenilenebilir enerji kullanımı bakımından Dünya'nın yenilenebilir enerji kullanımı ortalamasını yakalamayı başarmıştır. Türkiye'ye yenilenebilir enerji kullanımı konusunda Dünya ortalamalarına yaklaşmakla birlikte, bu kullanımın büyük bir bölümü hidroelektrikle biyoyakıt ve yenilenebilir atıklardır.

Şekil 10. Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji ve sınıflarını 2006-2010 yılları

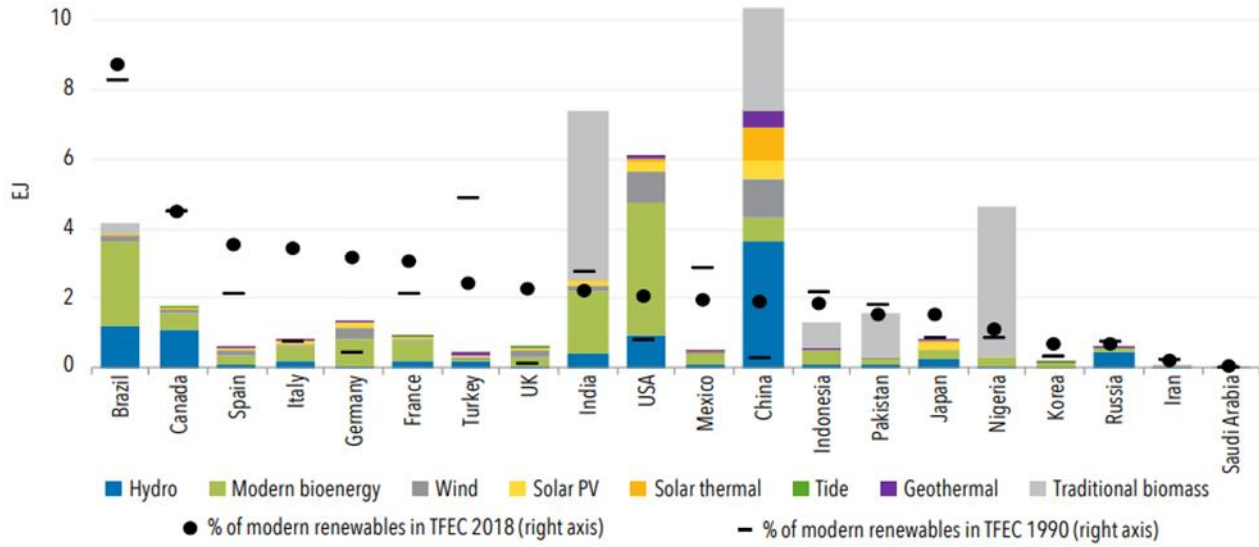


arası (GW)

Kaynak: Selam, Özel ve Akan, 2013

Ulaşım, ısıtma ve soğutmada daha az büyüme yaşanır iken, yenilenebilir enerji sektöründeki gelişme, elektrik üretiminde yoğunlaşmış bir şekilde devam etmekte. Elektrik, küresel enerji tüketiminin yalnızca 5/1'ini meydana getirmektedir, ulaşım ve ısıtma alanındaki yenilenebilir enerjilerin rolü enerji geçişi için büyük bir öneme sahiptir. Küresel bakımdan 2018 senesi yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş konusunda istikrarlıdır. 2017 senesine oranla 181 GW yenilenebilir enerji eklenmiş ve yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş konusunda ilerleme gösteren ülkelerin sayısı da git gide yükselmiştir. Yenilenebilir enerji, 2018 senesinde dünyada yaklaşık on bir milyon iş olanağı sunmuştur. Yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçişte enerji verimliliği konusunda gelişmeler olsa da küresel bakımdan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma planlarının ve Paris Anlaşması'nın oldukça gerisinde olduğu söylenebilir. Küresel enerji kaynaklı karbondioksit emisyonları, fosil yakıt tüketiminde yaşanan yükselme nedeni ile 2018 yılında yüzde 1,7 civarında yükselmiştir. Fosil yakıtın kullanımını 2017 senesinden beri yüzde 11 yükselmiştir. Fosil yakıt şirketleri, iklim değişikliği politikalarının gecikmesini sağlamak, kontrol altına almak ya da engelleyerek, kamuoyunu etki altına almak için reklamlara yüksel meblağlarda paralar harcamayı sürdürmektedirler.

Şekil 11. Dünya ve bazı bölgelerde yenilenebilir enerji ve sınıflarını 1990-2018 yılları arası kullanımı(EJ)

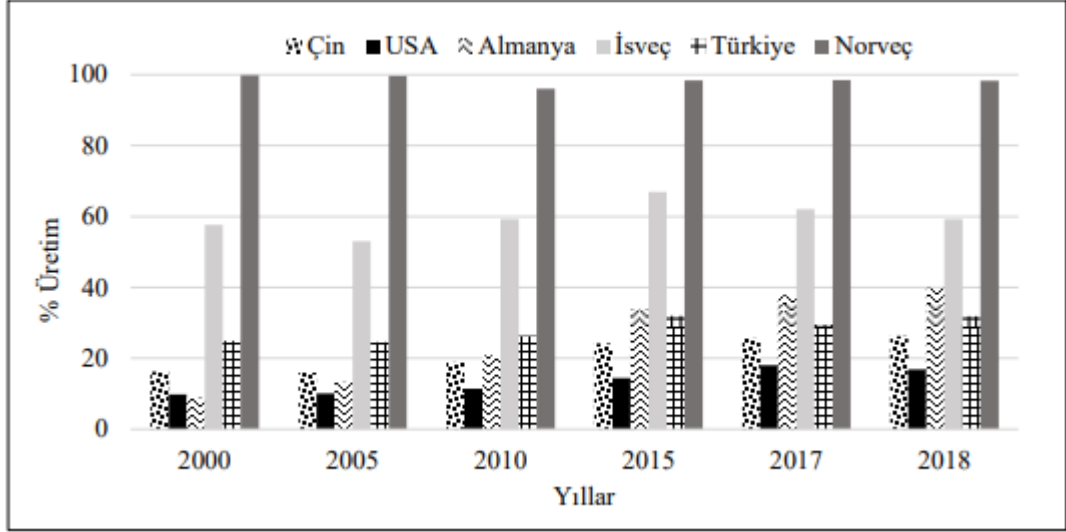


Kaynak: The Energy Progress Report 2021, syf 87.

Şekil 1990-2018 yılları arasında enerji kullanımını en fazla olan 20 ülkenin yenilenebilir enerji dağılımını göstermektedir.

Şekil 12'de yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde bir adım önde olan ülkeler ile ülkemizin yenilenebilir enerji üretimleri kıyaslanmıştır.

Şekil 12. Ülkelerin Yenilenebilir Elektrik Enerjisi Üretimi (%)

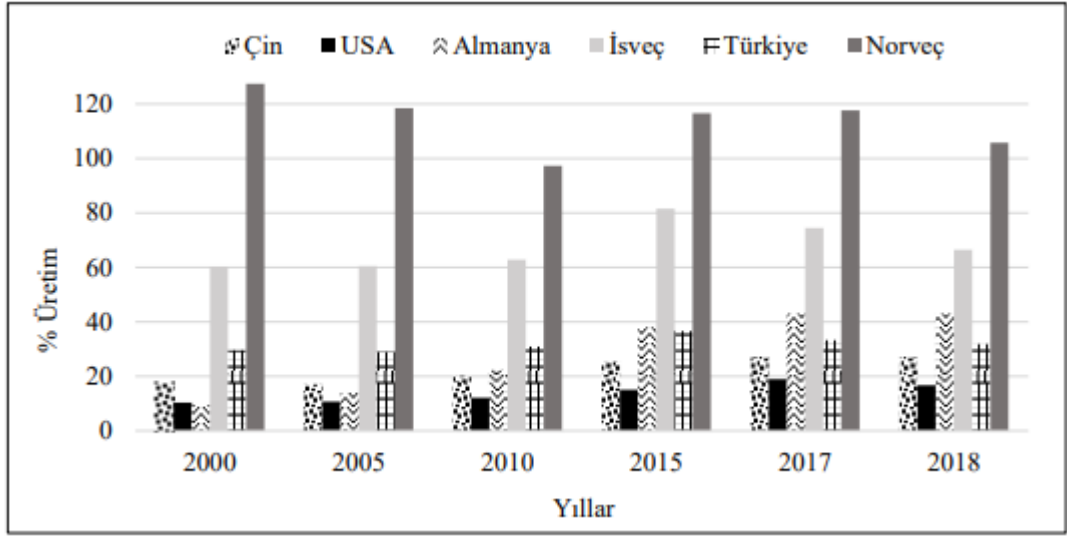


Kaynak: UEA,2019; URL6.

Yüzde yüz yenilenebilir enerjiye eskiden bu konuda önde olan Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, İsveç ve Norveç'in yenilenebilir enerji üretiminin Türkiye'yle kıyaslandığı Şekil 12'e göre, Norveç'in yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçtiği, elektrik enerjisinin tümü yenilenebilir enerjiden karşılanmaktadır. Yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş durumuna yakın olarak nitelendirilebilecek İsveç'se 2. Sırada, Norveç'in hemen ardındadır. Çin, ABD ve Almanya git gide yükselen yenilenebilir enerji profilleri ile yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş konusunda ilerlemekte ve gelişmekte olan ülkeler arasındadır. Türkiye'ye bakıldığında 2000 senesinden beri yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş konusunda yenilebilir elektrik enerjisi üretiminde Çin, ABD ve Almanya'nın ilerisinde bir konumdadır.

Şekil 13'te ülkelerin yenilenebilir üretiminin toplam tüketimdeki payı gösterilmiş, toplam tüketimdeki yenilebilir üretimin ne halde olduğu ele alınmıştır.

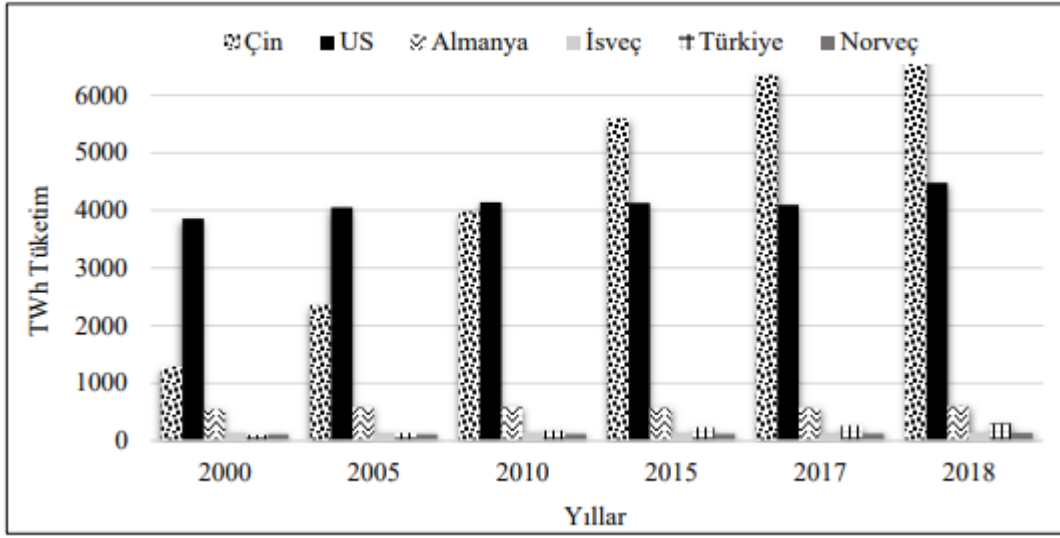
Şekil 13. Ülkelerin Yenilenebilir Üretiminin Toplam Tüketim İçerisindeki Payı



Kaynak: UEA, 2019; URL6.

Şekil 13'te bulunan veriler istatistiksel bir şekilde analiz edildiğinde, toplam tüketimdeki yenilenebilir üretim payı en yüksek olan ülke Norveç denilebilir. Grafik incelendiği zaman Norveç'te tüketimin daha fazlası bir oranda yenilenebilir üretim görünmektedir. Bu sebeple yüzde yüz yirmiye yaklaşmış ve hatta aşmış olan üretim payları mevcuttur. 2. sıradaysa İsveç'in geldiğini görmekteyiz. Ülkemizin toplam tüketimdeki yenilenebilir payıysa Almanya ile karşılaştırıldığında azdır. ABD ve Çin'deyse yenilenebilir üretim oranının az olduğu görülür. Şekil 14'deyse ülkelerin senelere göre elektrik enerjisi tüketimi yer almaktadır.

Şekil 14. Ülkelerin senelere göre elektrik enerjisi tüketimi



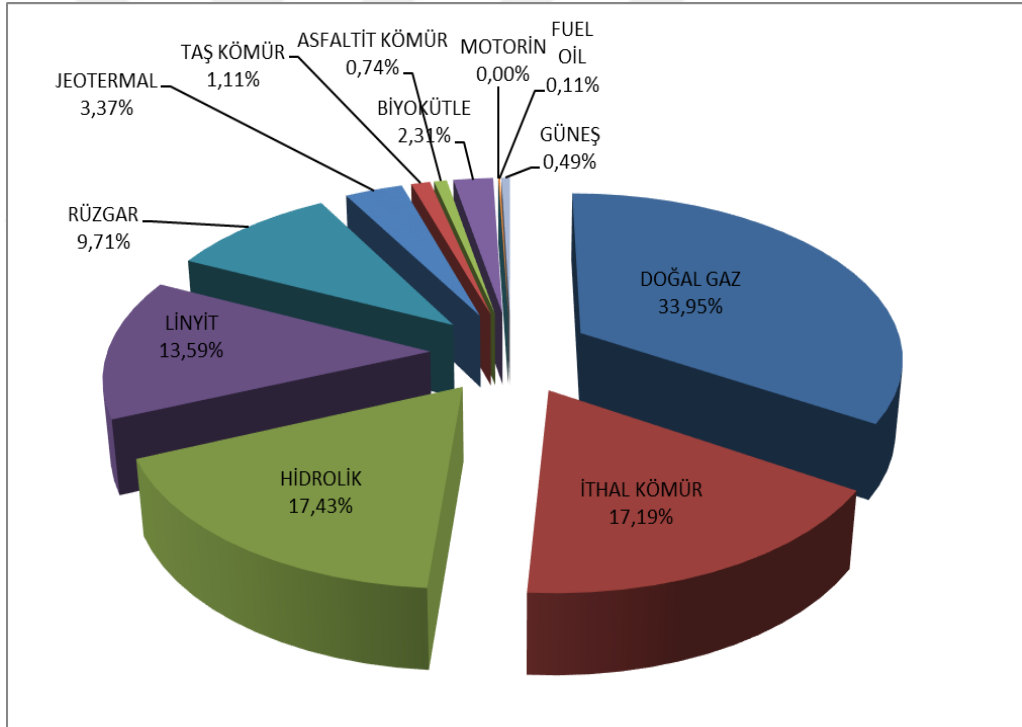
Kaynak: UEA, 2019; URL6.

Yukarıdaki şekil 13 incelendiği zaman, yenilenebilir üretim payının düşük olması sebebiyle Çin’de toplam elektrik enerjisi tüketimi 2018 senesinde 6500 TWh’dır, bu rakamın yalnızca çeyreği yenilenebilir enerji üretiminden karşılanmaktadır. Bu durum ABD için de geçerlidir, 2018 senesinde 4500 TWh elektrik enerjisi tüketilse de bu enerjinin neredeyse yüzde on sekisi yenilenebilir üretimden karşılanır. Kısacası, enerji tüketimi çok olsa da İsveç haricinde pek çok ülkenin bu tüketim payı içindeki yenilenebilir üretim oranının az olduğu ve tüketilmekte olan enerjinin yenilenebilir üretim ile giderilemeyeceği, giderilmesi için daha çok ilerlemeye ihtiyaç duyduğu görülür.

Yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçmeyi amaçlayan ülkelerin bu amaçlarını yerine getirebilmek için pek çok atılımı vardır. 2018 senesi Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre yenilenebilir enerji kaynaklı küresel elektrik üretim oranı yüzde yirmi altı olarak belirlenmiştir. Bu durum küresel olarak yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçişe yüzde yirmi altı geçiş yapıldığı anlamına gelmektedir. 2018 senesine dek, yüz altmış dokuz ülkede ulus ya da il oranında yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçiş amaçlanmaktadır. Otobüsler hava kirliliğine diğer araçlardan daha fazla sebebiyet vermektedir. Bu yüzden yenilenebilir bir güce geçmek amacıyla Uganda’da güneş otobüsleri, Hindistan’da güneş feribotu, Hollanda’da rüzgâr enerjili trenlerin kullanımı uygun görülmüştür. Öte yandan ülkelerin yüzde yüz yenilenebilir enerji kullanımı adına uyguladıkları birtakım politikalar da vardır. Avustralya’da New South Wales

Üniversitesi dünyanın tamamıyla güneş enerjisi ile çalışmakta olan ilk üniversitedir. Yine Kenya’da bulunan pek çok üniversite enerjiye ulaşmak için güneş panellerini kullanır. İskoçya, bütün elektrik enerjisini yenilenebilir enerji kaynakları aracılığı ile üretmek amacındadır. Arnavutluk, Norveç ve Kosta Rika yüzde yüz yenilenebilir enerji sistemine geçmiş olan ülkeler arasındadır. Hollanda demiryolu ağı sistemlerinde, trenlerinin yüzde yüzüne rüzgâr enerjisi aracılığı ile güç sağlamaktadır. İngiltere’de bulunan yirmi bir Katolik Piskoposluk’tan on altısı yüzde yüz yenilenebilir enerji sistemine geçerek, yenilenebilir enerji satın almaya söz vermişlerdir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda Dünya’da da yenilenebilir üretiminin yükseldiği, yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçişin arttığı ve bütün ülkelerin bu hususta politikalar uyguladığı söylenebilir. Ülkemizi OECD ve IEA ülkeleri ile kıyaslama yapan başka bir tez çalışması bulunamamıştır.

Şekil 15. 2021 Yılı Lisanslı Elektrik Üretimine Kaynaklara Dağılımı (%)



Kaynak: Elektrik Piyasası 2021 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, Syf. 22.

Şekil 15’ de Türkiye’nin toplam 99.820 Mw yıllık enerji üretiminin yenilenebilir enerji çeşitlerine göre dağılımına yer verilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyanın tümünde ve Türkiye’de enerji konusu büyük bir sorun teşkil etmektedir. Enerji sorunlarının birçoğu rant sağlama, yatırımların doğru bir şekilde yapılamaması ve risk içeren projelerden dolayı gerçekleşmektedir. Enerji sorununun çözülmesi adına yüzde yüz yenilenebilir enerji sistemine geçmek iyi çözümdür. Yüzde yüz yenilenebilir enerji sistemine geçiş için kar-zarar konusundaki tartışmaları bırakarak, verimlilik hususuna odaklı, bilimsel bakımdan uygun, siyasal etkilerden yasalar ile korunmakta olan bir enerji sistemi geçerli olmalıdır.

Türkiye elektrik enerjisi üretiminde yüzde yetmiş dışa bağımlı haldedir. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu’na göre uygulanan yönetmelikler de bu hususta oldukça mühim bir ilerlemenin gerçekleşmesinde etkili olmuşlardır. Bu bağımlılık, siyasi ve ekonomik bağımsızlığın önünde de bir engel teşkil etmektedir.

Yüzde yüz Yenilenebilir Enerjiye geçiş sürecinde, amacı uygulayabilmek için gerçekleştirilebilecek unsurlar arasından en mühimi yerel yönetimlerin amacı yerine getirmeye çalışmasıdır. Yerel yönetim yetkililerinin enerjiyle alakalı politikaları meydana getirirken yüzde yüz yenilenebilir enerji sistemine geçişi amaçlaması uygulanabilirlik hususunu da pozitif etkileyecektir.

Dünyadaki en üst seviye yenilenebilir enerji kullanımı Afrika’da görülmektedir. En düşük oransa fosil yakıtların merkez olarak nitelendirilen Orta Doğu’dadır. Çin, OECD ülkeleri ve Türkiye’ninse yenilenebilir enerjileri kullanmasında Dünya ortalamasına yaklaştığı görülmektedir. Yani ülkemizin yenilenebilir enerji faaliyetlerine gelişmiş olan ülkelere oranla geç başladığı düşünüldüğü zaman bu alanda geri kalmış olduğu ortadadır. Fakat son senelerdeki gelişme ve ilerlemeler gör önünde bulundurularak dünya ortalamasına yaklaştığı görülmektedir.

Çalışma kapsamında ülkemizin yenilebilir enerji alanında dünya ülkelerinin ortalamasının üzere çıkabilmesi doğrultusunda bazı öneriler sunulmaktadır. Bu önerilere aşağıda yer verilmektedir.

Yüzde yüz yenilenebilir enerjiye geçişin faydalı olduğunu göstermek için yetkililer ile toplantılar gerçekleştirmek. Toplumda enerji kontrolü bilinci artırılarak, enerjiden fayda sağlamayı ve erişimi geliştirmek, temiz enerji üretimi sağlamak, küçük işletmelerin icraatlarını desteklemek; yerel yönetim binalarının enerji giderlerini düşürerek kâra geçmek, doğa kirliliğini daha alt seviyeye indirgemek. Ulaşım hususunda toplu taşıma kullanım oranını yükseltmek ve yenilenebilir enerji sisteminin ulaşımında kullanılmasını desteklemek. Yenilenebilir enerji sistemini sağlıklı, erişilebilir ve sürdürülebilir duruma getirmek için tüm taşıma sistemlerini elden geçirmek, ulaşım sistemleri için fosil yakıt bağımlılığını alt seviyeye indirmek, iklim değişiklikleri ve hava kirliliğiyle savaşmak. Mümkün olan her yerde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve binaları enerji açısından verimli olacak bir duruma getirmek. İklim değişikliklerinden en fazla etkilenen, fosil yakıtlarının etkilerini yaşamakta olan toplumlara farklı bir enerji sistemine geçiş aşamasında liderlik yapması. Bütün tıbbi otoritelerin fosil yakıtların halkın sağlığına zarar verdiğini ifade etmesi nedeniyle, öncelik ile tıbbi dernek, sağlık merkezleri ve hastanelerin yüzde yüz yenilenebilir enerjiye hızlı bir şekilde geçiş yapmasını sağlamak. Genişlemekte olan yenilenebilir enerji sistemi sektöründe işçilerin tekrardan eğitilmesi ve istihdamının yenilenmesini sağlamak. Bu husus hakkında araştırmaları olan gençlik örgütleri ve sendikaların, fosil yakıt sektöründe çalışmakta olan tüm insanlar için yenilenebilir enerji sistemine geçiş sürecinde istihdam fırsatı vermesi. EPDK'nın 31765no'lu Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik çıkarmıştır. Bu kapsamda halkımızın 10 kw ya kadar konutlarda üretim kullanım ve fazlasını devlete satma imkanı sunmuştur. Bu miktarlar konut yapılarının bozukluğundan hayata geçemese de ilerleyen zamanlar da konutlar yenilenebilir enerji üretimine uygun yapılması şartı ile teşvik daha kapsamlı hayata geçebilir. Müstakil konutlara ve toplu konutlara makul yüzdelik dilimler belirlenerek tükettikleri enerjinin %10 kadarını üretme şartı getirilebilir.

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve kullanım alanlarının çoğalması bu konuda daha somut adımlar atmak gerekliliğini bizlere gösteriyor. Bu konuda güncel verilerle ülkemizin ve yenilenebilir enerjiyi üretip, kullanıp verilerini paylaşan ülkelerle kıyasladım. Dünya da yenilenebilir enerjinin üretimi ve kullanımında geçmişten bugüne kadar hedeflerimiz doğrultusunda durumumuzu veriler bize gösterdi. Gelecek dönemlerde bu çalışmada kullanılan kaynaklar ve kıyaslamalarla ülkemizin güncel durumunu tespit edebiliriz.

KAYNAKÇA

- ABBASİ Tabassum, PREMALATHA Maela, ABBASİ Tasneem ve ABBASİ Alael (2014), “Wind Energy: Increasing Deployment, Rising Environmental Concerns”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 31, ss. 270-288.
- AKMAN Gülşen (2003), *Bilişim Sektöründe Pazar Odaklılık, Yenilik Stratejileri ve Yenilik Kabiliyeti Arasındaki İlişkiler ve Bunların Şirket Performansı Üzerindeki Etkileri* (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Gebze Teknik Üniversitesi İleri Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.
- APPELBAUM Elie (1978), “*The Estimation of the Degree of Oligopoly Power. Department of Economics Research Reports, Economics Working Papers Archive. Western University*”.
- AWERBUCH Saul (2003), “*Determining the Real Cost Why Renewable Power is More Cost-Competitive than Previously Believed. Renewable Energy World*”.
- BADDOUR Jaley (1997), “The International Petroleum Industry Competition, Structural Change and Allocation of Oil Surplus”, *Energy Policy*, Cilt 25, Sayı 2, ss. 143-157.
- BARBIER Enrico (2002), “Geothermal Energy Technology and Current Status: An Overview”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 6, ss. 3–65.
- BAYRAÇ Hüseyin Naci (1999), *Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Analizi, Türkiye’deki Gelişimi ve Eskişehir Uygulaması* (Yayımlanmış Doktora Tezi), Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- BERRY Trent ve JACCARD Mark (2001), “The Renewable Portfolio Standard: Design Considerations and An Implementation Survey”, *Energy Policy*, Sayı 29, ss. 263-277.

- BHATTACHARYYA Subhes (2011), *Energy Economics Concepts, Issues, Markets and Governance*, Springer London Dordrecht Heidelberg, New York.
- BODANSKY David (2004), *Nuclear Energ: Principles, Practices and Prospects*, Springer, New York.
- BOYLE, Godfrey (2004), *Renewable Energy: Power for A Sustainable Future*, Oxford University Press, New York.
- BOYLE Godfrey, EVERETT Bob ve RAMAGE Janet (2003), *Energy Systems and Sustainability: Power for A Sustainable Future*. Oxford University Press, New York.
- BROWN Stephen ve YÜCEL Mine (2008), “What Drives Natural Gas Prices?” *The Energy Journal*, Cilt 29, Sayı 2, ss. 45-60.
- BURTON Tony, JENKINS Nick, SHARPE David ve BOSSANYI Ervin (2011), *Wind Energy Handbook*, Wiley Publication, United Kingdom.
- CARRUTHERS David (2001), “From Opposition to Ortodoxy: The Remaking of Sustainable Development”, *Journal of Third World Studies*, Cilt 18, Sayı 2, ss. 93-112.
- CHANDRA Vivek (2006), *Fundamentals of Natural Gas: An International Perspective*, PennWell Corporation, USA.
- CLEMENT Matthew Thomas ve SCHULTZ Jessica (2011), “Political Economy, Ecological Modernization, and Energy Use: A Panel Analysis of State-Level Energy Use in the United States”, *1960-1990. Sociological Forum*, Cilt 26, Sayı 3, ss. 581-600.
- CLEMENTE Jesus, MONTAÑES Antonio ve REYES Marcelo (1998), “Testing for a Unit Root in Variables with a Double Change in the Mean”, *Economics Letters*, Cilt 59, Sayı 2, ss. 175-182.
- COŞKUN Seval (2013), *Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlama Aracı Olarak İnovasyon Stratejileri-Kocaeli Otel İşletmeleri Üzerine Bir Araştırma* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce.
- CRUZ Joao (2008), *Ocean Wave Energy: Current Status and Future Perspectives*, Springer, United Kingdom.

- DEGIANNAKIS Stavros, ANGELIDIS Timotheos ve FILIS George (2013), “Oil Price Shocks and Volatility Do Predict Stock Market Regimes”, *Working Paper*, 170.
- DEMİR Ömer (1995), “Joseph A. Schumpeter: Hayatı, Eserler ve Katkıları”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, Cilt 50, Sayı 1-2, ss. 155-172.
- DEMİREL Oğuz (2015), *İnovasyon Performansı Ölçüm Kriterlerinin Nitel Bir Araştırma ile Belirlenmesi: Bilişim İşletmeleri Üzerine Bir Araştırma* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce.
- DICKSON Mary ve FANELLI Mario (2003), *Geothermal Energy: Utilization and Technology. India: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. Oxford University Press, Oxford.
- DİLLİ Burak (2018), “Türkiye’de Enerji Sektöründe Gelişmeler Üzerine Notlar-Öneriler”. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Oda Raporu, “Türkiye’nin Enerji Görünümü 2018” (ss.103-109) Yayın No: MMO/691. Ankamat Matbaacılık San. Ltd. Şti., Ankara.
- DREW Benjamin, PLUMMER Andrew ve SAHINKAYA Mehmet (2009), “A Review of Wave Energy Converter Technology. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers”, *Part A: Journal of Power and Energy*, Cilt 223, Sayı 8, ss. 887-902.
- DRUCKER Peter (1985), “The Discipline of Innovation”, *Harvard Business Review*, ss. 1-9.
- DRUCKER Peter (1984), “*Innovation and Entrepreneurship Practice and Principles*”, Perfect Bound.
- EBENHACK, Wasem (1995), *Energy Resources Availability, Use and Impact*, PennWell Publishing Company, Tulsa Oklahoma.
- ELCI, Şirin (2006). *İnovasyon: Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı*, Nova Basın Yayın Dağıtım, Ankara.
- ELLABBAN Omar, ABU-RUB Haitham ve BLAABJERG Frede (2014), “Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects and Their Enabling Technology”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 39, ss. 748-764.

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) (2019), “Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı. Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler”. Yayın No:1.
- FALCAO Antonio (2010), “Wave Energy Utilization: A Review of the Technologies”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 14, ss. 899–918.
- FEINSON Stephen (2003), “National Innovation Systems Overview and Country Cases. Knowledge Flows and Knowledge Collectives: Understanding The Role of Science and Technology Policies in Development”, Sayı 1, ss. 13-38.
- FERGUSON Charles (2007), *Nuclear Energy: Balancing Benefits and Risks*, Council on Foreign Relations, USA.
- FERREIRA Manuel Portugal, REIS Nuno Rosa ve PINTO Cludia Frias (2017), “Schumpeter’s Influence on Entrepreneurship and Management”, *Research Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, Cilt 6, Sayı 1, ss. 4-39.
- FIELD Christopher, CAMPBELL John ve LOBELL David (2007), “Biomass Energy: The Scale of the Potential Resource”. *Trends in Ecology and Evolution*, Cilt 23, Sayı 2, ss. 65-72.
- FREEMAN Chris (1989), *Technology Policy and Economic Performance*, Pinter Publishers, Great Britain.
- FULKERSON William, JUDKINS Roddie ve SANGHVI Manoj (1990), “Energy from Fossil Fuels”, *Scientific American*, Cilt 263, Sayı 3, ss. 128-135.
- GALLI Riccardo ve TEUBAL Morris (1997), “Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems. Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations”, ss. 342- 370.’’
- GÖKÇEK Onur (2007), *Yenilik Yönetimi Süreci ve Yenilik Stratejileri: Otomotiv Sektöründe Bir Alan Araştırması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- GUPTA Shilpi (2015), “Decoupling: A Step Toward Sustainable Development with Reference to OECD Countries”, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, Cilt 22, Sayı 6, ss. 510-519.

- HERBERT George, INIYAN Seley, SREEVALSAN Emer ve RAJAPANDIAN Svony (2007), “A Review of Wind Energy Technologies”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 11, ss. 1117- 1145.
- HOLDREN John ve EHRLICH Paul (1974), “Human Population and the Global Environment”, *American Scientist*, Sayı 62, ss. 282-292.
- HUBBERT King (1956), “Nuclear Energy and Fossil Fuels”, *Shell Development Company Exploration and Production Research Division*, ss. 95.
- IŞIK Nihat ve KILINÇ Efe Can (2011), “Bölgesel Kalkınma’da Ar-Ge ve İnovasyonun Önemi: Karşılaştırmalı Bir Analiz”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, ss. 9-54.
- İÇKE Mehmet Akif (2014), “Schumpeter ve Yeniliklerin Finansmanı”, *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 11, Sayı 1, ss. 17-38.
- JACCARD Mark (2005), *Sustainable Fossil Fuels The Unusual Suspect in the Quest for Clean and Enduring Energy*, Cambridge University Press, New York.
- JAMALI Tarık (2007), *Ekolojik Vergiler (Çevre Vergileri)*, Yaklaşım Yayıncılık, Ankara.
- JENKINS Michael, BAXTER Lary, JR. MILES Talen ve MILES, Talen (1998), “Combustion Properties of Biomass”, *Fuel Processing Technology*, Sayı 54, ss. 17-46.
- JORDE Klaus ve KALTSCHMITT Martin (2007). *Hydroelectric Power Generation. Renewable Energy: Technology, Economics and Environment*, Springer, Germany.
- KELEŞ Ruşen ve HAMAMCI Can (2005), *Çevre Politikası*, İmge Kitabevi, Ankara.
- KELLY Regina Anne (2007), *Energy Supply and Renewable Resources*, Infobase Publusing, New York.
- KIZILKAYA Ertuğrul (2005), “Joseph A. Schumpeter’in Girişimcilik Fikrine Dair Bir Not”, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt 10, ss. 26-45.
- KLASS Donald (1998), *Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals*, Academic Press, USA.

- KUL Baran. (2010), *Kalite ve Inovasyon Performansının Belirlenmesinde Toplam Kalite Yönetimi ve Teknoloji / Ar-Ge Yönetiminin Entegrasyonu* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gebze Üniversitesi İleri Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.
- LADANAI Svetlana ve VINTERBACK Johan (2009), *Global Potential of Sustainable Biomass for Energy. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. Report 013.*
- LEUNG Dian ve YANG Yoan (2012), “Wind Energy Development and its Environmental Impact: A Review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 16, ss. 1031-1039.
- LOO Valen ve KOPPEJAN Jalen. (2008), *The Handbook of Biomass Combustion and Cofiring*, Earthscan, London.
- LUNDVALL Bengt-åke (2007), “National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool”, *Industry and Innovation*, Cilt 14, Sayı 1, ss. 95-119.
- LUNDVALL Bengt-åke (2010), *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Anthem Press.
- LUNDVALL Bengt-åke ve JOHNSON Björn (1994), “The Learning Economy”. *Journal of Industry Studies*, Cilt 1, Sayı 2, ss. 23-42.
- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) (2018b). 2017 Yılı Sonu İtibarıyla Türkiye Doğal Gaz Rezervleri. <http://www.pigm.gov.tr/index.php/istatistikler>.
- MADUEGBUNA Anton (2014), “Creative Destruction: The Essence of Entrepreneurial Studies”, *IOSR Journal of Economics and Finance*, Cilt 5, Sayı 3, ss. 61-65.
- MALTHUS Thomas (1798), *An Essay on the Principle of Population. Electronic Scholarly Publishing Project*, London.
- MARADIN Dario, CEROVIĆ Ljerka ve MJEDA Trina (2017), “Economic Effects of Renewable Energy Technologies”. *Naše gospodarstvo/Our Economy*, Cilt 63, Sayı 2, ss. 49–59.
- METCALFE John Stan (1995), “Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework”. *Cambridge Journal of Economics*, Cilt 19, Sayı 1, ss. 25-46.

- MOKHATAB Saeid ve POE William (2012), *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*, Elsevier Science Ltd, USA.
- MORRIS Langdon (2013), “Three Dimensions of Innovation”. *International Management Review*, Cilt 9, Sayı 2, ss. 5-10.
- MUCHIE Mammo (2008), “Evolutionary Economic Theory and the National Innovation System Perspective for an Integrated African National Structural Transformation”. *Georgia Institute of Technology*.
- NADLER David ve TUSHMAN Michael (1997), *A Congruence Model for Organization Problem Solving*. In M.L. Tushman, P. Anderson (Eds.), *Managing Strategic Innovation and Change: A Collection of Readings*. Oxford University Press, New York.
- OECD (2011), OECD “*Green Growth Studies: Energy*”. Preliminary Version.
- OLAH George (2005), “Alternative Energy Sources Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy”, *Angewandte Chemie*, Sayı 44, ss. 2636-2639.
- OWEN Anthony (2006), “Renewable Energy: Externality Costs as Market Barriers”, *Energy Policy*, Sayı 34, ss. 632–642.
- ÖZDAMAR Aydoğan, GÜRSEL Kadri Turgut, ÖRER Gökhan ve PEKBEY Yeliz (2004). “Investigation of the Potential of Wind–Waves as a Renewable Energy Resource: By the Example of Cesme-Turkey”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 8, ss. 581–592.
- ÖZGÜR GÜLER Ebru ve KANBER Seda (2011), “İnovasyon Aktivitelerinin İnovasyon Performansı Üzerine Etkileri: İmalat Sanayi Uygulaması”. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1, ss. 61-76.
- ÖZTÜRK Lütfü (2007). *Sürdürülebilir Kalkınma*, İmaj Yayınevi, Ankara.
- PACEŞİLA Mihaela (2015). “*Solar Energy Policy Developments in Europe. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*”, Cilt 10, Sayı 1, ss. 13-24.
- PANDEY Bikash ve KARKI Ajoy (2017), *Hydroelectric Energy: Renewable Energy and The Environment*, CRC Press, New York.
- PELC Robin ve FUJİTA Rod (2002), “Renewable Energy from the Ocean”. *Marine Policy*, Sayı 26, ss. 471–479.

- PEZZEY John (1997), "Sustainability Constraints Versus 'Optimality' Versus Intertemporal Concern, and Axioms versus Data". *Land Economics*, Cilt 73, Sayı, 4, ss. 448-466.
- PYKH-MALKINA Irina ve PYKH Yuri (2002), *Sustainable Energy: Resources, Technology and Planning*, WIT Press, Boston.
- QUASCHNING Volker (2005), *Understanding Renewable Energy Systems*, 22883 Quicksilver Drive Sterling, VA 20166-2012, USA.
- RASİLLO-CALLE Frank, GROOT Peter, HEMSTOCK Sarah ve WOODS Jeremy (2015), *The Biomass Assessment Handbook: Energy for a Sustainable Environment. Second Edition*. Routledge, New York.
- REN21 (2017), *Renewables 2017 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*. REN21 Secretariat, Paris.
- SCHUMPETER Joseph (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy, 3rd edition*, George Allen and Unwin, London.
- SEBRİ Maamar ve BEN-SALHA Ousama (2014), "On the Causal Dynamics Between Economic Growth, Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions and Trade Openness: Fresh Evidence from BRICS Countries", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 39, ss. 14–23.
- SEİFRİED Dieter ve WİTZEL Walter (2010), *Renewable Energy-The Facts*, Earthscan, London.
- SELAM Ayşe Ayçim, ÖZEL Semih ve AKAN Övül Arıoğlu (2013), "Yenilenebilir Enerji Kullanımı Açısından Türkiye'nin OECD Ülkeleri Arasındaki Yeri", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, ss. 317-334.
- SELÇUK Işıl Şirin (2010), *Küresel Isınma, Türkiye'nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları*, Ankara Barosu Yayınları, Ankara.
- SLEDZİK Karol (2013), "Schumpeter's View On Innovation And Entrepreneurship", *SSRN Electronic Journal*, ss. 89-95.
- SORENSEN Bent (2000), *Renewable Energy: Its Physics, Engineering, Use, Environmental Impacts, Economy and Planning Aspects*, Academic Press, Denmark.
- SPEİGHT James (2007), *Natural Gas: A Basic Handbook*, Gulf Publishing Company, Texas.

- SPELLMAN Flem (2014), *Environmental Impact of Renewable Energy. Energy and The Environment. Abbas Ghassemi Series Editor*, CRC Press Taylor and Francis Group, New York.
- STAVİNS Robert, WAGNER Alexander ve WAGNER Gernot (2003), “Interpreting Sustainability in Economic Terms: Dynamic Efficiency Plus Intergenerational Equity”. *Economic Letters*, Cilt 79, Sayı 3, ss. 339-343.
- ŞENDOĞAN Hazal (2019), *Türkiye için CO2 Emisyonu, İktisadi Büyüme ve Enerji Talebi Arasındaki İlişkinin Analizi: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- TEMURÇİN Kadir ve ALİAĞAOĞLU Alpaslan (2003), “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, ss. 25-39.
- TEZEL, Yahya Sezai (1997), *İktisadi Büyüme*, Ankyra Yayıncılık, Ankara.
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. (2017), “Günümüzde Nükleer Enerji Raporu: Nükleer Enerjinin Ekonomisi”. <http://www.taek.gov.tr/tr/2016-06-09-00-43-55/135-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor.html>
- TÜRKÖZ, Kemal (2020), *Yenilenebilir Enerji Arzının Modellenmesi: Türkiye İçin Sektörel Bir Analiz*. Dokuz Eylül Üniversitesi
- TWİDELL John ve WEİR Tony (2015), *Renewable Energy Sources*. Routledge Taylor & Francis Group, Oxon.
- ULUSALER Kalen (2018), *Enerjide Geçiş Sürecinin Görünümü. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Oda Raporu, Türkiye’nin Enerji Görünümü 2018* (ss. 137- 144). Yayın No: MMO/691. Ankamat Matbaacılık San. Ltd. Şti., Ankara.
- ÜÇGÜL İbrahim ve ELİBÜYÜK Ufuk (2016), *Yenilenebilir ve Alternatif Enerji Çeşitleri. Çevre ve Enerji* (ss. 222-302). Nobel Yayınev, Ankara.
- ÜN, Ümran Tezcan (2013), “Dalga Enerjisi: Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu”, II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu.
- ÜRÜN, Gökhan (2003), “Petrol Piyasalarının Yapısı, Petrolün Etkileşim Ağları ve Petrol Şirketleri Arasındaki Rekabet Ortamı. Avrasya Dosyası”, *Enerji Özel*, Cilt 9, Sayı 1, ss. 94-132.

WAGNER Herman Josef ve MATHUR Jyotirmay (2011), *Introduction to Hydro Energy Systems: Basics, Technology and Operation*, Springer, New York.

YALÇINKAYA Yalçın (2010), “*Bilginin Farkındalık ve Farklılığında Organizasyonların Gelecek Alanı: İnovasyon*”. *Türk Kütüphaneciliği Dergisi*, Cilt 24, Sayı 3, ss. 373-403.

YILMAZ Ali Osman ve USLU Tuncay (2007), “The Role of Coal in Energy ProductionConsumption and Sustainable Development of Turkey”. *Energy Policy*, Sayı 35, ss. 1117- 1128.

YOUNGER Paul (2015), “Geothermal Energy: Delivering on the Global Potential”, *Energies*, 8: 11737-11754.

