TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

Salime Sinem Yılmaz

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İktisat Anabilim Dalı
Uluslararası İktisat ve Finans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yaşar Serhat Yaşgül

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ağustos, 2018

TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

Salime Sinem Yılmaz

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İktisat Anabilim Dalı
Uluslararası İktisat ve Finans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yaşar Serhat Yaşgül

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ağustos, 2018

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Salime Sinem YILMAZ' ın "Türkiye' de ve Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu" başlıklı tezi 02/08/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca, İktisat Anabilim Dalında Yüksek Lisans/Doktora tezi **oy birliğiyle / ~~oy çokluğuyla~~** olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Dr. Öğr. Üyesi Serhat YAŞGÜL	.....
Üye	: Prof. Dr. Ergül HAN	.....
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Ayhan ARTAR	.....

Doç. Dr. Ahu TUNÇEL ÖNKAL
Enstitü Müdürü

maltepe üniversitesi	ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	Doküman No	FR-178
		İlk Yayın Tarihi	01.03.2018
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa	1/1

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	01.03.2018	İlk yayın.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

14/08/2018

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmanın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Salime Sinem Yılmaz

Hazırlayan	Kalite Koordinatörü	Kurumsal Yetkili
İlgili Birim	Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Dokuman No: FR-178; Yayın Tarihi: 01.03.2018; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

TEŞEKKÜR

Enerji, tüm dünyanın olduğu kadar Türkiye'nin de üzerinde önemle durması gereken unsurlardan bir tanesidir. Ulusal refahın arttırılarak, küresel rekabet alanında söz sahibi olunabilmesi açısından stratejik boyutlara sahip olan enerji konusu, güncel gelişmeler ve sektörel ihtiyaçlar doğrultusunda uzun vadeyi kapsayan politikalarla şekillendirilmelidir. Çeşitli faktörlerin etkisiyle dünya hızla yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru yönelme eğilimindedir. Bu geçiş esnasında sahip olunan yenilenebilir enerji kaynaklarıyla Türkiye, yakaladığı fırsatı en iyi şekilde değerlendirmelidir. Bu çalışmanın hazırlanma amacı, Türkiye'nin, enerji alanındaki mevcut durumunu ortaya koymak ve dünya genelinde yaşanan yeni enerji trendinin hayata geçirilmesinde, Türkiye'nin üstlenmesi gereken roldür.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki katkılarından dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Yaşar Serhat Yaşgül'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Salime Sinem Yılmaz

Ağustos 2018

ÖZ

TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

Salime Sinem Yılmaz
Yüksek Lisans Tezi
İktisat Anabilim Dalı
Uluslararası İktisat ve Finans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyeri Yaşar Serhat Yaşgül
Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2018

Enerji, insanoğlunun tarihsel gelişimi boyunca, ihtiyaç duyduğu temel gereksinimlerinden biri olmuştur. Doğanın sağladığı imkanlar ile mevcut enerji kaynakları giderek artan seviyelerde tüketilmiştir. Bu durum, rezervlerle sınırlı olan konvansiyonel enerji kaynaklarının büyük oranda tüketilmesine sebep olurken aynı zamanda, canlı yaşamını tehdit eden küresel iklim değişikliği ve çevre tahribatlarına yol açmıştır.

Günümüzde toplumların artan enerji ihtiyaçlarının güvenilir, kesintisiz ve temiz bir şekilde karşılanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynakları gündeme gelmiştir. Gelişen teknolojik yenilikler ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından verimli, düşük maliyetli ve sürekli üretim yapmak mümkündür. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde ulusal ekonomilere katkılar sağlamaktadır.

Çalışmamızda, tarih öncesi çağlardan günümüze kadar uzanan konvansiyonel enerji kaynaklarının yanında, yenilenebilir enerji kaynakları incelenmektedir. Bu amaçla, yenilenebilir kaynakların potansiyel, maliyet ve ekonomik etki analizleri yapılmıştır. Türkiye'nin genel enerji durumu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliği "SWOT Analiz" yöntemi ile incelenerek ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Ekonomi, Türkiye, Yenilenebilir, SWOT

ABSTRACT

TÜRKİYE'DE VE DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU

Salime Sinem Yılmaz
Master Thesis
İktisat Department
Uluslararası İktisat ve Finans Programme
Thesis Advisor: Dr. Öğr. Üyeri Yaşar Serhat Yaşgül
Maltepe University Sosyal Bilimler Graduate School, 2018

The energy, had been one of the fundamental necessity that mankind required all through their verifiable improvement. The current power source assets had been expended as a graduated residual sums within nature's possibilitys outline. While this circumstance energizing to be depleted of customary energy resources that constrained with saves, in the meantime caused to worldwide environmental change and natural ham that unsafe for the vivifying lives.

Right now, to meet the rest of the vitality necessities of social orders sustainable power source assets needed to end up noticeably a present issue. To profit by the sustainable power source assets with creating mechanical advencements beneficial, minimal effort accounts and ceaselessly is conceivable. Seperately, the commitments of sustainable power source assets on national financial aspects are so broadly.

In this examination, adjacent to of customary vitality assets, sustainable power source assets that from ancient ages to this time are being explored. With this point potantial, cost and financial impact investigations of sustainable assets are readied. Also, Turkey's general vitality circumstance and achievability of sustainable power source assets in Turkey are explored with "SWOT Analysis" technique as an alternate part.

Keywords: Energy, Economy, Turkey, Renewable, SWOT

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI……ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI……..iii
TEŞEKKÜR……iv
ÖZ……v
ABSTRACT……vi
İÇİNDEKİLER……vii
TABLOLAR LİSTESİ ……x
ŞEKİLLER LİSTESİ……xii
KISALTMALAR……xii
ÖZGEÇMİŞ ……xvi
GİRİŞ……1
BÖLÜM 1: ENERJİ KAYNAKLARI……3
1.1. GENEL TANIMLAR VE İNCELEMELER……3
1.1.1. Enerji Tanımı……3
1.1.2. Enerji Kaynakları……4
1.1.3. Enerji Kullanımından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar……6
1.1.3.1. Enerji ve İklim Değişikliği……7
1.2. DÜNYA'DA ENERJİ KAYNAKLARI……9
1.2.1. Fosil Kökenli (Tükenebilir) Enerji Kaynakları……9
1.2.1.1. Fosil Yakıtların Dünya Enerji Tüketimi İçerisindeki Yeri……10
1.2.1.1.1. Kömür Rezervleri……12
1.2.1.1.2. Petrol Rezervleri……19
1.2.1.1.3. Doğalgaz (Yer Gazı) Rezervleri……23
1.2.1.2. Fosil Kaynakların Çevresel Etkileri……28
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları……30
1.2.2.1. Yenilenebilir Enerjinin Gerekliliği, Tanımı ve Kapsamı……30
1.2.2.2. Yenilenebilir Enerji Türleri……31
1.2.2.2.1. Hidrolik Enerjisi……31
1.2.2.2.2. Güneş Enerjisi……32
1.2.2.2.3. Rüzgar Enerjisi……32

1.2.2.2.4. Jeotermal Enerji.....33
1.2.2.2.4. Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi…….....34
1.2.2.2.5. Hidrojen Enerjisi.....34
BÖLÜM 2: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI……..……36
2.1. FOSİL KÖKENLİ KAYNAKLARDAN YENİLENEBİLİR KAYNAKLARA GEÇİŞ.....36
2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI……..37
2.3. DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI……..…….39
2.3.1. Hidrolik Enerji.....40
2.3.1.1. Hidroelektrik Santralleri ve Çevresel Etkileri.....40
2.3.1.2. Dünyada Hidrolik Enerji Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri.....41
2.3.2. Güneş Enerjisi.....44
2.3.2.1. Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Çevresel Etkileri.....45
2.3.2.2. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları ve Ekonomik Etkileri…..45
2.3.3. Rüzgar Enerjisi.....47
2.3.3.1. Rüzgar Tribünleri ve Çevresel Etkileri.....48
2.3.3.2. Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri….....48
2.3.4.Jeotermal Enerji.....50
2.3.4.1. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları ve Çevresel Etkileri….....50
2.3.4.2. Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri….....52
2.3.5. Hidrojen Enerjisi.....54
2.3.5.1. Hidrojen Enerjisinin Kullanım Alanları ve Çevresel Etkileri……55
2.3.5.2. Hidrojen Enerjisi Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri.....55
2.3.6.Biyokütle Enerjisi.....57
2.3.6.1. Biyokütle Enerjisi Kullanım Alanları ve Çevresel Etkileri…….....57
2.3.6.2. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri.....58
BÖLÜM 3: TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI…….……60
3.1. TÜRKİYE'NİN GENEL ENERJİ DURUMU…….....60
3.2. TÜRKİYE'NİN FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI.....63
3.3. TÜRKİYE VE NÜKLEER ENERJİ.....63
3.4. TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI……..…..68
3.4.1. Türkiye'nin Hidrolik Enerjisi Durumu….....70
3.4.2. Türkiye'de Güneş Enerjisi Durumu 71
3.4.3. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu 74

3.4.4. Türkiye'de Jeotermal Enerji Durumu 76
3.4.5. Türkiye'de Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi Durumu 78
3.4.6. Türkiye'de Hidrojen Enerjisi Durumu.....79
3.5. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE KATKISI……..82
3.6. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE İLGİLİ YAPILAN SWOT ÇALIŞMALAR…….....91
BÖLÜM 4: ENERJİ VERİMLİLİĞİ……..……..…100
4.1. ENERJİ VERİMLİLİĞİ…….....100
4.1.1. Enerji Verimliliğinin Tanımı ve Enerjide Genel Yönelimler.....100
4.1.2. Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Enerji Yoğunluğu.....104
4.1.3. Enerji Verimliliği ve Ekonomi.....105
4.2. DÜNYA'DA ENERJİ VERİMLİLİĞİ …….....106
4.2.1. ABD'de Enerji Verimliliği Uygulamaları…….....107
4.2.2. Avrupa'da Enerji Verimliliği Uygulamaları …….....111
4.2.3. Türkiye'de Enerji Verimliliği Uygulamaları …….....116
4.2.3.1. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi…….....121
SONUÇ……..…122
KAYNAKÇA……...…….……..…126

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: 2005-2020 Yılları Arasında Enerji Talep Tahminleri…..……..……5

Tablo 2: Karbondioksit Salımı ile Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki …..……..……8

Tablo 3 Dünya Birincil Enerji Tüketimi Yakıt Yüzdelik Payları (1973-2020)…..……11

Tablo 4: Dünya İspatlanmış Kömür Rezervleri, 2009……..…..…….……14

Tablo 5 Dünya kömür rezervlerinin bölgelere dağılımı (2010)…….....17

Tablo 6 Enerji Hammaddeleri Üretimi (TON)…….....19

Tablo 7: Dünya İspatlanmış Petrol Rezervleri, 2016…….....20

Tablo 8: Dünya Doğalgaz Rezervleri Ülkelere Göre Dağılımı, 2015…….……...24

Tablo 9: Türkiye'nin Uluslararası Alanda İmzaladığı Uzun Dönemli Gaz Alım Anlaşmaları…….27

Tablo 10: Dünya'nın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli / 2013……..…….....…42

Tablo 11: Hidroelektrik Enerjinin Dünya'daki Durumu 2013…….…….....43

Tablo 12: Dünya'da Güneş Pili Üretiminin Gelişimi 1996-2005 (MWp) …….....47

Tablo 13: Kurulu Kapasitesi En Fazla Olan 10 Ülke……..…..……..49

Tablo 14: Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Yerleri……..……...51

Tablo 15: Jeotermal Kaynakların Maliyeti ($ / Ton)……..……53

Tablo 16: Jeotermal Santral Elektrik Üretim Maliyetleri (Cent / kW)…….. ……...54

Tablo 17: Avrupa'da ve Dünya'da Farklı Yöntemlerle Üretilen Hidrojen Miktarları (Milyar Nm^3) ……..……...56

Tablo 18: Dünya Toplam Biyokütle Enerjisi Potansiyeli…….....58

Tablo 19: Türkiye 2008 Yılı Genel Enerji Dengesi / Bin TEP…….....61

Tablo 20: Türkiye Birincil Enerji Kaynak Üretimi ……..…...…….62

Tablo 21: Dünya Nükleer Enerji Üreten Ülkeleri ve Kurulu Kapasiteleri, 2015.……64

Tablo 22: Türkiye'de Uranyum ve Toryum Yataklarının Tenör Rezervleri…..……..67

Tablo 23: 2016 Yıl Sonu HES Potansiyeli Durumu…….....71

Tablo 24: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerji Potansiyeli…….....72

Tablo 25: Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgesel Dağılımı.....73

Tablo 26: Türkiye'deki Kurulu Rüzgar Santralleri (01.06.2008) ……..……75

Tablo 27: Türkiye'de Jeotermal Elektrik Üretimi Durumu / Mayıs 2009…….....77

Tablo 28: Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Denk Gelen Üretilebilecek Biyogaz Miktarı ve Taş Kömürü Eş Değeri.....78

Tablo 29: Türkiye Genelinde Üretilen Hidrojenin Sektörlerde Kullanım Miktarları……...81

Tablo 30: Türkiye'nin GSMH ve Toplam Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi.....83

Tablo 31: Türkiye'nin 1970-2005 Döneminde Enerji Sektörünün GSMH İçerisindeki Payı.....84

Tablo 32: Enerji İthalatının Ödemeler Dengesindeki Payı / Milyon $.....85

Tablo 33: Türkiye'deki Enerji Şirketleri Finansal Verileri / 2014.....87

Tablo 34: Türkiye'nin Sektörel Enerji Tüketimi / 1980 – 2015.....89

Tablo 35: Konvansiyonel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yatırım ve Üretim Maliyetleri.....90

Tablo 36: Genel Olarak Enerji Tasaruufu Önlemleri……..…101

Tablo 37: Rehabilitasyon sonrası EÜAŞ kömür santrallerinde hedeflenen kazanımlar……119

Tablo 38: Enerji Verimliliği Strateji Belgesi Taslak Amaçları…….....121

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Dünya İspatlanmış Kömür Rezervleri Dağılımı / 2008……..……..…..…....16

Şekil 2: Bazı ülkelerin elektrik üretiminde kömürün payı (2009) ……..……..…….17

Şekil 3: Dünya İspatlanmış Doğalgaz Rezervleri Dağılımı……..……..……..26

Şekil 4: Dünya Birincil Enerji Arzı / 2007…..…….…....39

Şekil 5: Dünya Nükleer Enerji Üretimi Bölgesel Dağılımı……..……...65

KISALTMALAR

AAET	Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	Araştırma Geliştirme
BOTAŞ	Boru Taşıma Anonim Şirketi
ÇED	Çevre Etkileşim Değerlendirmesi
DMFC	Doğrudan Metanol
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSBHYP	Yakıt Pili Üretimi ve Entegrasyonu Projesi
DSİ	Devlet Su İşleri
EIA	Enerji Enformasyon İdaresi
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EN-VER	Enerji Veimliliği Derneği
EPDK	Enerji Piyasası Değerlendirme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EVD	Enerji Verimliliği Danışmanlık
FEMP	Federal Enerji Yönetimi Programı
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HYPROSTORE	Hidrojen Teknolojileri Mükemmeliyet Projesi
ICOLD	Uluslararası Baraj Komisyonu
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IEO	İstanbul Eczacı Odası
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ISES	Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu
K.D.V	Katma Değer Vergisi
M.S	Milattan Sonra
MAM	Marmara Araştırma Merkezi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı

OPEC	Petrol İhraç eden Ülkeler Topluluğu
OTEC	Okyanus Isı Enerjisi Çevrimi
REPA	Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası
RES	Rüzgar Enerjisi Santralleri
SGP	Satın Alma Gücü Paritesi
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TEV	Temiz Enerji Vakfı
THEME	Hidrojen Ekonomisi Miami Enerji Konferansı
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Üreticileri Birliği
UAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
UNIDO-ICHET	Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi
VAP	Verimlilik Artırıcı Proje
WWEA	Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği
°C	Santigrat Derece
AFC	Alkali
Btu	İngiliz Isı Birimi
CO_2	Karbondioksit
Gr	Gram
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattsaat
J	Joule
H_2	Hidrojen Gazı
HES	Hidroelektrik Santral
KEP	Kilogram Eşdeğer Petrol
KW	Kilowatt
KWh	Kilowattsaat
KWh/m	1 Metrekareye Düşen Kilowattsaat

m3	Metreküp
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	Megawatt
NOx	Azotoksit ve türevleri
POX	Ağır Petrolün Kısmi Oksidasyonu
PV	Güneş fotovoltaik panel
Ppm	Milyonda bir
PFC	Platin yakıt pili
SO2	Kükürtdioksit
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TWh	Terawattsaat
POX	Ağır Petrolün Kısmi Oksidasyonu
PV	Güneş fotovoltaik panel
PAFC	Fosforik Asit
PEM	Polimer Elektrolit Memran

ÖZGEÇMİŞ

Eğitim

Y.Ls.	2018	Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı
Ls.	2014	Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi İşletme Anabilim Dalı
Ön Ls.	2012	İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO Dış Ticaret Anabilim Dalı
Lise	2010	Bakırköy Anadolu Ticaret Meslek Lisesi

İş/İstihdam

2017	Satın Alma Sorumlusu - Arcelik A.Ş.
2015	Uluslararası Sipariş Yönetimi Sorumlusu - Arcelik A.Ş.
2012	İthalat Sorumlusu - Vektron Elektronik San. Ve Tic. LTD. ŞTİ
2012	İthalat Gümrük Stajyeri - Arcelik A.Ş
2009	İhracat Gümrük Stajyeri – İmer Gümrük Müşavirliği

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : İstanbul/Beyoğlu 1992 Cinsiyet:Bayan

Yabancı diller : İngilizce

GSM / e-posta : 0532 582 4368 / ssinem.yilmaz@hotmail.com

GİRİŞ

İlk bölümde insanoğlunun ve gelişen dünyanın enerjiye neden ihtiyaç duyduğunu ve bu ihtiyaca yönelik neden sürdürülebilir çözümler bulmak zorunda kalındığına değinilmiştir. Yenilebilir enerji kaynakları, yaşadığımız dönemde enerji kısıtının ve çevremizdeki sorunların çözümünde önemli role sahiptir. Ülkelerin kendi refah seviyelerini arttırmak, gelişmişlik statülerini yükseltebilmek ve küresel globalleşme alanında söz sahibi olabilmek için, yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru yönelim eğilimine geçilmiştir. Gelişen teknolojiyle beraber yaşamımızda daha fazla yere sahip olan enerji, göz ardı edilmeyecek şekilde stratejik bir kavram halini almıştır. Bu süreçte ülkeler sahip oldukları kaynaklarla, süregelen ve var olan gelişmelerin yanında sektörel ihtiyaçlar doğrultusunda da uzun vadeyi kapsayacak politikalar oluşturmaya başlamışlardır.

İkinci bölümde, ülkemizde ve dünyada bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarına yer verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, bulundukları yere göre avantaj ve dezavantajları, kullanımı açısından gerekli miktarlarda elde edilmesinin önemi ile bu enerji kaynaklarının potansiyeline göre, ekonomiye ve çevreye etkileri belirtilerek, nüfus gibi etkileyici faktörler de göz önünde bulundurulmuştur. Bağımsız olarak hedeflenen düzeylerde üretimi mümkün olan enerji kaynaklarının, dayanıklılık ve emisyonlarının azaltılması gibi potansiyel sorunları da vardır. 2000'li yıllarda; dünyanın giderek sanayileşme ve küresel rekabete girmesi ile ihtiyaç artışı söz konusu olmuştur. Gelişmiş ülkeler petrol üreticisi olma rolünü isteyip üstlenirken, diğer ülkeler bu rekabet koşullarında sadece tüketici konumunda yer almaktadır. Dolayısıyla enerji, yalnız endüstri alanında kullanılan bir hammadde değil, ticari hayatta da önemli bir paya sahiptir.

Üçüncü bölümde, başarılı bir sürdürebilirlik için uygulanması gereken politikalara yer verilerek devam edilmiştir. Türkiye'nin içinde bulunduğu enerji sıklığı ile ihtiyaçlarını ithal etme yöntemiyle karşılıyor olması, bu politikaların başarılı olmadığını ortaya koymaktadır. Enerji, stratejik bir kavram olmakla beraber gelişmişlik düzeyini karşılaştırmakta kullanılan bir yöntemdir. Toplumların tükettikleri toplam enerji, kişi başına düşen miktarlara bölünmektedir. Tüketiciler piyasa koşullarının etkisine maruz kalırken, sendikalaşma yolundaki yetersizlik emekçi sınıfını olumsuz şekilde etkilemektedir. Kişi başına düşen enerji tüketiminin ekonomiyi ne yönde etkilediği ve

enerji verimliliğini arttırma tüm dünyanın sorunudur. Verimliliği arttıran ekonomik kalkınma, sosyal yaşam düzeyini etkilediğinden ABD, AB ve bizim ülkemizde ne gibi uygulamalara yer verilmekte ve bu uygulamaların ne gibi sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir. Belirtilen süreçlerin ulaşması gereken ortak hedef ülkelerin kendi sermaye birikimlerinin sağlanmasıdır. Enerji alanındaki politikalar, ulusal düzeyde belirlenirken, enerjinin küreselleşme yapısı gözden uzak tutulmaya çalışılmamalıdır.

BÖLÜM 1: ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. GENEL TANIMLAR VE İNCELEMELER

Bu bölümde enerji yönetimi ile ilgili bireylere sürdürülebilir enerji ve çevre yönetimi kapsamında gerekli kavramsal çerçeveye değinilecektir. Bu kapsamda ilk olarak enerji tanımı ve ardından enerji kaynakları açıklanacaktır. Konumuz açısından önemli olan sürdürülebilirlik kapsamında Enerji Kaynakları sınıflandırılması da bu kapsamda incelenecektir.

1.1.1. Enerji Tanımı

Hayatın temellerinden biri olan enerji kavramının içeriği, insanoğlunun tarihsel ve ekonomik evrimiyle şekillenmiştir. İlk zamanlarda enerji (ateş su vb temel maddeler) insanın yaşamsal ihtiyaçları bağlamında ele alınırken, aynı zamanda ilahi bir boyut da kazandırılmıştır. İnsanlığın gelişimi ve bunun maddi çevresine yansıması ile birlikte (elektrik bulunması gibi) enerji kavramının içeriği ve önemi de değişmeye başlamıştır.

Enerji kavramı, fiziksel olarak en basit şekilde “bir cisim ya da cisimler sisteminin iş yapabilme özelliği” olarak tanımlanmaktadır. Enerji doğada mevcuttur ve fiziksel kurallara göre yoktan var edilememekte ve var olan enerji yok edilememektedir. Ancak bir formdan başka bir forma dönüştürülebilmektedir (Sancar, 1992: 142). Alman matematikçi Leibnitz da enerjiyi canlı bir kuvvet olarak ifade etmiş ve bir insanın hızı ve ağırlığı arasındaki matematiksel ilişki olarak açıklamıştır.

Enerji ekonominin emek, toprak ve sermayeye ilave olarak teknolojik değişmelerin de eklendiği bir üretim faktörüdür. Ekonomik kalkınmanın üretim faktörleriyle birleştirilerek, çıktının sağlanmasındaki gerekli ve etkili bir faktördür. Bununla beraber enerjiyi, çağdaş bir üretim faktörü olarak gören yaklaşımlar da vardır. Enerji olgusunun yaşamsal bir ihtiyaç ve araç olmaktan siyasal ve ekonomik bir boyutta ele alınması, özellikle kapitalizmin ortaya çıkışı ile mümkün olmuştur. Coğrafi keşifler ve arkasında yaşanan sanayi devrimi, enerji konusunu, toplumların ve devletlerin esas gündemi haline getirmiştir. Buharlı makinelerin keşfi, sanayileşme ve teknolojik yenilikler

dünyanın özellikle son 200 yılına damgasını vurmuştur. Fabrikalar, üretim süreçleri yanında otomobil, uçak ve benzeri ulaşım araçlarının yaygınlaşması, özellikle petrol, önemli bir enerji unsurudur.

1.1.2. Enerji Kaynakları

Dünyadaki çoğu enerji kaynağı her gün insanlara farklı biçimlerde hizmet sunmaktadır. Genellikle ısıtma ve soğutma veya elektrik enerjisi üretme amacıyla kullanılan ve bu kaynaklarla ilgili yapılan araştırmalarda ortak bir sınıflandırma bulunmamaktadır. Bu konuda en yaygın sınıflandırma birincil ve ikincil enerji kaynakları ayrımı ve aşağıda inceleyeceğimiz sürdürülebilirlik ayrımıdır.

Birincil enerji; mevcut olan doğal kaynaklardan elde edilen enerji anlamına gelir. Bu enerjiyi oluşturan kaynaklar, doğrudan kullanıldıkları gibi ikincil enerjiye dönüştürülerek de kullanılmaktadır. İkincil enerji ise; birincil kaynakların fiziksel değişimi ile ortaya çıkan enerjiyi ifade etmektedir. Günümüzde enerji kaynaklarının çeşitleri artmış fakat belli kaynakların önemi korunmuştur. Öncelikle petrol, dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biri olarak varlığını korumakta ve devam ettirmektedir. Günümüzde, toplam enerji kaynaklarının % 90'ını fosil kaynaklı yakıtlar içindeki payının giderek artması ve 2030 yılına gelindiği zaman da %58 oranına çıkması beklenmektedir. Sanayileşmeyle birlikte tüketimi artan petrol, Orta Doğu ülkelerinin elinde bulunmaktadır ve bu ülkelerin çoğunlukta bulunduğu bir kartel tarafından fiyatları belirlenmektedir. Bu durum da, farklı ekonomik ve kültürel yapılardaki ülkeleri birbirine bağımlı hale getirmektedir. Böylece petrol, herhangi bir maden olmaktan ziyade, uluslararası siyasi ve ekonomik stratejilerin şekillenmesinde de önemli bir role sahip olmaktadır (Akkın ve Atman, 20016: 64-65).

Türkiye, gerek coğrafi konumu, gerekse yeterli bilinçlenmenin olmaması ve enerji verimliliğinin istenilen seviyede belirleyememesi gibi faktörlerle, enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Bu nedenle enerji israfının önüne geçilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde ülkemiz enerji darboğazı ile karşılaşabilecektir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine baktığımızda, 2010 ile 2020 yılları arasında ülkemizde gerçekleşebilecek enerji talebi ve artışı için aşağıdaki tabloda da belirtildiği üzere bir senaryo söz konusudur. Bu senaryoda puant talep ve enerji talebi tabloda belirtilmiştir. Tabloya baktığımızda enerji ve puant taleplerinin artışını görmekteyiz. Sürekli olarak artan enerji ihtiyacını, enerji satın alarak dövize daha bağımlı hale getirmek yerine, enerji santrallerine yatırım yapmamız

gerekmektedir. Yani üreten bir ekonomiye sahip olmalıyız. Bu sayede üretim ve tüketim noktalarında verimlilik artışı sağlamış oluruz. Yeni kaynakları devreye sokmaktansa, verimlilik konusunda yaratabileceğimiz verimlilik daha ekonomik olacaktır. Buna örnek olarak aydınlatma konusunda enerji tasarrufu sağlamak, yakıttaki tüketimleri azaltmak, atıktaki sıcak suları geri kazanmak vb verebilriz.

Tablo 1. 2005-2020 Yılları Arasında Enerji Talep Tahminleri

YIL	PUANT TALEP		ENERJİ TALEBİ	
	MW	ARTIŞ (%)	GWh	ARTIŞ (%)
2010	38785	8,3	242020	8,3
2011	41965	8,2	262000	8,3
2012	45410	8,2	283500	8,2
2013	49030	8,0	306100	8,0
2014	52905	7,9	330300	7,9
2015	57050	7,8	356200	7,8
2016	60845	6,6	383000	7,5
2017	65245	7,2	410700	7,2
2018	69835	7,0	439600	7,0
2019	74585	6,8	469500	6,8
2020	79350	6,4	499490	6,4

Kaynak: ETKB Müsteşar Yrd., 2006, “ETKB Gündeminde Yenilenebilir Enerji ve Hidrolik Enerji”, Dünya Su Günü Konferansı, Su Vakfı, s.3.

1.1.3. Enerji Kullanımından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar

Dünyanın yıllık enerji ihtiyacı nüfus artışına eşit yani paralel olarak hızla artmaktadır. Sürekli gelişen teknolojiyle beraber ham petrol ve doğal gaz fiyatlarında da artış görünmektedir. Kömür kullanan tesislerin ve nükleer enerjinin çevre üzerinde olumsuz etkileri yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Sera etkisi yaratarak iklim değişikliğine neden olan CO2, fosil yakıtların yanmasıyla oluşan ve atmosfere verilen, So_x, No_x gibi kirletici emisyonlarla beraber çevre olumsuz yönde etkilenmektedir. Doğal kaynaklar sınırlı olduğundan, ortaya çıkan enerji sıkıntısının ekonomilere verdiği zararların yanı sıra, yanma ürünlerinin çevreye verdiği zararlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını tartışılır duruma getirmiştir. Bu nedenle mevcut kaynakların korunup, daha verimli sistemlerle tüketimini ön plana çıkarmak gerekir. Böylelikle enerji israfından vazgeçilip, var olan enerjiyi doğru yerde ve zamanda kullanmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 3. Çalışma Grubu tarafından iklim Değişikliğinin Azaltılması Raporu 15 Nisan 2014 tarihinde yayınlanmıştır. Raporda yer alan bulgulara göre; 2014 yılı itibariyle sera gazı emisyonlarının %77' sinin insan kaynaklı olduğu ve bu oranın 1970 ile 2004 yılları arasında %145 arttığı belirtilmiştir. Sera gazı emisyon artışının en yüksek olduğu sektör enerjidir (Yapıcı ve Özdemir, 2007: 10). Enerji yönetimi çevresel kalitenin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Sürdürülebilir enerji, iklim değişikliğinin hafifletilmesinde önemli bir belirleyicidir. Rapordaki bulgulardan bir diğeri de, mevcut kömür yakıtlı santrallerin modern, yüksek verimli doğalgaz çevrim santralleriyle değiştirilmesidir. Bunun için kullanılan doğal gaz kaynaklarını göz önüne aldığımızda, enerji sağlamadan kaynaklı sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltmış olacağız.

Son yıllarda uluslararası alanda sürdürülebilir tüketim düşüncesi sıkça tartışılmaktadır. Bu kavramı, 1992 yılında Rio'da düzenlenen Dünya Zirvesinin sürdürülebilir gelişme eylem planı çerçevesinde yer alan Gündem 21 belgesinde yer almıştır. Rio Zirvesi'nin sonuçlarını incelediğimizde, insanların doğa ve çevreye karşı olumsuz etkilerini minimuma indirmek için tüketim kalıplarını değiştirmeleri gerektiğini görmekteyiz. Bu durum insanoğlunun devamlılığı için sürdürülebilir gelişmeyi sağlayacaktır. Sürdürülebilir gelişme paradigması, hem sürdürülebilir tüketimi hem de sürdürülebilir üretimi içermektedir. (McLaren, 2007: 2). Sürdürülebilir üretim alanındaki

başarılı uygulamalar arasında, kaynakların etkin kullanımı ve temiz üretim gibi uygulamalar mevcuttur. Buna karşın tüketim alanında çok az başarı sağlanılmıştır. Dünya'da tüketimle ilgili birbirine zıt iki temel sorun bulunmaktadır. Bunlar; aşırı tüketim ve yetersiz tüketimdir. Bu durum da dünyanın bir bölümünün, tüm kaynakları kayıtsızca tüketirken, bir başka bölümünün temel gereksinimlerini bile karşılayamamasına yol açmaktadır. Sürdürülebilir tüketim de, dünya üzerindeki bu eşitsizliği gidermeyi amaçlamaktadır. Ülkeler arasındaki bu eşitsizlik aynı zamanda ülke içinde de yaşanmaktadır. Sürdürülebilir tüketimin ülkemizdeki durumunu inceleyecek olursak, TÜBİTAK'ın Vizyon 2023 projesi kapsamında hazırladığı Enerji ve Çevre Teknolojileri stratejisi raporu mevcuttur. Bu raporda atıkların azaltılması, geri kazanılması ve temiz üretim teknolojileri ile çevreye zarar vermeyecek şekilde giderilmesi konularına vurgu yapılmaktadır. Günümüz tüketicileri, makro pazarlama kavrayışlarına sahip oldukları ve nesneleri doğanın ürünleri olarak gördükleri takdirde sürdürülebilir tüketim düşüncesi sürecektir (Dolan, 2002:172). Sürdürülebilir tüketim düşüncesinin bazı eksik noktalarının tamamlanması gerekmektedir. Örneğin; sürdürülebilir üretimin, kirliliği minimuma indirmedeki açık hedefi mevcutken, sürdürülebilir tüketimin esas hedefi belirsizdir. Tüketimin belirsizliği, uluslararası eşitlik ve bireysel yaşam biçimine ilişkin uygulamalarının netleştirilememesinden kaynaklanmaktadır. Sürdürülebilir tüketimin varsayımları, bireylerin ihtiyaçlarını merkez almakta ve bireyler arasındaki ilişkileri oluşturan tüketim uygulamalarının önemini ihmal etmektedir (Dolan, 2002:170).

1.1.3.1. Enerji ve İklim Değişikliği

Uluslararası Enerji Ajansı'nın Mart 2017'de yayınladığı makalede sera gazlarının içerisinde olan karbondioksit (CO_2) salınımının 2008 ile 2035 döneminde 30,2 milyar tondan %43' lük bir artış ile 43,2 milyar tona yükseleceği öngörülmektedir (EIA, 2016). Enerji tüketimi ile karbondioksit salınımı arasındaki ilişki, Kaya Faktörleri ile ifade edilir. Bu faktörler;

- Karbon yoğunluğıu,
- Kişi başı gayrisafi yurt içi hasıla
- Enerji yoğunluğu
- Nüfus değişkenleridir.

Kaya faktörlerini aşağıdaki eşitlikle ifade etmek mümkündür.

Tablo 2. Karbondioksit Salımı ile Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki

CO_2 salınım	=	Karbon Yoğunluğu	*	Enerji Yoğunluğu	*	Kişi Başı Milli Gelir	*	Nüfus
CO_2	=	CO_2 / TEP	*	TEP/GSYİH	*	GSYİH/Nüfus	*	Nüfus
(Toplam CO_2 salımı) Gigaton	=	(Birim enerji üretim başına salınan CO2 miktarı) Gigaton/terawatt	*	(GSYİH başına tüketilen enerji terawatt/USD	*	(Kişi başı GSYİH) USD/Milyar kişi	*	(Dünya nüfusu) Milyar kişi
ETKİ	=	TEKNOLOJİ			*	REFAH	*	NÜFUS

Kaynak: Enerji Verimliliği Raporu Ocak 2014, Ankara

Bu faktörlerin bölge veya ülke bazında incelenmesi; geçmişteki eğilimin ve gelecekteki öngörülerin yorumlanması ile mümkün olmaktadır. Eşitliğin sol tarafı CO_2 salınımının azaltılabilmesi için, sağ tarafı ise bulunan dört Kaya faktörünün tek tek düşürülmesi gerekmediğini ifade etmektedir. Formülün incelenmesinde bir faktörün payında yer alan bir terimin, diğer bir faktörün paydasında yer aldığı ve bu yüzden çözümün çok basit olmadığı görülmektedir.

ABD Enerji Enformasyon İdaresi (EIA) politikalarının görüşüne göre; bu faktörlerden “ekonomide enerji yoğunluğu” ve “enerjinin karbon yoğunluğu” ile ilgilenildiğidir. Hardeeu’e göre CO2 salınımını düşünmenin yolu; nüfus artış hızını düşürmekte olduğudur. Jancovici ise; politik ve teknik nedenlerden dolayı bu faktörlerden sadece karbon yoğunluğunun düşürülebileceğini, bunun da “düşük karbon ekonomisine” geçişle mümkün olabileceğini belirtmektedir. Bu da “yenilenebilir enerji kaynaklarına” ve “enerji verimliliğine” yönelmekle sağlanacaktır.

1.2. DÜNYA'DA ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji, günümüzde hem üretim hem de tüketim açısından, bazı ulusal ve uluslararası politikalarla yönetilmektedir. Çünkü üretime bağlı olarak giderek artan enerji, gerek kaynaklar açısından siyasi bir unsur, gerekse de çevresel koşullar açısından tehlikeli bir etken haline gelmiştir.

1970'lerde yaşanan petrol krizi ve akabinde gelen ambargoları süreci, batı ülkelerini enerji konusunda acil olarak önlemler almaya teşvik etmiştir. Bundan 50 yıl önceki bu süreç, başta nükleer santraller olmak üzere acil müdahale olarak elektrik enerjisi üretiminde, yenilenebilir kaynaklar arayışını gündeme gelmiştir. Günümüzdeki fosil yakıtların enerji tüketimindeki baskın payı devam etmekle birlikte 2015'te tüketilen 12 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) enerjinin %34'ü petrol, %30'u kömür, %24'ü doğal gaz ile karşılanmıştır. Dünya'da enerjinin %54'ü 5 ülke tarafından tüketilmiştir. Tüketimlerindeki artış görülen ülkeler Çin, ABD, Rusya, Japonya ve Hindistan'dır. Çin'in yıllık enerji tüketimi son 10 yılda 2,4 oranında artış göstererek, 2016 yılı sonunda ABD'nin yıllık tüketimini de geride bırakmıştır.

2007'den bu yana ekonomik durağanlığa paralel olarak enerji ihtiyacında da azalma yaşanmaktadır. 2011 yılı baz alınarak (mevcut mevzuat ve politikalarının devam ettiği kabul edilerek) hazırlanan senaryoda 2008 ile 2035 yılları arasında dünyadaki enerji pazar payının %53 civarında büyüyeceği (2008 tüketimi 505 katrilyon Btu 12.7 milyar TEP, 2035 tüketim tahmini 770 katrilyon Btu 19,4 milyar TEP) ve bu artıştaki en büyük payın %85 ile OECD üyesi olmayan ülkelerin alacağı düşünülmüştür. Bu oran OECD ülkeleri için %18'dir. Ayrıca dünyadaki birincil enerji talebindeki toplam artışın yarısının Hindistan ve Çin olacağı belirtilmektedir. 2008 ile 2035 döneminde enerji talebinin daha fazla artmaya devam edeceği ve petroldeki hızlı talep artışının biraz düşerek, toplam enerji tüketimi içerisinde 2008'de %34 olan payının 2035'de %29'a azalacağı öngörülmüştür. Yenilenebilir enerjinin de artış göstererek 2008'de %10 olan payının 2035'de artarak %14'ün üzerine çıkacağı öngörülmüştür. (Becerik, 2011:32)

1.2.1. Fosil Kökenli (Tükenebilir) Enerji Kaynakları

Dünya'daki fosil enerji kaynakları;

- Kömür (Taş kömürü, Linyit kömürü),
- Doğalgaz ve
- Petroldür.

Bu kaynaklar katı, sıvı ve gaz haldedirler. “Bitkisel ve hayvansal kökenli kalıntıların, milyonlarca yıl süresince toprak altındaki basınç ve yer kürenin içerisinden gelen yüksek sıcaklıkla fosilleşmesinden oluşmaktadırlar.” Fosil yakıtlar elektrik üretimi, hareket gücü ve ısıtmada kullanılır. Ama elde edildikten sonra tekrar kullanılamamaktadır. Artan tüketim sonucunda, kaynaklar hızlı bir şekilde azalmaktadır. Bu yüzden de insanlar enerji ihtiyacını karşılamak için, kolay ulaşılabilen ve dönüştürülebilen kaynaklara yönelmişlerdir. İstanbul Ticaret Odası’nın araştırmalarına göre; “2030 yılında kömür rezervlerinin %25’i, doğalgaz rezervlerinin %65’i ve petrol rezervlerinin %85’inin biteceğini göstermektedir (Alemdaroğlu, 2017: 13).

1.2.1.1. Fosil Yakıtların Dünya Enerji Tüketimi İçerisindeki Yeri

2008 yılındaki kullanılan fosil yakıtların verilerine göre; Çin en büyük enerji tüketicilerinden biriydi ve toplam enerji ihtiyacının %93’ünü karşılamaktaydı. İkinci sırada Rusya Federasyonu %94 oranı ile üçüncü sırada ABD %91 oranıyla bu ihtiyacı karşılamıştır (BP, 2009: 41).

Dünya nüfusu 1900 yılında 1,6 milyar idi. (Birleşmiş Milletler Nüfuz Projeksiyonu) Birincil enerji tüketimi yaklaşık 1000 Mtep idi. 2000 yılına gelindiğindeydi, dünya nüfusu 3,8 kat artarak 6 milyar seviyesine çıkmıştır. Birincil enerji tüketimi de 9,2 kat artarak 9285 Mtep olmuştur. Tüketilen bu enerjinin 8089 Mtep kısmı petrol, kömür ve doğalgazdan oluşan fosil kaynaklar oluşturmaktadır. Geriye kalan 610 Mtep’i hidrolik enerjiden 584 Mtep’i ise nükleer enerjiden karşılanmıştır (TÇV, 2014: 32). Buna rağmen enerji talebi ile nüfus artış oranı arasında doğrusal bir ilişkiden söz edilemez. Çünkü enerji ihtiyacı son 100 yılda 9,2 kat artarken nüfus, 3,8 kat olarak sınırlı kalmıştır. Bu durumu da gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında görülen yapısal farklılıklarla belirtmek mümkündür. Gelişmiş olan OECD ülkeleri, dünya nüfusunun %20’sine, toplam enerji tüketiminin ise % 50’sine sahip iken, gelişmekte olan ülkeler, toplam nüfusun %75’ine, toplam tüketiminin ise %20’sine sahiptir (http://www.site.mynet.com/nukleerguc/nukleerenerji/id5.htm. 2016).

Dünya birincil enerji tüketimi 2008 yılı itibariyle 2007 yılına nazaran % 1,4 oranında artarak son on yılın ortalamasının altında kalıp 11,294 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Bu da 2001 yılı itibariyle en zayıf büyümenin yaşanması ve petrol varil fiyatlarının ortalamanın üzerinde seyretmesinden kaynaklanmıştır. Petrol varil fiyatlarının devamlı artış göstermesi ise Dünya ekonomisinde yaşanan resesyona rağmen, mevcut yeraltı petrol kaynaklarının rezervlerle sınırlı oluşundan ve hızlı bir şekilde tükenmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 3. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Yakıt Yüzdelik Payları (1973-2020)

KAYNAKLAR	1973	2004	2008	2010	2020
PETROL	53	37	35	39	38
DOGALGAZ	16	24	24	24	25
KÖMÜR	18	27	29	28	29
FOSiL YAKITLAR	87	88	88	91	92
NÜKLEER	10	6	5	6	4
HiDRO ENERJi	2	6	6	3	3
DiGER YENİENEBİLİRLER*	1	0	1	1	1

Kaynak: Küresel Petrol Stratejilerinin Jeopolitik Açıdan Türkiye ve Dünya Üzerindeki Etkileri, (İTO), s. 70 *Hidrolik hariç, güneş, rüzgar, gel-git, jeotermal, geleneksel ve modern biyolojik yakıtları içermektedir.

Dünya enerji tüketimi 2004 yılı sonunda 10,6 milyar TPE'ye ulaşarak nüfus artış oranının üzerinde kalmış, yıllık ortalama 1,7'lik bir artışla 2010 yılında 13,2 milyar TPE'ye, 2020'de 13,4 milyar TPE'ye ve 2030 yılında 16,5 milyar TPE'ye ulaşmas beklenmiştir (Akkın ve Atman, 2006: 69). Yukarıdaki tabloya göre, toplam enerji tüketimi içerisinde en büyük paya sahip fosil yakıtların olduğu görülmektedir. 1973 yılında bu oran %87 iken, 2004 yılında oran %88'e çıkmıştır. 2010 ve 2020 yılları için yapılan tahminlere

bakıldığında, fosil kaynak kullanımının çok fazla değişmeyerek %90 dolaylarında olacağını göstermektedir.

Varolan enerji sistemine yönelik alt yapının, petrole uygun dizayn edilmiş olması diğer fosil kaynaklı yakıtların ikamesine olanak vermemektedir. Bu yüzden önümüzdeki 10 ile 20 yıllık gibi bir sürede petrole olan talep devam edecektir. 2008 yılında Dünya'da doğalgaz tüketimi %2,5 oranında artış göstererek 3018,7 milyar metreküp olarak gerçekleşmiştir. Bu artış, son 10 yılın ortalamasının gerisinde kalmış ve ülke bazında tüketiminde en büyük artış yıllık %15,8'lik oranda 80,7 milyar metreküp olan Çin'de gerçekleşmiştir (BP, 2009: 27). Küresel rekabet alanında liderlik için yarışan ülkeler arasındaki Çin'in gelişen sanayi ve buna bağlı olarak artan enerji ihtiyacı doğalgaz gibi diğer kaynaklarda da talep artışına sebep olmuştur.

1.2.1.1.1. Kömür Rezervleri

2017 yılında toplam enerji tüketiminde %28 oranına sahip olan Türkiye'deki en geniş kaynaklardan biri olan kömür rezervleri, ülkemiz coğrafyasında tüketim yerlerine yakın olması nedeniyle ve diğer enerji çeşitlerine kıyasla daha güvenilir olması tercih edilen bir kaynak olmasını sağlamaktadır. Kömür rezervleri, günümüzdeki kullanım değerlerine göre diğer fosil yakıtlara nazaran yaklaşık 3 kat daha fazladır. Dünya Enerji Ajansı'na göre; günümüzde dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %25'i kömür kaynaklarından karşılanmaktadır. Bügünkü kullanımı göz önüne alındığında ise; kömüre yaklaşık olarak 60 yıl kadar ömür biçilmektedir(Alemdaroğlu, 2017: 13-14). Dünya kullanılabilir kömür rezervleri 929 milyar ton cıvarındadır. 2009 yılı verilerine göre ise; 826 milyar tonu ispatlanmış rezervlerdir. Toplam dünya kullanılabilir kömür rezervleri 1991 yılında 1,145 milyar ton iken, 2000 yılında bu rakam 1,083 milyar ton ve 2006 yılında 929 milyar tona düşmüştür (EIA, 2009: 59).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre yerli linyit kaynaklarının enerji potansiyeli 120 milyar kWh/yıl civarında olmasına rağmen, 2010 yılında bu potansiyelin sadece %44'ü değerlendirilebilmiştir. Taş kömürü rezervlerinde ise durum; üretimi mümkün 11 milyar kWh/yıl potansiyelin sadece %32'lik payı işletilmektedir. Yani ithalat yapılmaktadır. Türkiye Taşkömürü Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan sektör verilerine göre 2001 yılında 345 milyon dolar tutarındaki kömür ithalatı 2007 senesinde 2,027 milyon dolara çıkmıştır (TTK, 2009: 22). Buradaki en büyük pay sanayi kesimine

ayrılmıştır. Enerji sektörünün tüketimden aldığı pay giderek artış gösterip, sanayi sektörünü geçerek yaklaşık 10,8 milyon ton taşkömürünün 5 milyon tonu elektrik santrallerinde değerlendirilmiştir (TTK, 2009: 23). Dolayısıyla kömür ithalatı faturası da sürekli artmaktadır. Resmi rakamlarla ifade edildiğinde; 2004 yılında kömür ithalatı 2,149 milyon dolar, 2005 yılında ise 2,500 milyon dolar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kömüre dayalı enerjinin kullanımı için, kömür enerjisinin Türkiye'yi uluslararası karbon ticaretinde borçlu duruma getirecek sera gazı salınımın yüksek bir enerji türü olması da zıt bir eğilim olarak görülmektedir (TKİ, 2009: 13).

Dünya'da görünür kömür rezervlerinin %51'i antrasit ve bitümlü, %32.2'si alt bitümlü ve %18'i linyitten oluşmaktadır. Kömür rezervleri farklı derecelerde kaliteye sahip olmakla birlikte içerdikleri enerji (Btu) miktarıyla orantılı olarak değerleri artmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2016 yılındaki verilerine göre linyit, Yunanistan'da ton başına 4,5 milyon Btu içerirken, Kanada'da 12,4 milyon Btu içermektedir (EIA, 2015: 60). Asfaltit kaynağına petrol kökenli kayaçlar da denilmektedir. Yüksek ısıl değere sahip olduğundan ısınmada kullanılır. Türkiye Kömür İşletmeleri'nin (TKİ) verilerine göre tespit edilen rezerv 80 milyon ton dolaylarındadır (DPT, 2016: 496). Bitümli şistler ise organik ve mineral yapının oluşturduğu farklı jeolojik evreler sonucunda oluşan madenlerdir. Bitümli şistlerden enerji elde etmek için, organik bölümün damıtılıp sıvı yakıt üretilmesi ya da direk yakılması gerekmektedir. Ülkemizde ispatlanmış bitümlü şist rezervleri 541-1390 Kcal/kg ısıl değerine sahip olup, 1641 milyon tondur (Ballice, Yüksel, Sağlam, Hanoğlu, 1995: 9-10).

Kullanılabilir kömür rezervleri zamanla dünyanın her yerine yayılmış durumdadır ve %80'i beş bölgede toplanmıştır. Bunlar, Birleşik Devletler %28 oranında, Rusya Federasyonu'nda %19 oranında, Çin'de %14 oranında, OECD'ye üye olmayan Avrupa ülkelerinde ve Avrasya'da %10 oranında ve Avustralya-Yeni Zelanda %9 oranında dağılım göstermektir.

Tablo 4. Dünya İspatlanmış Kömür Rezervleri, 2009

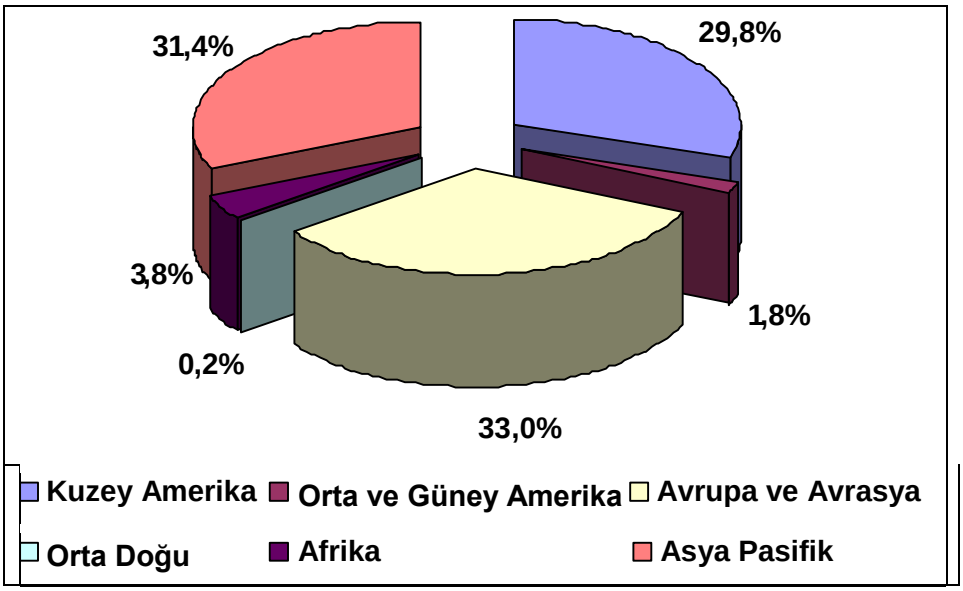
BÖLGE / ÜLKE	DÜNYA İSPATLANMIŞ KÖMÜR REZERVLERİ 1 OCAK 2009		
	ANTRASİT VE BİTÜMLÜ	ALT-BİTÜMLÜ VE LİNYİT	TOPLAM / MİLYAR TON
KUZEY AMERİKA	113281	132816	246097
ORTA VE GÜNEY AMERİKA	6964	8042	15006
AVRUPA- AVRASYA	102042	170204	272246
ORTA DOĞU	1386	-----	1386
AFRİKA	31869	174	32043
ASYA-PASİFİK	155809	103444	259253
DÜNYA TOPLAMI	411321	414680	826001
AVRUPA BİRLİĞİ	8427	21143	29570
OECD	159012	193083	352095
ESKİ SOVYET CUMHURİYETLERİ	93609	132386	225995
DİĞER	158700	89211	247911

Kaynak: BP-Statistical Review of World Energy, June (2009), s. 33

Mevcut kömür kaynakları, 2003 yılında Hindistan ülkesi için 102 milyar ton iken, 2006 yılında 62 milyar tona gerilemiştir. OECD'ye üye olan Avrupa ülkelerinin sahip

olduğu görünen rezerv 43 milyar ton iken; 2006 yılındaki verilere göre 32 milyar tona azaltılmıştır (EIA, 2016: 72). 2006 yılında OECD ülkelerinde 49,9 katrilyon Btu olan kömür tüketimi, 2015 yılında 47,8 katrilyon Btu, 2030 yılında ise; 50,7 katrilyon Btu olması düşünülmektedir. Endüstri, ısınma ve ticari amaçlı elektrik üretiminde, kömürün kullanım payı %49 civarında seyretmektedir. OECD'ye üye olmayan Asya ülkelerinde yaşanan ekonomik gelişme ve enerji talebinin 2030'a kadar 139,6 katrilyon Btu'ya ulaşacağı öngörülmektedir. 59 katrilyon Btu'luk olan bu artış, dünya enerji kaynakları içerisindeki kömürün değerini ve varlığını koruduğunu göstermektedir (EIA, 2016: 51).

Avrupa Birliği 1952 yılında yaptığı Avrupa Kömür Çelik Topluluğu (AKÇT) Antlaşması sonucunda; kömür iç pazarı kurmuştur. Ayrıca 2002 yılına kadarda katı yakıt politikalarını bu antlaşma doğrultusunda yürütmüştür. AB elektrik üretiminin %30'una yakın bölümünü, katı yakıtlardan karşılamaktadır ve 2008 yılının sonu itibari ile 29,570 milyar ton ispatlanmış kömür rezervine sahiptir. Bu oranlara rağmen ithal kömürün daha ucuz olması AB'ni ithalat yapmak zorunda bırakmaktadır. Kömür ve doğalgaz küresel elektrik üretim kapasitesinden %60'ın üzerinde bir oranla pay almaktadır. 2030 yılında yapılan tahminlere göre, dünya elektrik üretim arzında %64'lük bir paya sahip olacaktır. Özellikle zengin kömür rezervlerine sahip olan Asya bölgesinde yüksek maliyetli doğalgaz ve petrolün yerine elektrik üretiminde daha ekonomik olan kömür kullanımının yaygınlaşması tahmin edilmektedir (EIA, 2009: 78). İlk yatırım maliyetleri açısından, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim, kömüre dayalı üretim ile kıyaslandığında, daha yüksek maliyet söz konusu olmaktadır. Buna rağmen enerji üretimi sırasında, herhangi bir yakıt girdisi gerekmediğinden orta ve uzun vadede ilk yatırım maliyetlerini amorti ederek kömüre kıyasla daha karlı hale gelmektedir. Devletler'in sera gazı salınımı politikaları, yenilenebilir enerji üreticilerine sağlamış olduğu birtakım teşviklerle de beraber, yenilenebilir kaynaklardan gerçekleştirilen üretimin daha avantajlı bir konuma sahip olduğunu görmekteyiz.



Şekil 1 Dünya İspatlanmış Kömür Rezervleri Dağılımı / 2008

Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy, 2011, s.32

Verilere göre, dünya kömür rezervlerinin %33'ü Avrupa ve Avrasya bölgesindedir. Rusya Federasyonu 157 milyar tonluk ispatlanmış rezerve sahip, bölgenin en önemli aktörü iken, dünya toplam kömür rezervininde %19'unu elinde bulundurmaktadır. %31,4 oranı ile Asya-Pasifik bölgesi dünyanın en geniş 2. ispatlanmış rezervlerine sahiptir. Çin, Hindistan ve Avustralya da en büyük rezerve sahip ülkeler olmakla beraber, bölge rezervlerinin %96'sını oluşturmaktadır. Kuzey Amerika bölgesi ise; Birleşik Devletler dünya toplam ispatlanmış rezervlerinin %29,8'ini, Kuzey Amerika'nın %97'sini oluşturmaktadır.

Dünya üzerinde 861 milyar ton kömür rezervi bulunmaktaydı (BP, 2011). Fakat kömürün atmosfere yaydığı kirlilik "pis" bir enerji kaynağı olarak görülmekle birlikte, son yıllarda uygulanan yeni yakma teknikleriyle kirli salınımlar minimuma indirilmiştir ve bu kaynağın gerek enerji üretiminde, gerekse de sanayide kullanımı sağlanmaya çalışılmıştır.

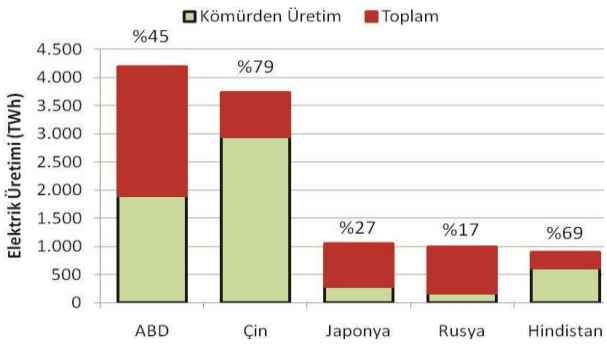
Dünya'da kömür rezervlerinin 2010 yılı sonu dağılımı aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 5. Dünya kömür rezervlerinin bölgelere dağılımı (2010)

	milyar ton	**%**	**rezerv/yıllık üretim**
Kuzey Amerika	245,1	28,5%	231
Orta ve Güney Amerika	12,5	1,5%	148
Avrupa ve Avrasya	304,6	35,4%	257
Orta Doğu ve Afrika	32,9	3,8%	127
Asya ve Pasifik	265,8	30,9%	57
DÜNYA	860,9	100,0%	118

Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy, 2011

Ülkeler genelinde kömür rezervlerinin %27,6 oranı ABD'de, %18,2'si Rusya'da ve %13,3'ü Çin'de, %15'i ABD'de gerçekleşmiştir. Dünya'daki elektrik üretiminde %40,3 oranında kömür kullanılarak, OECD ülkelerinde %34,6, OECD dışı ülkelerde ise bu oran %46,6'dır. Bazı ülkelerin elektrik üretimindeki kömürün payı aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 2 Bazı ülkelerin elektrik üretiminde kömürün payı (2009)

Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy, 2011

Bor mineralleri, kimyasal yapılarından farklı alanlarda bor oksit (b2o3) içeren ve enerji, cam, uzay ve hava araçları, nükleer uygulamalar, inşaat otomotiv ve daha çok sektörde kullanılan bileşiklerdir. Dünya'da bor kaynakları çoğunlukla bizim ülkemizde Rusya ve A.B.D'de bulunmaktadır. Türkiye dünya toplam bor rezervlerinin %72'sine sahiptir. Geriye kalan %8 orana Rusya ve %7 oranına A.B.D sahiptir. Bor kimyasallarının kurulu üretim kapasitelerine bakıldığında; A.B.D 1498 bin ton/yıl ile lider durumdadır. Türkiye ise; 1,272 bin ton/yıl ile dünya ikincisidir. 2008 yılında Eti Maden tarafından gerçekleştirilen toplam bor ürünleri satış geliri 536 milyon dolarlık payı ihracattan tedarik edilmiştir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2008: 1-5).

2015 yılı itibariyle Dünya Enerji Konseyi tarafından 80 civarında ülkede bulunduğu raporlanan dünya kömür rezervlerinin en büyük kısmı (237,3 milyar ton) ABD'de yer almaktadır. ABD'yi 157 milyar ton ile Rusya Federasyonu ve 114,5 milyar ton ile Çin izlemektedir. Diğer kömür zengini ülkeler arasında; Avustralya (76,4 milyar ton), Hindistan (60,6 milyar ton), Almanya (40,5 milyar ton), Ukrayna (33,9 milyar ton), Kazakistan (33,6 milyar ton) ve Güney Afrika Cumhuriyeti (30,2 milyar ton) bulunmaktadır. Dolayısıyla, dünya kömür rezervlerinin %90'dan fazlası bu dokuz ülkenin sınırları içinde yer almaktadır. Dünya Enerji Konseyi'nin araştırmalarına göre; dünya kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervi toplam 892 milyar ton büyüklüğündedir. Söz konusu rezervin; 403 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömür, 287 milyar tonu alt bitümlü kömür ve 201 milyar tonu ise linyit kategorisindedir.

Dünya 2015 yılı toplam kömür üretimi dikkate alındığında, son yıllarda yürütülen ciddi kömür arama faaliyetleri sonucunda ülkemiz linyit rezervi önemli ölçüde arttırılabilmiştir. Bununla beraber, söz konusu rezervin uluslararası standartlara göre sınıflandırılmasına ve ekonomik olarak işletilebilir rezervlerimizin belirlenmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. 2015 yılı sonu itibariyle 126,9 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP) olan ülkemizin toplam birincil enerji tüketiminde kömürün payı %27,3'dür. Ülkemizin 2016 sonu itibariyle kömüre dayalı santral kurulu gücü 17.316 MW olup toplam kurulu gücün %22,1'ine karşılık gelmektedir. Yerli kömüre dayalı kurulu güç 9.437 MW (%12,1) ve ithal kömüre dayalı kurulu güç ise 7.879 MW (%10) şeklindedir.

2005 yılından itibaren enerji üretiminde yerli kaynaklara önem verilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması hedefleri çerçevesinde sanayileşme ve nüfus artışına paralel olarak artan enerji talebinin karşılanması amacıyla; yeni kömür sahalarının bulunması ve bilinen sahaların geliştirilmesi çalışmalarına hız verilmiştir. Kömür aramaların sonucunda 8,3 milyar ton olan mevcut rezerve ilave olarak; 2014 yılı sonu itibarı ile 7,38

milyar ton yeni linyit rezervi tespit edilmiştir. 2016 yılında kömüre dayalı santrallerden toplam 92,3 TWh elektrik üretilmiş olup toplam elektrik üretimi içerisindeki payı %33,9 düzeyindedir. Aşağıdaki tabloda 2011 ile 2016 yılları arasındaki enerji hammaddeleri üretimi (ton bazında) rakamsal olarak belirtilmiştir.

Tablo 6. Enerji Hammaddeleri Üretimi (TON)

MADEN ADI	KURUM	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kömür	EÜAŞ	31.455.812	24.297.709	16.011.459	18.987.907	10.855.125	13.267.974
	TKİ	41.530.095	36.815.592	23.257.009	22.854.114	12.432.171	24.330.886
	Diğer Kamu	0	0	11.245.055	1.063.927	399.816	213.501
	Özel Sektör	9.389.340	16.900.893	12.810.342	23.301.062	35.043.058	40.083.687
	Toplam	82.375.247	78.014.194	63.323.865	66.207.010	58.730.170	77.896.048

Kaynak: www.enerji.gov.tr/tr-TR/AramaSonuclari?k=2016%20kömür%20verileri

1.2.1.1.2. Petrol Rezervleri

Artan tüketim ile beraber yeni petrol rezervlerinin bulunması ve hizmete sunulması önemlidir. Aynı zamanda petrolün rezervi, üretimi ve tüketimi iç içe bulunmakla beraber, kaynaklarda yaşanabilecek olası bir kesinti ile üretim ve tüketim de olumsuz etkilenecektir. “Dünya ispatlanmış petrol rezervi 1 Ocak 2009 tarihi itibari ile BP’nin verilerine göre 1,258 milyar varilin %59,9’u Orta Doğu’dadır.” (BP, 2009: 6).

Dünya ham petrol rezervleri günümüzde tatmin edici miktarlarda değildir. Fakat jeolojik ve mühendislik verileri ile gelecek zamanda yeni kaynakların keşfedilebilmesi mümkündür. İspatlanmış rezervler, görünen kaynakların tahminini belirlerken, aslında alt tabakada keşfedilmemiş rezervlerinde olduğu bilinmektedir. Teknolojik gelişmelerle birlikte gelecekteki potansiyel rezervlerin fiziksel ölçümü daha kesin ve net bir şekilde yapılabilecektir (EIA, 2009: 31)

Fosil kaynaklar içerisinde, dünya birincil enerji kullanımındaki ham petrol %37 ile en yüksek paya sahip olan bir kaynaktır. Dünya çapında günlük 84,5 milyon varil tüketildiğini varsayarsak, rezervlerin ömrünün ortalama 41 yıl kadar olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 7. Dünya İspatlanmış Petrol Rezervleri, 2016

ÜLKELERE GÖRE PETROL REZERVİ (milyon varil)					
Sıra	Ülke	2014 Rezervi	2015 Rezervi	2016 Rezervi	Pay %
1	Venezuella	297.740	298.350	299.953	17,98
2	Suudi Arabistan	268.350	265.789	266.578	16,02
3	Kanada	173.200	172.481	0	10,39
4	İran	157.300	157.800	0	9,51
5	Irak	140.300	144.211	0	8,69
6	Kuveyt	104.000	104.000	0	6,27
7	Birleşik Arap Emirlikleri	97.800	97.800	0	5,89
8	Rusya	80.000	80.000	0	4,82
9	Libya	48.470	48.363	0	2,91
10	ABD	36.520	39.933	35.230	2,41
11	Nijerya	37.140	37.070	0	2,23

12	Kazakistan	30.000	30.000	0	1,81
13	Katar	25.240	25.244	0	1,52
14	Çin Halk Cumhuriyeti	24.376	24.649	0	1,49
15	Brezilya	15.050	15.314	0	0,92
16	Cezayir	12.200	12.200	0	0,74
17	Meksika	10.073	9.812	0	0,59
18	Angola	9.060	9.011	8.423	0,54
19	Ekvador	8.240	8.832	0	0,53
20	Azerbaycan	7.000	7.000	0	0,42
21	Hindistan	5.643	5.643	0	0,34
22	Norveç	5.825	5.497	0	0,33
23	Umman	4.974	5.151	0	0,31
24	Sudan	5.000	5.000	0	0,3
25	Mısır	4.400	4.400	0	0,27
26	Vietnam	4.400	4.400	0	0,27
27	Malezya	4.000	4.000	0	0,24
28	Endonezya	3.741	3.693	0	0,22
29	Yemen	3.000	3.000	0	0,18
30	İngiltere	2.979	2.982	0	0,18
31	Suriye	2.500	2.500	0	0,15
32	Uganda	2.500	2.500	0	0,15
33	Kolombiya	2.377	2.445	0	0,15
34	Avusturalya	1.433	1.193	0	0,07
35	Danimarka	805	611	0	0,04
36	İtalya	561	545	0	0,03

37	Türkiye	378	334	0	0,02
38	Almanya	233	147	132	0,01
39	Hollanda	150	145	141	0,01
40	Polonya	154	143	138	0,01
41	Fransa	90	84	78	0,01
42	Japonya	44	44	44	0
43	Diğer ülkeler	18	17		1,04
	Dünya toplamı	1.655.561	1.659.532		100

Kaynak: www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-petrol-rezervi.html

Dünya ispatlanmış petrol rezervlerine baktığımızda, 2015 yılında gerçekleşen tüketime rağmen yeni keşiflerle 2015 yılı sonunda binde 2,3 oranında bir artış vardır. 2015 sonu itibariyle toplam rezerv 1,659,532 milyar ton seviyesindedir. 2012 yılına kadar Suudi Arabistan dünyanın en fazla petrol rezervine sahip ülke idi. Fakat 2012 yılında Venezuella'da keşfedilen yeni kaynaklarla beraber, 2013 tarihinden itibaren Dünya'nın lider petrol zengini ülkesi Venezüella olmuştur. Suudi Arabistan, Katar ve Venezüella'nın oluşturduğu üye ülkelerin petrol politikalarının koordinasyonunu sağlamak amacıyla kurulan "Petrol İhraç eden Ülkeler Topluluğu" (OPEC) da, dünya petrol rezervlerinin %76'sını (955 milyar varil) kontrol etmektedir (Akkın ve Atman, 2006: 48).

Petrol rezervlerinin bölgesel dağılımına bakıldığında Ortadoğu %59 oranıyla ilk sıradadır. Dünya toplam rezervlerinin yaklaşık üçte ikisini oluşturan bu bölgede yer alan Suudi Arabistan, OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries)' te en büyük etkinliğe sahip ülkedir. Aynı zamanda Suudi Arabistan dünyada en düşük yeni rezerv keşif maliyetini ve petrol üretim maliyetini de elinde bulundurmaktadır.

İlk petrol keşfi Batman'ın güneyinde Raman sahasına açılan 'Raman-1' isimli kuyu ile gerçekleştirilmiştir (Demircioğlu, 2003:90). BOTAŞ'ın verilerindeki Sektör raporuna göre; ülkemizdeki 2008 yılı ile petrole dayalı enerji tüketimi %31 oranında gerçekleşmiştir. Bu oran genel olarak Güneydoğu bölgesindedir. Coğrafi özellikler ile maliyet unsurlarından kaynaklanan zorluklardan çok sayıda keşif yapılmamış olsa da, Güneydoğu Anadolu'nun üçte ikisine ait rezerv potansiyeli olduğu bilinmektedir (BOTAŞ,

2008: 19). Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı (TPAO) Genel Müdürlüğü'nün raporuna göre, 2008 yılında Türkiye'nin üretilebilir petrol rezervleri 284,7 milyon varildir (BP, 2009: 18).

1996 yılında Türkiye'nin petrol ürünleri ithalatı 22.766.621 ton iken 2007 yılında 679,143 ton artışla 23,445.764 tona çıkmıştır. Bu durumda dış ticaret açığını arttırmıştır. 1996 yılında gerçekleşen petrol ithalatı tutarı 3,415 milyar dolar iken 2007 yılında 3,4 kat artarak 11,784 milyon dolar olmuştur (Demirbaş, Türkay ve Türkoğlu, 2009: 293). Türkiye'nin petrol faturasının düşürülmesi, ulaşım sektörüne duyulan ihtiyacı farklı kaynaklarla karşılaması gerekmektedir.

2010 yılsonu itibari ile Dünya'da toplam petrol rezervi 188,8 milyar tondur. Bu rakam petrol kumları ile beraber 212 milyar tonu bulmaktadır. 187,1 trilyon m^3 doğal gaz rezervinden söz edilmektedir. Petrolde öngörülen ekonomik bulunabilirlik ömrü yaklaşık 50 yıldır ve doğalgazda 150 yıla ulaşan değerler verilebilmektedir (BP, 2011: 25).

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve ihtiyacının sürekli olarak artması, fosil yakıtlara olan talebi de oransal olarak düşürmektedir. Küresel düzeyde yaşanan krizler, yükselen petrol fiyatları ve yaşanan ekonomik dalgalanmalar, bu azalmanın diğer nedenleridir. Örnek olarak, Dünya petrol üretimi 2009 yılında 2008 yılına nazaran %2,6 düşüşle 3,8 milyar ton, doğal gaz üretimi %2,5 düşüşle 2,9 trilyon m^3 olarak gerçekleşmiştir. Dünya gündemine hızlı bir şekilde giren küresel ısınma ve çevre sorunlarına olabildiğince hızlı çözüm arayışına girilmiş ve bu kapsamda enerji verimliliği ve tasarrufu kavramlarını hayata geçirmek için yasal düzenlemeler yapılarak uygulamalar başlatılmıştır.

1.2.1.1.3. Doğalgaz (Yer Gazı) Rezervleri

Dünya ispatlanmış doğalgaz rezervleri 2015 yılsonu itibari ile 201,9 trilyon metreküptür. Doğalgazın büyük bir bölümü yaklaşık olarak %80'i 10 ülkededir. En büyüğüne sahip olan ülkeler; Rusya Federasyonu, İran, Katar, ABD, Türkmenistan, Nijerya, Ukrayna, Bağımsız Devletler Topluluğu ve bazı Avrupa ülkeleridir. Aşağıdaki tabloda rezervler ülke bazında belirtilmiştir. Birleşik Devletler'in doğalgaz rezervlerindeki artışı, killi kaynakların keşfi ile mümkün olmuştur. Birleşik Devletler'in sahip olduğu yeni teknoloji, killi rezervlerin ekonomik olarak kullanımına fırsat vermiştir. Bazı Amerikan

enerji şirketleri de Orta ve Batı Avrupa'da potansiyel killi rezervler için keşif çalışmalarına başlamıştır (Satman, 2006: 55).

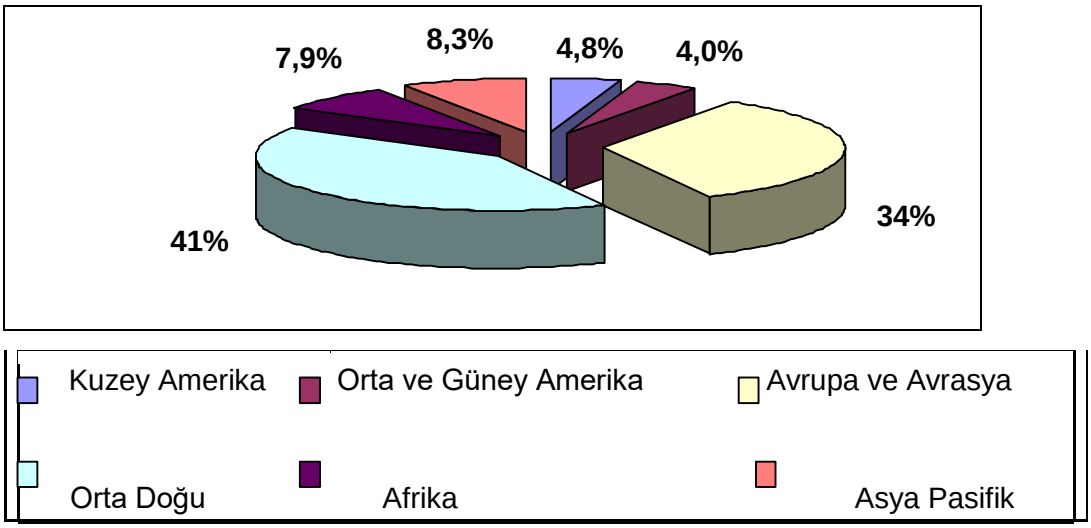
Tablo 8. Dünya Doğalgaz Rezervleri Ülkelere Göre Dağılımı, 2015

ÜLKELERE GÖRE DOĞALGAZ REZERVİ (milyar metreküp)				
Sıra	**Ülke**	**2014 Rezervi**	**2015 Rezervi**	**Pay %**
1	Rusya	49.541	49.541	24,53
2	İran	34.020	33.500	16,59
3	Katar	24.531	24.299	12,03
4	ABD	11.011	11.011	5,45
5	Türkmenistan	9.904	9.904	4,9
6	Suudi Arabistan	8.489	8.588	4,25
7	Birleşik Arap Emirlikleri	6.091	6.091	3,02
8	Venezuela	5.617	5.702	2,82
9	Nijerya	5.324	5.284	2,62
10	Cezayir	4.504	4.504	2,23
11	Avusturalya	3.703	3.703	1,83
12	Çin Halk Cumhuriyeti	3.275	3.439	1,7
13	Irak	3.158	3.158	1,56
14	Endonezya	2.839	2.775	1,37
15	Malezya	2.690	2.690	1,33
16	Norveç	2.547	2.445	1,21

17	Mısır	2.168	2.168	1,07
18	Kanada	2.028	2.042	1,01
19	Kazakistan	1.918	1.918	0,95
20	Kuveyt	1.784	1.784	0,88
21	Özbekistan	1.608	1.608	0,8
22	Libya	1.505	1.505	0,75
23	Hindistan	1.427	1.484	0,73
24	Azerbaycan	1.291	1.291	0,64
25	Hollanda	1.044	981	0,49
26	Ukrayna	944	944	0,47
27	Umman	950	931	0,46
28	Pakistan	736	736	0,36
29	Brezilya	471	485	0,24
30	Myanmar	485	485	0,24
31	Bengladeş	418	418	0,21
32	Peru	414	414	0,2
33	İngiltere	407	387	0,19
34	Danimarka	90	90	0,04
35	Almanya	63	63	0,03
36	Polonya	62,9	60,4	0,03
37	İtalya	53,7	53,7	0,03
38	Türkiye	19,4	19	0,01
39	Diğer ülkeler	5.479	5.465	2,71
	Dünya toplamı	202.611	201.967	100

Kaynak: www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-dogalgaz-rezervi.html

Kazakistan ve Katar'da 2009 yılından bu yana doğalgaz rezervi düşüşü saptanmıştır. Özellikle Kazakistan'ın rezervleri %15 oranında azalmasına rağmen, halen 1918 miyar metreküp ispatlanmış doğalgaz kaynağı mevcuttur. Ülke bazında baktığımızda en fazla rezerve sahip ülke Rusya Federasyonu 2015 yılı itibari ile 49,541 milyar metreküp ispatlanmış rezerve sahiptir. Yani bu da bugünkü doğalgaz tüketim miktarına göre yaklaşık olarak 62 yıl daha ömrü olduğunu gösterir. İkinci ülke olan İran ise, 33,500 milyar metreküplük rezerve sahip olmakla beraber 80 yılın üzerinde kullanılabilecek ömre sahiptir (BP, 2015: 22)



Şekil 3 Dünya İspatlanmış Doğalgaz Rezervleri Dağılımı

Kaynak: BP, Statistical Review of World Energy, June 2009, s.23

Ortadoğu %41 oranıyla dünya doğalgaz ispatlanmış rezervlerinde en çok paya sahiptir. Ortadoğu bölgesinde İran ve Katar dünya toplam rezervlerindeki payını en fazla arttıran ülkelerdir. İran ve Katar dünya toplam rezervlerinin %16 ve %12'sine sahiptirler. Rusya 2015 yılı itibariyle 49,541 milyar metreküp rezerve sahip olan bölgenin en önemli ülkesidir. Asya Pasifik bölgesinin oranı ise; %8,3'tür. Çin, Avustralya ve Endonezya 9,917 milyar metreküp doğalgaza sahiptir. Geriye kalan dünya doğalgaz rezervinin %16,7'sine Afrika, Kuzey Amerika ve Güney Amerika sahiptir. Afrika'nın %7,9 oranındaki rezervi Nijerya ve Cezayir'de depolanmıştır. Son 10 yıla bakıldığında artan tüketim ile

beraber rezervlerin üretimi karşılama oranları bugün itibariyle yeterli düzeyde görünmemektedir. Dünya geneline baktığımızda ise; rezervlerin üretimi karşılama oranı tahmini olarak 63 yıldır (EIA, 2009: 46).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre; toplam kurulu gücümüzün %31,8'ini oluşturan doğalgaz,1970 yılında başlamıştır ve ilk bulunan sahalarda üretim 1976'da gerçekleşmiştir. Türkiye de yeni rezerv arama çalışmaları karada denizde yürütülmektedir. 1998 yılında 10,3 milyar metreküpten 2008 yılına kadar 36 milyar metreküpe çıkmıştır. Bu değerde Türkiye'nin payı %1,2'dir. TPAO'nun verilerine göre, Türkiye'nin sadece 6-7 yıl yetecek kadar rezervi kalmakla birlikte, mevcut anlaşmalarımız aşağıdaki tabloda mevcuttur.

Tablo 9. Türkiye'nin Uluslararası Alanda İmzaladığı Uzun Dönemli Gaz Alım Anlaşmaları

MEVCUT ANLAŞMALAR	MİKTAR (MİLYAR CM^3/YIL)	İMZALANMA TARİHİ	SÜRE (YIL)	İŞLETMEYE ALMA TARİHİ	ANLAŞMA BİTİM TARİHİ
RUSYA FED. (BATI)	6	ŞUBAT 1986	25	HAZİRAN 1987	2011
CEZAYİR (LNG)	4,4	NİSAN 1988	20	AĞUSTOS 1994	2014
NİJERYA (LNG)	1,3	KASIM 1995	22	KASIM 1999	2021
İRAN	10	AĞUSTOS 1996	25	ARALIK 2001	2026
RUSYA (KARADENİZ)	16	ARALIK 1997	25	ŞUBAT 2003	2025
RUSYA BATI (GAZEXPORT)	7,3	ŞUBAT 1998	23	MART 1998	2021
TÜRKMENİS.	16	MAYIS 1999	30	-	-
AZERBAYCAN	6,6	MART 2001	15	TEMMUZ 2007	2021

Kaynak: Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ),2014 Yılı Sektör Raporu, Ankara, s.21

Türkiye doğalgaz enerjisinde %97,3 oranında ithalata bağımlıdır. Türkiye'nin doğusundaki ve kuzeyindeki enerji kaynaklarının AB gibi nihai tüketicilere ulaşması için 'Enerji Koridoru' üstlenmiştir. Bu amaçla doğalgaz boru hattı projeleri şunlardır; (http://www.enerji.gov.tr//index.php)

Hazar ve Ortadoğu doğalgaz rezervlerinin Avrupa pazarına ulaşması için 2007 yılında Güney Avrupa Gaz Ringi (Türkiye-Yunanistan-İtalya Boru Hattı) Yunanistan'a ulaşmış ve faaliyete başlamıştır.
Hazar Bölgesi gaz kaynaklarını Türkiye ve AB'ne taşıması amaçlanan Bakü Tiflis Erzurum (BTE) doğalgaz boru hattı (Şah Deniz Projesi),15 Aralık 2006 tarihinde faaliyete geçmiştir.
Ortadoğu ve Hazar Bölgesi kaynakları, AB pazarlarına ulaşmak için Türkiye üzerinden Bulgaristan, Romanya, Macaristan ve Avusturya'ya bağlanacak olan NABUCCO projesine halen devam etmektedir.

Ayrıca Mısır doğalgazını ülkemize getirilmesi amaçlanan Arap Doğalgaz Boru Hattı projesi ve Türkmen-Kazak kaynaklarının Hazar geçişli boru hatları projeleri henüz planlama aşamasındadır.

1.2.1.2. Fosil Kaynakların Çevresel Etkileri

Fosil yakıtlar ekolojik dengenin bozulmasına sebep olarak, yanma reaksiyonu sonucu oluşan zararlı yan ürünleri çevreye verirler. Bu da suyun, havanın ve toprağın kirlenmesine yol açmaktadır. Karbondioksit zararlı gazlardan biri olmakla beraber, fosil kaynak kullanımları sonucunda yeşil bitkiler tarafından tutulmaktadır. Fakat bu miktar fazla olduğunda, atmosfere yerleşip, yeryüzüne inen güneş ışınlarının geri yansımasına engel olarak dünyanın ısınmasına sebebiyet vermektedir. Sera etkisi olarak da bilinen bu durum, uzun vadede iklim değişikliklerine ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Son 50 yıla bakıldığında, dünya ortalama sıcaklıkları küresel ısınma nedeniyle $1,5^0$ C ile $4,5^0$ C arasında artış göstermiş ve tehlikeli boyutlara ulaşmıştır (Şahin, 2015: 12). Bu durum da bölgesel olarak kuraklıklara ve gereğinden fazla yağış alarak sel taşkınlarına sebep

olmuştur. Ayrıca kutuplardaki buzulların eriyerek okyanusların seviyesini yükseltmesi, deniz kenarına kurulu birçok yerin, sular altında kalma tehlikesi de oluşmaktadır. Özellikle azot oksitler atmosferin üst tabakasında bulunan ve dünyayı yüksek şiddetteki radyasyonlardan koruyan, ozon tabakasında geri dönüşümü mümkün olamayan zararlar vermektedir. Bu duruma çözüm olarak 1985 yılında "Ozon Tabakasının Korunması Sözleşmesi" (Ozon Tabakasının Korunması Sözleşmesi, 1985 yılında imzaya açılmış ve 08.09.1990 tarihinde resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Sözleşme Viyana'da yapıldığı için Viyana Sözleşmesi olarak da anılır.) ve 1987'de "Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü" (Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü, 1987 yılında imzaya açılmış olup, 8 Eylül 1990 tarihinde resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.) imzalanmıştır.

Kyoto Protokolü'ne ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne imza atan sanayileşmiş ülkelerin asıl amacı; 1990 yılında salınımını yaptıkları sera etkisine sebep olan zararlı gazları 2008 ile 2012 seneleri arasında %5 oranında azaltmaktadır (http://bianet.org/bianet/cevre-ekoloji/54452-kyoto-protokolu). 2009 yılında İsviçre'nin Cenevre kentinde üçüncüsü düzenlenen Dünya İklim Değişikliği Konferansı da küresel ısınmaya sebep olan faktörlere dikkat çekmekti. Bu amaçla 2000 yılında AB Kyoto Protokolü imzalanmıştır. 2008 ile 2012 yılları arasında CO_2 gazı emisyonlarını %8 oranında azaltarak, 1990'lardaki seviyeye indireceğini ifade ve beyan etmiştir (TASAM, 2005: 21). Enerji kaynaklı çevre kirliliğinin önüne geçmek için Avrupa Birliği, enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir kaynakların paylarını arttırmayı hedef politika olarak belirlemiştir.

2009 yılında Uluslararası Enerji Ajansı'nın tahminleri doğrultusunda, dünya toplam enerji tüketiminin 2006 yılından 2030 yılına kadar %44 artacağı beklenmektedir. Bu sonuç ile CO_2 emisyonlarının da artması ve 2010 yılına kadar dünya ortalama sıcaklık değerlerinin $2,4^0$ C ile $6,4^0$ C arasında artmasına sebep olacaktır (EIA, 2009:9). Salınımı yapılan yaklaşık 29 milyar tonluk CO_2'nin 2007 yılında %42,2'si kömür, %37,6'sı petrol, %19,8'i doğalgaz kullanımlarından ve geriye kalan %0,4'lük oranı ise endüstriyel atıklardan kaynaklanmıştır (EIA,2009: 11-44). Dünya yaşamını giderek etkisi altına alan bu duruma çözüm olarak, geleneksel hidrokarbon kökenli yakıtların yerine daha temiz kaynakların tercih edilmesi gerekmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme, uzun sürede olup, özel enerji üretim şirketlerinin de iştiraki ile hayata geçirilebilir.

Dünya sera gazları salınımının büyük bir bölümü, OECD ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Özellikle hızlı bir şekilde gelişme gösteren Asya'da son yıllara bakıldığında, yüksek oranlarda CO_2 emisyonu artışı görünmektedir. Birleşik Devletler, Çin, Rusya, Hindistan ve Japonya'dan oluşan 5 ülke 2007 yılında dünya CO_2 emisyonunun %55'ini oluşturmuştur. [43] 2006 yılı 2030 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerde, CO_2 emisyonlarının yaklaşık 2 katına çıkacağı ama 2006 yılında dünya sera gazı salınımının %14'ünü oluşturan Avrupa Birliği payının ise 2030 itibariyle %9'a düşeceği öngörülmektedir (WEC, 2012: 15).

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir kaynaklar, günümüzde enerji sıklığının çözümünde önemli bir potansiyele sahiptir. Fakat söz konusu kaynakların yenilenebilir kaynaklar olarak tanımlanması için, enerji elde etme hızının, kaynağın kendini yenileyebilme hızından küçük ya da aynı hıza eşit olması gerekmektedir. Örneğin fosil yakıtlar uzun süredir istismar edildikleri ve kullanıldıkları için teorik olarak yenilenebilir enerji kaynağı olmalarına rağmen yakın zamanda tükenmiş olacaklardır. Bazı durumlarda ise elde edilen enerji miktarı, güneş enerjisinde de olduğu gibi enerji kaynağının büyüklüğünün yanında ihmal edilecek kadar küçüktür. Bu durumda da enerji kaynağı yenilenebilir bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Ger, 2014: 10).

1.2.2.1. Yenilenebilir Enerjinin Gerekliliği, Tanımı ve Kapsamı

Günümüzde fosil kökenli konvansiyonel enerji sistemlerinden, yenilenebilir enerji sistemlerine bir eğilim mevcuttur. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, 2020 yılınca enerji kaynaklı CO_2 emisyon değerlerinin %6 oranında artması ve bunun önüne geçebilmek için de enerji verimliliği ve düşük karbon teknolojisi alanlarında yaklaşık 430 milyar dolar ek yatırım yapılması gerekmektedir (IEA, 2013: 17). Dolayısıyla fosil yakıt kullanımının artması giderek daha da maliyetli hale gelmektedir. Avrupa Birliği gibi yerel fosil kaynakları açısından zengin olmayan ülkeler, büyük oranda enerji ithalatı yapmaktadır. Artan insan nüfusunun enerji talebine, ekolojik dengeyi bozmadan ve arz güvenliğini sağlayacak bir şekilde bir kaynak olarak yenilenebilir enerji çeşitleri gösterilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile fosil kaynakları birbirinden ayıran en önemli fark; fosil yakıtların bir kez kullanıldıktan sonra dönüştürülemez olmasıdır. Doğada serbest halde bulunan, havadan elde edilen rüzgar enerjisi, nehirlerde akan suyun potansiyel enerjisi ve yerkürenin derinliklerinde bulunan sıcak sular birer yenilenebilir enerji kaynağıdır. Ayrıca dünyamızı ısıtan ve ışıklandıran güneşten elde edilen enerji, bitkisel, endüstriyel ve evsel kökenli atıklardan üretilebilen biyokütle enerjisi ve yeryüzünde en çok bulunan element olan hidrojenden elde edilen enerjilerin hepsi de buna dahildir. Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki en önemli engel maliyetlerin yüksek olmasıdır. Özellikle AR-GE masrafları ve ileri teknoloji ürünü ekipmanlarının sağlanması başlıca girdi maliyetlerini meydana getirmektedir.

1.2.2.2. Yenilenebilir Enerji Türleri

Günümüzde ticari sektörde kullanım alanı bulan yenilenebilir enerji kaynakları, hidrolik enerji, jeotemal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisidir. Bunların dışında enerji üretilmesi mümkün olup, ekonomik boyutu zayıf olan denizsel enerji türleri de bulunmaktadır. Bu enerji türleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

1.2.2.2.1. Hidrolik Enerji

Tarihte bilinen en eski enerji kaynaklarından biri hidrolik enerjidir. Hidrolik enerji gücünü sudan almakta ve yüksek bir noktadan, daha alçakta olan bir noktaya doğru akış yapan suyun, hareketlerinden yararlanılarak enerji üretilmesidir. Daha teknik bir ifadeyle suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile oluşan enerji türüdür. Yenilenebilir bir kaynak olan hidrolik enerjiyi oluşturan su, döngüsel bir şekilde hareket ederek devamlı yenilenmektedir. Güneş ısısının yardımıyla buharlaşan su, soğuk hava dalgasıyla yoğunlaşıp yağmura ve kara dönüşür. Bu sayede yüksek noktalara kadar taşınan su kütlesi, dere, ırmak ve nehirler aracılığıyla daha alçak seviyede bulunan denizlere doğru akış gösterir (Yerebakan, 2011: 23).

19. yüzyıla kadar gıda maddelerinin üretiminden su saatlerine ve hatta küçük tekstil atölyelerinin işletilmesine kadar işlevini sürdürmüştür. Ağırlıklı olarak İngiltere ve

akabinde Amerika'da modern iş hayatının simgesi sayılan su gücüne dayalı üretim, nehir gibi su yataklarına sahip dünyanın birçok coğrafi bölgesinde kullanılmıştır. Mevcut sistemde avantajlarının yanında eksiklikleri de bulunmaktadır. Örneğin; üretilen enerjinin daha sonra kullanılmak amacıyla depolanamaması. Bir diğer dezavantajı; enerjinin üretildiği yerde tüketilmek zorunda olmasıdır. Bu durum da enerjinin ihtiyaç duyulan yerlere iletilmesine imkan tanımamaktaydı.

1.2.2.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi ile beslenen, milyonlarca yılda fosilleşen canlıların meydana getirdiği birincil enerji kaynakları, dolaylı olarak güneş enerjisini kapsar. Ayrıca rüzgar, deniz ve okyanus dalgaları gibi yenilenebilir olarak nitelendirilen birçok enerji çeşiti de güneşin dünya yüzeyini ısıtması sonucu meydana gelir. Güneş enerjisi giysilerin ve topraktan elde edilen mahsullerin kurutulması ile kullanılmasının yanında, Antik Yunanlı'larda herhangi bir aygıt olmaksızın pasif olarak güneş ışınlarından yararlanılarak, evlerinin ısıtılması ve serinletilmesinde de kullanılmıştır. 1860'lı yıllarda ise bakır ve çinko eritmek amacıyla yüksek sıcaklıklarda çalışan güneş fırını ve 1870'lerde Kuzey Şili'de tuzlu suların damıtılması amacıyla güneş destilasyon ünitesi kurulmuştur. Güneş enerjisine yönelik elektrik üretimine bakıldığında son 5 yılda artan bir ivme görünmektedir. 2010 yılında güneş enerjisi fotovoltaik kurulu gücü 17 GW artarak, dünya genelinde 40 GW'a ulaşmıştır. Bu güce %44'ü olan 17,3 GW Almanya, 3,8 GW ile İspanya, 3,6 GW ile Japonya ve 3,5 GW ile İtalya sahiptir (Yerebakan, 2011: 27).

1.2.2.2.3. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar, büyük bir hava akımı oluşturmaktadır. Yani güneş tarafından ısınan hava yoğunluğunun azalmasıyla, geriye bırakılan boşluk soğuk hava tarafından doldurulur ve oluşturulan hava hareketlerine rüzgar denilir. Ağırlıklı olarak tarım ürünlerinin öğütülmesi ve çiftlik hayvanları için kuyulardan yeryüzüne su pompalanması amacı ile rüzgar enerjisinin tarihsel incelenmeler sonucunda ilk olarak M.Ö. 3000 yıllarında yelkenli gemilerin yaygınlaşmasında, sonrasında ise M.Ö. 200 yılında İran'da ilk rüzgar değirmeni yapılarak Ortadoğu ekseninde gelişme gösterilmiştir. Ortadoğu bölgesinde

geniş kullanım alanına sahip olan rüzgar değirmenleri teknolojisinin, Avrupa'ya ulaşması ise 12. yüzyıla kalmıştır. Daha sonra Kuzey Amerika'da tercih edilen enerji kaynağı olma özelliğini de uzun süre korumuştur. Başta Hollanda olmak üzere 1800'lü yıllarda Avrupa ve Kuzey Amerika'da binlerce yel değirmeni işletilirken, 1900'lerin başlarına gelindiğinde, bu rakam 8 milyonun üzerine çıkmıştır. 1930 yıllarında çok fazla sayıda batılı üreticilerden oluşan firmalar küçük çaplı rüzgar türbinleri imal ederek kırsal kesimlerde ve çiftçilikle uğraşan bölgelerde yaygınlaşmasını sağlamıştır. 1940 ile 1950 yılları arasında çökme tehlikesiyle karşılaşan türbin endüstrisi 1970'lerde yaşanan petrol krizleri ve enerji sıklığı sebebiyle tekrardan ilgi çekici bir hale gelmiştir. 1980 yılında Amerika merkezli teknolojik yeniliklerin ışığında gelişen rüzgar türbinleri, ticari amaç ile şehir şebekelerine bağlanmıştır. 1990'larda ise çevre bilimci enerji politikalarını etkileyen bir unsur haline gelmiştir. Başta Danimarka, Hollanda ve Almanya olmak üzere Avrupa'da iklim değişikliğiyle mücadele esnasında rüzgar türbinlerinin önemi vurgulanmıştır. Elektrik enerjisi üretiminde hidrolik enerji haricindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2009 yılında %3,2 iken, mevcut politikaların devam etmesiyle 2035 yılında bu payın %10,2'ye yükseleceği düşünülmektedir (EIA, 2016: 35).

1.2.2.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerjiler içi ısısı olarak da bilinmektedir. Jeotermal kaynaklar yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde yüzeyden sızarak birikmiş suların dünyanın derinliklerinde bulunan magma tabakasından aldığı ısıyla enerji kazanan sıvılar veya buharlardır. Bu kaynakların yapısında çeşitli mineraller, tuz ve gazlar vardır. Genellikle 200C'nin üzerindedir. Dünya'nın merkezine doğru inildikçe sıcaklığın yüzeye yakın yerlerinde her 100 metrede bir 30C (yaklaşık 5,4 0F), magma tabakasına yakınlaştıkça ise daha yüksek derecelerde artış göstermektedir. Bazı bölgelerde yaklaşık 3 km kadar derinlikte var olan sıcaklık suyun kaynaması için yeterli seviyelere ulaşabilmektedir (Farret Felix and Godoy Simoes, 2006: 432).

Jeotermal enerjinin kullanım alanları; 100C üstü yüksek sıcaklıklarda elektrik üretimi, konut, fabrika, işyeri gibi ısıtma sistemleri, kimyasal ürün elde etmede, termal turizm ve tesis işletmeciliğinde, seracılık, fidancılık, çiçekcilik vb. işletmelerde, kurutma işlemleri ve endüstriyel amaçlı kullanımlardır.

1.2.2.2.5. Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi

Biyokütle enerjisi kaynağını bitkisel, hayvansal ürünler, evsel ve endüstriyel atıklardan alır ve esas dayanağı organik canlılardır. Fosil yakıtlarda olduğu gibi bitkisel ve hayvansal ürünlerin ve atıkların türlü tekniklerle çürütülerek enerjiye dönüştürülmesi işlemidir. Fosil kökenli kaynaklardan farkı, kendiliğinden uzun yıllar boyunca süren basınç ve sıcaklık altında doğal parçalanma sürecine maruz kalmalarıdır. Sanayileşen dünyada biyokütle enerjisinin anlamı doğal organik kaynakların konvansiyonel sistemlerde çalışan yakıt türüne dönüştürülmesi amacı ile işlenmesidir (Cassedy, 2013: 67). Biyokütle enerjisi temel olarak bitkisel ve hayvansal olmak üzere iki ana kaynaktan oluşur. Bunlardan bitkisel kökenli olanları, yeşil bitkilerin fotosentez yöntemiyle güneşten aldığı enerjiyi kimyasal enerjiye çevirmesi ile gerçekleşmektedir. Hayvansal kökenli olanların ise kaynağı dışkılar (tezek) oluşturmaktadır. Her iki atıkların da oluşturduğu biyokütleler yakıldıkları zaman ortaya büyük miktarlarda biyokütlesel enerji çıkmaktadır. Biyokütle insanlar tarafından yiyecek ısınma, hayvan yemi ve evlerde yemek pişirme gibi karışık yapıda olmayan işlerde kullanılmıştır. Sanayileşme ile beraber ormancılık ve tarımsal alanlardaki yeniliklerle elektrik üretiminden modern yakıtlara değin birçok alanda etkili olmaya başlamıştır (McVeigh, 1984: 118).

1.2.2.2.6. Hidrojen Enerjisi

Birçok üretim yapısına sahip olan hidrojen, çoğunlukla fosil kökenli kaynaklardan veya sudan elde edilir. Bu da dünyada hidrojen kaynağını ulaşılabilir ve güvenilir kılmaktadır. Hidrojenin sudan elde edilmesi ile enerji üretimi sırasında tekrardan suya dönüşmesi süreklilik arz etmektedir. Böylece yenilenebilir enerji kaynağı olma özelliğine sahiptir ve geleceğin yakıtı olarak görülmektedir. Günümüzde rezervlerin hızla azalmasına karşılık enerji ihtiyacı artmaktadır. Bu durum da hidrojen enerjisinden faydalanma fikrini ortaya koymuştur. 1970 yılında Amerikan General Motors (GM) firması mühendisleri tarafından ilk somut fikir ortaya atılmıştır (Tabak, 2009: 144). Fosil kaynakların büyük bir bölümünü kullanan otomotiv sektörü, hidrojen enerjisinin uygulanabilirliği üzerine çalışmalar yaparak gelecek açısından umut verici olarak yorum yapılmasını sağlamıştır. Bunun yanı sıra yakıtlar içerisinde de çevresel açıdan en temiz olanıdır. Hidrojen enerjisi bir doğal yakıt olmayıp, birincil enerji kaynaklarından

faydalanılarak su, fosil yakıtlar ve biyokütle gibi değişik hammaddelerden de üretilebilen sentetik bir yakıt türüdür. Üretilmesi esnasında buhar iyileştirme, elektroliz, atık gazların saflaştırılması, foto süreçler, termo kimyasal süreçler, radyoliz gibi alternatif birçok hidrojen üretim teknolojileri mevcuttur. Dünya'da özellikle ABD, Japonya ve Almanya ülkelerinde yoğun araştırmalar sürmektedir. Amaç; hidrojenin ucuz ve ekonomik elde edilmesidir. Bu konuda NASA çok sayıda araştırma yaparak, uzay denemeleri esnasında yakıt pilleri kullanımlarında önemli başarılar elde etmiştir. 2000'li senelerde dünya enerji problemlerine çözüm bulunabileceği izlenimleri ile hidrojen üretim teknolojileri konusunda gelişmeler yaşanmaya başlamıştır.

BÖLÜM 2: YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

19. yüzyılda giderek artış gösteren enerji talebi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması zorunluluğunu da meydana getirmiştir. Kullanılan hidrolik ve rüzgar enerjisine rağmen, biyokütle, güneş ve hidrojen gibi daha nitelikli enerji kaynakları tercih edilmektedir.

2.1. FOSİL KÖKENLİ KAYNAKLARDAN YENİLENEBİLİR KAYNAKLARA GEÇİŞ

Yenilenebilir kaynaklar insanların yaşam standartlarını arttırabilme özelliğine sahiptir. Yenilenebilir kaynaklara geçilmesi ile, zararlı sera gazlarının emisyonları minimum seviyeye indirilebilecek ve petrol, doğalgaz gibi rezervlerin arz güvenliği gibi sorunları ortadan kalkacaktır. Bu sayede enerji alanında dışa bağımlılık oranı da düşecektir. Kyoto Protokolü'nün işlevselliği ile yüksek karbon salınımına sebebiyet veren ülkelerin karşılamaları gereken finansal yükümlülükler caydırıcı bir rol oynamaktadır. Çevresel sorunların minimum seviyeye indirilmesi amacıyla hayata geçirilen "karbon emisyonu ticareti" ile yeni yenilenebilir enerji üretim yatırımları gerçekleştirilmektedir. Bu durum da, ekonomik kalkınma anlamında olumlu bir etki yaratmaktadır. Günümüzün ciddi sorunlarından biri olan işsizliğin, yenilenebilir enerji kaynaklarına yeni yatırımların da yapılması ile beraber, Van Jones'in The Green Collar Economy eserine göre bu oranın düşüş göstereceği düşünülmektedir (Jones, 2008: 86). Yenilenebilir enerjiye geçiş ile üretimde yerli kaynakların kullanılacak olması ekonomiyi iyi yönde etkileyecek olup, oluşturulacak enerji projelerinde nüfusun önemli bir kısmı için de istihdam yaratılmış olacaktır.

Gündelik hayatımızda, evlerin ısıtılmasından aydınlatılmasına, ulaşım ve taşıma araçlarının da kullanmış olduğu yakıt çeşitlerine sahip olduğumuz enerji kaynakları %80 gibi büyük bir oranla fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Bu durum geleneksel kaynakların yenilenebilir kaynaklarla yer değiştirmeye çalışıldığını göstermektedir. Bunun da kısa vadede gerçekleştirilebilmesi mümkün görünmemektedir. Küresel ekonomik gelişmelere ve nüfusun artmasına bağlı olarak dünya enerji tüketimindeki artış da günden güne büyümektedir. Enerji tüketimini arttıran bir diğer önemli faktör de küresel ekonomik gelişmelerdir. 2004 ile 2015 yılları arasında gelişmiş ülkelerin ekonomisindeki yıllık ortalama büyüme %4 iken, 2015 ile 2030 arasında ise %2,9 oranına gerilemesi

beklenmektedir. Fakat Çin, Hindistan ve diğer birçok Asya ülkelerinde, durum tam tersine dönerek, aynı dönemdeki ekonomik büyümenin artarak devam edeceği tahmin edilmektedir (Helm, 2011: 413).

2003 yılında TÜBİTAK'ın araştırmasına göre enerji talebi 2023 yılında %54 oranında artacaktır. Energy Information Administration tarafından ortaya konulmuş olan bir diğer düşünceye göre ise; dünya toplam enerji tüketiminin 2006 senesinden 2030 yılına değin %44 oranında artmasıdır (EIA, 2009: 32).

2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Günümüzde enerji ihtiyaçlarımızın yüksek bir oranını fosil kaynaklardan karşılamaktayız. Ama gelecek için aynı durum söz konusu olmayıp ulaşılabilir ve büyük miktarlarda enerji sadece yenilenebilir kaynakların kullanılması ile mümkündür.

Değişen ihtiyaçlar doğrultusunda yenilenebilir kaynaklar, bazı özellikleri de bünyesinde bulundurmaktadır. Bunun en belirgin tarafı ise; doğada yeterli miktarlarda elde ediliyor olmasıdır. Dan Chiras, "The Homeowner's Guide to Renewable Energy" isimli eserine göre yenilenebilir kaynakların avantajlı olduğu yönler aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Chiras, 2006: 31-32).

Kullanıldıktan sonra doğal yollarla eski haline dönüşüp, tekrar kullanılabilinir. Fosil kaynaklar gibi sınırlı değildir. Dolayısıyla neredeyse sınırsız olarak faydalanılabilinir.
Bedelsiz bir yakıt olarak varsayılabilinir. Çünkü petrol kartellerinin ya da çok uluslu şirketlerin kontrolünde değillerdir.
Temiz bir enerji olmakla beraber üretim ve kurulum esnalarında makul seviyelerde tahribatlara yol açar. Enerji üretim sırasında genellikle çevreye duyarlıdır ve kirliiğe sebep olmaz. Ayrıca emisyonların azaltılabilmesi açısından da önemlidir.
Yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edebilmek için gereken teknolojinin önemli bir oranı günümüzde mevcuttur. Yeterli yatırımlar yapıldığı sürece, maliyetler azalacak ve daha kolay bir şekilde enerji üretimi sağlanabilecektir.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin bazıları, geleneksel kaynaklara nazaran daha başarılı bir şekilde rekabet edilebilir düzeydedir. Daha çok kırsal bölgelerde yaygınlık gösteren rüzgar gücü, pasif güneş ısıtması ve soğutması, güneş ısıtıcıları ve güneşten elektrik üretimi gibi durumlarda maliyetler daha fazla aşağı çekilmektedir.
Yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bir kısmı merkezileşmemiştir. Genellikle küçük şirketlerce kontrol edilmektedir. Bu yüzden sabotaj gibi tehditlerden uzaktırlar.
Yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum seviyede faydalanmak gerekir. Rüzgar, jeotermel güneş, okyanus enerjisi ve diğer kaynaklar güvenlik, finansal ve coğrafi nedenlerden dolayı üretim esnasından bazı sınırlamalara maruz kalmaktadır.

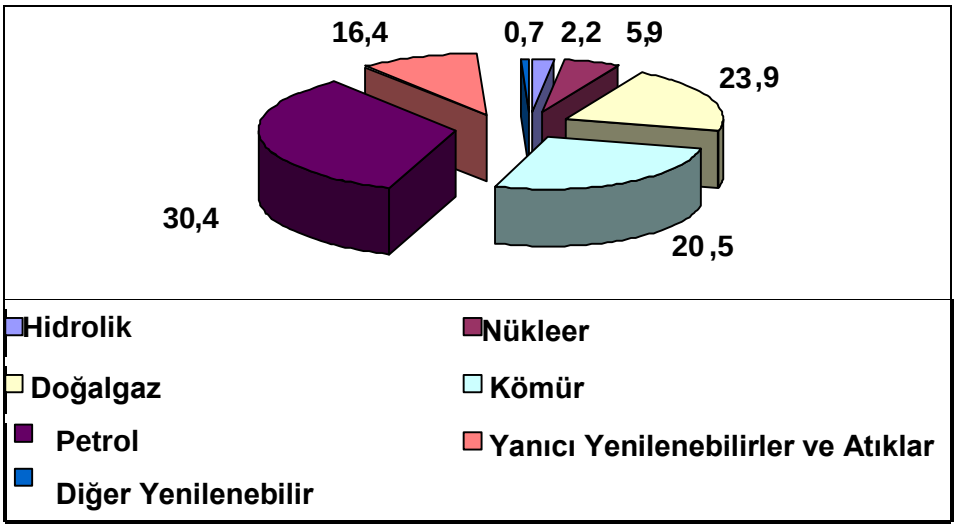
Yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajlarını da aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

Büyük miktarlardaki talebi karşılayabilmek için gerekli altyapı yatırımlarının oldukça pahalı olmasıdır. Özellikle hidroelektrik ve dalga enerjisi gibi türlerde, yüksek maliyetli inşa yatırımları gerekmektedir.
Yenilenebilir kaynakların kullanımı için yeterince uzmanlaşma gereken seviyede değildir. Dolayısıyla dayanıklılık, yapılabilirlik ve emisyonların azaltılması gibi durumlarda potansiyel sorunlar vardır.
Yenilenebilir enerji teknolojileri varolan üretim ve tüketim potansiyeli mevcudiyetinde küçük bir paya sahiptir. Fakat büyük enerji firmaları ve kanun yapmakla görevli kurum ve kuruluşlar bu kaynakların yaygınlaştırılması için çalışmalar yürütmektedir.
Yenilenebilir enerji kaynaklarında kullanılan bazı teknolojiler pahalıdır. Dolayısıyla geleneksel yakıtlarla rekabet edebilecek seviyelerde değillerdir. Rekabetçi bir kaynak olabilmek için, biyoyakıt fiyatlarının uluslararası piyasalarda petrol fiyatları ile eşitlenmesi gerekmektedir.
Fosil kökenli endüstrilerin etkisi altında olan yenilenebilir kaynakların geliştirilmesi için yeterli destek elde edilememektedir. Bu da enerjiye geçişi zorlaştırmaktadır.

Bazı yenilenebilir enerji kaynakları günün her saatinde ulaşılabilir değildir. Buna güneş ve rüzgar örnekleri verilebilinir. Birçoğu tekrar kullanılmak için depolanmalıdır. Bu işlemde hem maliyetli hem de zordur.

2.3. DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerji arz ve talep dengesi arasında artış göstermesinin nedenlerinden biri de bilinçli hükümetlerin ve öncü şirketlerin izledikleri ulusal ve bölgesel politikalarını değiştirmemeleridir. EIO 2009 verilerine göre yenilenebilir enerji tüketimi 2006 ile 2025 seneleri arasında %3 oranında artacaktır. Mevcut olan 3,3 trilyon kWh yenilenebilir enerji üretiminin büyük bir bölümü hidrolik ve rüzgar enerjileri kaynaklarından karşılanmaktadır. Hidrolik güç %54'lük bir orana sahipken, 2. sırada %33'lük oranla rüzgar enerjisi yer almaktadır. Kalan %17'lik oran ise; diğer yenilenebilir kaynaklardır. Birincil enerji tüketimini oluşturan fosil kökenli, yenilenebilir ve nükleer güç, 2007 yılında 12,000 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla toplam enerji tüketimi payı yenilenebilir enerji kaynaklarının içerisinde %12'dir.



Şekil 4 Dünya Birincil Enerji Arzı, 2007

Kaynak: IEA-International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2009, s.6 *Diğer Yenilenebilirler, Jeotermal, Güneş, Rüzgar vb.

Yenilenebilir kaynakların bazıları yanıcı özelliğe sahiptir. Bunlar biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi ve atıklardan elde edilen enerjilerdir. Bu enerjiler toplam tüketimin %10'udur. Jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri ise; dünya toplam tüketiminin %0,7'sidir. Birincil enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının yarısından fazlası Uluslararası Enerji Ajansı'nın verilerine göre, elektrik üretimine yönelik olarak değerlendirilmektedir. Dünya'da ise; büyük bir bölümü konutlarda, ticaret ve kamu sektörlerinde kullanılmaktadır. Dünya'da elektrik üretimi için yenilenebilir kaynakların oranı %24,4 iken, ticari kamu sektörleri ve konutlarda ise %52,3 oranındadır. Bunu sağlamak için birincil enerji kaynaklarının %25'inden fazlası taşıma ve ulaşım sektörlerinde kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemleri kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin büyük bir bölümünü taşıma ve ulaşım sistemi ile karşılamak mümkündür. Böylece hidrokarbon ekonomisi elektrik ekonomisine dönüşebilmektedir (Evans, 2007: 168).

2.3.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik güç teknik ve ekonomik açıdan enerji üretimine uygun kaynaklar arasındadır. Bu kaynağın süreklilik arz etmesi, yabancı ülkelere bağımlılığının bulunmaması ve güvenilir olması nedeniyle uzun yıllarca tercih edilen yenilenebilir bir enerji türü olmasını sağlamıştır.

2.3.1.1. Hidroelektrik Santralleri ve Çevresel Etkileri

Hidroelektrik santraller suyun sahip olduğu enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Dünya'da ilk hidroelektrik santral (HES), 1882'de Amerika'da kurulmuştur. Zamanla santral teknolojisinde yaşanan gelişmeler ile akan suyun gücünden artan oranda faydalanılmış ve dünyaya yayılmıştır.

"Barajlarda biriktirilen suyun kontrollü bir şekilde aşağıya düşürülerek türbinleri döndürmesi ile oluşan hidroelektrik santralleri, kapasitelerine göre büyük, küçük, mini ve mikro olarak sınıflandırılmaktadırlar. Büyük santraller ulusal şebekeleri, mini ve mikro ölçekli santraller ise; enerjinin götürülmediği kırsal kesimlerde ve çiftliklerde kullanılmaktadır" (IEA and OECD, 2009: 71). Hidroelektrik enerji üreten santraller hava kirliliğine ve sera etkisine neden olan emisyonları oluşturmadıkları gibi, çevreye de

duyarlı temiz enerjidir. Hidroelektrik santraller aynı zamanda sulama için de kullanılarak, su kalitesini yükseltmektedir.

Hidroelektrik kaynakların olumsuz yönleri de vardır. Örneğin; enerji üretmek için inşa edilen büyük barajlar ve diğer ekipmanların bir araya gelmesiyle geniş sistemler ortaya çıkmaktadır ve bu da çevresel anlamda olumsuz etkileri beraberinde getirir.

2.3.1.2. Dünya'da Hidrolik Enerji Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri

Dünya'daki yağışlarla denizlere ve göllere ulaşan su miktarı yıllık 117,000 km^3 miktarıdır. Kullanılması mümkün olan ise sadece 8,000 km^3 miktarıdır. Türkiye Çevre Vakfı'nın 2014 yayınına göre, brüt hidroelektrik potansiyelinin 40,000 TW/yıl olması bu miktarın 8,000 TW/yıl olan kısmının ekonomik olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir (Ural, 2014: 187).

Dünya'da en fazla hidroelektrik üretimini sağlayan ilk 10 ülkenin toplamı, dünya hidroelektrik üretiminin %70`idir. İlk sıradaki liderliğini koruyan Çin'de 5327 büyük baraj bulunmaktadır. Bu da HES potansiyelinin % 23'üdür. Çin'in hedefi ise; 2020 yılına kadarki kurulu gücünü %50 artırarak 300.000 MW'a çıkarılmasıdır. 2. sıradaki Brezilya ise; teknik potansiyelinin sadece %25'ini kullanmasına rağmen elektrik enerjisinin %83,9'unu hidroelektrikten karşılamaktadır. Kurulu güçleri toplamı 9.759 MW 10 adet büyük HES işletmeye alınmıştır ve 10 adet daha 2019 yılına kadar inşa edilerek işletmeye alınması planlanmaktadır. 2013 verilerine göre Türkiye 80.174 GWh/yıl ortalama üretimle dünyada 14. sıradaydı. Dünyanın kıtalara göre hidroelektrik enerji potansiyeli aşağıdaki ilk tabloda, dünyada hidroelektrik enerji üretiminde söz sahibi ülkelerin bu sektördeki gelişim durumları ise ikinci sıradaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 10. Dünya'nın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli / 2013

BÖLGE	BRÜT HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ (TWh/YIL)	TEKNİK HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ (TWh/YIL)	TEKNİK VE EKONOMİL HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ (TWh/YIL)
Afrika	4000	1665	1000
Asya	19000	6800	3600
Avustralya	300	270	105
Avrupa	3150	1225	800
Orta Amerika	6000	1500	1100
Güney Amerika	7400	2600	2300
Dünya	40150	14060	8905
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 11. Hidroelektrik Enerjinin Dünyadaki Durumu 2013

ÜLKE	KURULU GÜCÜ (GW)	ÜRETİMİ (TWh)	DÜNYA ÜRETİMİ İÇİNDEKİ PAYI (%)	YERLİ ELEKTRİK ÜRETİMİNDE HİDROELEKTRİĞİN PAYI (%)
ÇİN	212	722	19.8	14.8
ABD	79	328	9.4	7.4
BREZİLYA	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
HİNDİSTAN	42	132	3.8	12.4
NORVEÇ	30	122	3.5	95.2
TÜRKİYE	17	52	1.5	22.8
TOPLAM	**609**	**2413**	**62.2**	

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

Enerji Bilgi Yönetimi'nin verilerine göre; dünya hidroelektrik enerji tüketimi 717 Mtep'tir. Yenilenebilir kaynaklar arasındaki hidroelektrik enerjisi büyük bir paya sahip olup yaklaşık %78'ini oluşturmaktadır. 2030 yılındaki değerlendirmeler sonucunda hidroelektrik enerji tüketiminin yıllık ortalaması %2'lik bir artış ile varlığını koruyacağı beklenmektedir (EIA, 2013: 67). OECD'ye üye olan ülkeler hidroelektrik enerjisini tercih etmektedir.

Hidroelektrik enerji dünya toplam elektrik ihtiyacının yaklaşık %20'sini karşılamaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğu da hidrolik güçten

yararlanmaktadır. Büyük ölçekli hidrolik enerji üreten santrallerin ilk kurulum aşaması maliyetlidir ama yakıt ihtiyacına gereksinim duyulmadığından kısa sürede maliyetini telafi edip ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

20. yüzyılda yaklaşık 46,000 adet baraj inşa edilmiştir ve halen nehirlerin yarısının üzerinde büyük ölçekli barajlar vardır. Ulusal enerji nakil hatlarından faydalanamayan mini ve mikro ölçekli hidroelektrik güçler, ekonomik anlamda konvansiyonel kaynaklardan daha ucuz bir şekilde yararlanılabilmektedir. Çin'de yaygınlık gösteren bu uygulama ile 1982 yılına kadar yaklaşık 90,000 adet küçük hidroelektrik santral kurulmuştur (Yılmaz, 2009: 278). Uzun soluklu enerji satışlarının yurtiçine yönelmesi durumunda, kurulum maliyetleri sebebiyle ayrılan sermayenin yüksek dereceli risk unsuru taşımamaktadır.

2.3.2. Güneş Enerjisi

Isınma ve kurutma gibi amaçlarla başvurulan güneş enerjisi, özellikle de elektrik enerjisi üretimine önemli gelişmeler kaydetmiştir.

2.3.2.1. Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Çevresel Etkileri

"Güneş nükleer reaksiyonlar neticesinde, her saniyede 4,3 milyon ton kütle kaybına uğramaktadır. Fakat karşılığında 3,6 x 10^{26} jul enerji vermektedir." (Fisher and Ericson, 2010: 763). Yaşamsal açıdan tehlikeye yol açan radyasyon; atmosferde bulunan karbondioksit, ozon ve su buharı ile zararsız hale gelir. Böylece dünyaya ulaşan enerjinin %28 oranı atmosfer tarafından uzay boşluğuna geri yansıtılır. Kalan %50 ışınımının kara parçaları ve okyanuslar tarafından emilip %18'si buharlaşma ve yağışa dönüşmekte, %2'si de bitkiler tarafından fotosentez yoluyla besin üretiminde kullanılmaktadır (Ural, 2014: 35).

Atmosfere giden radyasyon ışınımının enerji değeri 1,36 KW/m'dir ve bu değer "güneş sabiti" olarak kabul edilir. Ekonomik anlamda ideal güneş enerjisi elde edilebilen bölgelere "Güneş Kuşağı" denilir ve ekvatorun 45^0 kuzey ve güney enlemleri arasında kalan kısmını oluşturur (Aburas, 2011: 134). Verimli toprakların elektrik üretimi için

çoğunlukla çöller tercih edilir. Çünkü coğrafi bölgelere oranla çöller daha fazla güneş enerjisi tutabilir.

Ülkemizin yapısına bakıldığında; güneş enerjisi, üretime çok uygundur. Doğu ve güney kesimlerine güneş ışınları yoğun düşer. Mevcut tarıma ayrılmış elverişli topraklar güneş enerjisi üretimi için elverişlidir. Türkiye'de tarıma elverişli olmayan kurak ve verimsiz toprakların toplam yüzölçümüne oranı %5'tir. Güneş enerjisi temiz bir kaynak olmakla birlikte konvansiyonel fosil kaynaklar gibi sera etkisi yaratan gaz emisyonlarına da sebep olmamaktadır. Hatta kullanımı yaygınlaştığında CO_2 yoğunluğunun önemli bir yoğunluk olduğu söylenebilir. Ekonomik anlamda bakıldığında güneş enerjisi, iş olanakları sağlar ve enerji türlerinin arttırılmasında da kullanılır. Ayrıca konutların çatılarına sıcak su amacıyla yerleştirilen paneller de mimari ve görsellik açıdan estetik kazandırmaktadır.

2.3.2.2. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları ve Ekonomik Etkileri

Odaklayıcı aynalar yardımı ile güneş ışınları bir noktada toplanıp, yüksek dereceli sıcaklıklar elde edilmesine yol açar. Kollektörlerde toplanan sıcaklık ile beraber ısınan sıvı, su ile dolu kazanlardan geçirilerek buhar üretilir ve türbinler ile jeneratöre mekanik hareket sağlanır. Böylece aktif sistemle elektrik enerjisi elde edilir. Buna ısıl uygulamalar da denilmektedir. Teknolojik alanda geliştirilen dezavantajlı durumlardan biri, direkt dönüşümle üretilen büyük miktarlardaki elektrik enerjisinin depolanamaması ve maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları isimli kitabında (H. Hüseyin Öztürk) şu şekilde sıralanmaktadır; (Ural, 2014: 53)

Telsiz ve telefon sistemleri, haberleşme istasyonları, kırsal radio,
Petrol boru hatlarının katodik koruması,
Metal yapıların korozyondan korunması,
Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetric ölçümler, hava gözlem istasyonları, Binaların iç ve dış aydınlatmalarında,

Deprem ve hava gözlem istasyonlarında,
Yerleşim merkezlerinden uzaktaki evlerde televizyon, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılmasında,
Deniz fenerlerinde ve orman gözetleme kulelerinde,
Tarımsal sulama veya ev kullanımı amacıyla su pompajı,
İlk yardım, alarm ve güvenlik ile ilgili sistemlerde,
Ilaç ve aşı soğutmada kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinden 3 farklı sıcaklık kategorisinde yararlanılabilir. Bunlar;

Düşük sıcaklık kabul edilen 1000 C ve altı uygulamalar,
Orta sıcaklık olan 1000 C ve 3500 C aralığı,
Yüksek sıcaklıkta olan 3500 C ve üstü uygulamalardır.

Ekonomik açıdan her bir sıcaklık değerleri bir kullanımdır. Düşük sıcaklık uygulamaları, pasif yöntemle binaların ısıtılmasında, kullanma suyunun arıtılmasında, seracılıkta ve tarım ürünlerinin kurutulmasında yararlanılmaktadır. Orta sıcaklık uygulamalarında; bina ısıtma, soğutmada ve küçük su pompalarının çalıştırılmasında kullanılır. Yüksek sıcaklık uygulamaları ise; toplayıcı ve odaklayıcı kollektörler yardımıyla elektrik üretilmesinde ve güneş fırınları gibi yüksek sıcaklık gerektiren diğer alanlarda faydalanılır. Güneş enerjisinden en fazla faydalanan ülkeler, Birleşik Devletler Japonya, İspanya, Almanya, Avustralya ve Fransa'dır.

Tablo 12. Dünya'da Güneş Pili Üretiminin 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 Ülk.	9,75	23,42	83,80	133
Toplam	**88,60**	**287,65**	**744,08**	**1400**

Kaynak: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, (TÇV) Yayını, 2006, s.52

Dünya genelinde güneş enerjisine yapılan yatırımlar artmaktadır. Avustralya'nın Victoria eyaletinde 154 MW'lık enerji ünitesi kurulması ve İsrail'in Neva Çölü'nde 100 MW gücünde bir güneş enerjisi santrali inşa edilmesi de yakın bir zamanda planlanmaktadır. Günümüzde küçük bir bölümünden faydalanabildiğimiz güneş enerjisi, 2008 yılında küresel ekonomiye 8,5 milyar dolarlık katkı sağlamıştır. Bu miktar bir önceki yıla nazaran %40 oranında daha fazladır (Ogueke, N.V., Anyanwu, E.E., and Ekechukwu, O.A., 2013: 20).

2.3.3. Rüzgar Enerjisi

Ekonomik alanda katkı sağlamak için ulusal enerji nakil şebekelerine enerji verilmesi ve fosil kökenli kaynakların azalması ve artan enerji fiyatlarının kontrol altına alınabilmesi için başvurulan kaynaklardan biri de rüzgar gücüdür.

2.3.3.1. Rüzgar Tribünleri ve Çevresel Etkileri

Modern bir rüzgar türbini 3 kısımdan oluşur. Bunlar; kanatlar (pervaneler), jeneratörler ve sistemi uygun bir yükseklikte sabit tutmaya yarayan kuledir. Alt sistemler ise; dişli kutusu, frenleyici, şaft, titreşim önleyici, elektrik elektronik ekipman, yağlayıcı mekanizma, güç kontrol ünitesi ve şebeke bağlantılarıdır. Eksenlere göre sınıflandırmaya bakıldığında; rüzgar türbinlerinin farklı yapısal özellikleri karşımıza çıkmaktadır. TEV'in hazırladığı "Rüzgar Enerjisi" isimli çalışmadaki türbinler aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (İnan, 2006:16):

- Önden ve arkadan rüzgarlı türbinleri,
- Değişken veya sabit hızlı türbinler,
- Durdurma veya kanat eğimi denetimli rüzgar türbinleri,
- Tek, iki veya üç kanatlı indüksiyon veya senkron üreteçli türbinler

Rüzgar türbinlerinden elde edilen elektrik enerjisi kullanılacak amaçlara ve bölgelere göre farklılık gösterir. Bireysel amaçlı kullanımlar çoğunlukla düşük güç gerektirir. Bunlarda konutlarda veya çiftliklerde su pompalama, ısınma gibi ihtiyaçları karşılamaktadır. Aynı zamanda meteroloji ve gözlem istasyonlarında, deniz fenerlerinde ve iletişim sistemlerinde de faydalanılmaktadır. Bu tür uygulamalarda, mikro ve mini ölçekli türbinler işletilip, kısa süreli rüzgar kesintilerine karşı koymak için batarya takviyesi veya alternatif kaynak verilir. Kırsal kesimler yüksek güç gerektirdiğinden, elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması veya ulusal şebekelerin beslenmesi gibi türbinler tercih edilir. Ticari alada ise; yılda 1 milyon kW/h'ten fazla güç üreten büyük ölçekli türbinler tercih edilmektedir (Gipe, 2009: 43-61). Bunlar da zararlı sera gazları üretmeyip, yeni gaz oluşumlarını engellemektedir.

2.3.3.2. Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri

Rüzgarları oluşturan temel enerji kaynağı güneştir. Güneşten yeryüzüne her saat 174,423,000,000,000 kW/h enerji gelmektedir. Bu büyüklükte bir enerjinin sadece %1 ile 2 oranı rüzgara dönüşebilmekte olmasına rağmen, bu oran dünyanın elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamada yeterlidir (Schlager N., and Weisblatt E., 2006: 317).

Rüzgarların dağılımını etkileyen bir diğer faktör ise; yeryüzünün coğrafi yapısıdır. Okyanuslar ve karalar farklı ısınma değerlerine sahip olduklarından, sahil şeridine sahip kıyı bölgeleri rüzgar yönünden daha verimli durumdadır. Özellikle de kıtaların orta bölgeleri dağlık olduğundan enerji üretiminde tercih edilirler. Bir yılı oluşturan 8760 saat baz alınarak, yıllık ortalama rüzgar değeri hesaplanmaktadır. Bu açıdan da yıllık 5000 saat ve üzeri rüzgar alan bölgeler, enerji yatırımları açısından bakıldığında daha rekabetçidir (Cassedy, 2013: 121).

Sürekli olarak kullanımı artan rüzgar türbinlerinin, dünya çapındaki kurulu gücü Dünya Rüzgar Enerjisi Birliği'nin (WWEA) araştırmasına göre 2016 yılı sonu ile 204,382 MW'tir. Bu da dünya toplam elektrik ihtiyacının %4,5 oranına eşittir.

Tablo 13. Kurulu Kapasitesi En Fazla Olan 10 Ülke

ÜLKE	**2014 TOPLAM (MW)**	**HAZİRAN 2015 TOPLAM (MW)**	**2015 TOPLAM (MW)**
ÇİN	52.800	8000	44.733
ABD	42.432	2.252	40.180
ALMANYA	27.981	766	27.215
İSPANYA	21.150	480	20.676
HİNDİSTAN	14.550	1.480	13.065
İTALYA	6.200	460	5.797
FRANSA	6.060	400	5.660
İNGİLTERE	5.707	504	5.203
KANADA	4.611	603	4.008
PORTEKİZ	3.960	260	3.702
DİĞER	29.500	3.200	26.441
TOPLAM	**215.000**	**18.405**	**196.682**

Kaynak: https://enerjienstitusu.org/2017/02/15/dunya-ruzgar-enerjisini-en-cok-kullananulke/

İşletim maliyetleri, rüzgar türbinlerinden elde edilen elektriğin diğer herhangi bir enerji ile karşılaştırılması sonucu ortaya çıkar. Ekonomik açıdan birim kW/h başına düşen üretim tutarı bir karşılaştırma ölçütü olarak kabul edilir. 1980 yılında elektrik üretim maliyeti 30 cent kW/h olan rakam, günümüzde 6 cent kW/h'e kadar gerileyerek rekabetçi bir kaynağa dönüşmüştür (Schlager Weisblatt 2006: 333). Rüzgar enerjisi sektörü, ekonomik açıdan büyük bir istihdam potansiyeli yaratmaktadır. Neil Schlager ve Weisblatt (Ed), Yenilenebilir Enerji 3. cilt yayın verilerine göre bulunan kongre kitaplığında 2010 yılından 2015 yılına kadar iş gücünü doğrudan ve dolaylı bir şekilde 2.8 kat arttırarak 250 bin kişiden 500 bine yükseltmiştir. Rüzgar enerjisi sektöründe istihdam süreci, türbinlerin üretim ve işletim aşamalarında giderek artması ile yeni türbin fabrikalarının kurulmasına imkan tanırken, sürekli bir istihdam yaratan sonuç doğurmuştur.

2.3.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynaklar enerjide dışa bağımlılığı azaltarak, döviz tasarrufu sağlanması ve istihdam yaratılması yönünden önemli bir enerji çeşitidir.

2.3.4.1. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları ve Çevresel Etkileri

Jeotermal enerji kaynakları 4 kategoride gruplandırılır. (Jeoloji Yüksek Mühendisi, Dr. Ali Koçak). Bunlar;

□	Sıcak sıvı ağırlıklı jeotermal kaynaklar,
□	Buhar ağırlıklı jeotermal kaynaklar,
□	Yüksek basınç altındaki jeotermal kaynaklar ve
□	Sıcak kuru kayaçlardır.

Teknolojinin gelişimi ile beraber jeotermal kaynakların çoğundan yararlanılabilmektedir. Ticari amaçlı enerji üretiminde daha çok hidrotermal sistemler

tercih edilir. Jeotermal kaynaklar çeşitli türlerde olabildiği gibi değişken sıcaklıklara da sahiptir. Genel olarak bakıldığında, 20^0C ile 70^0C arası düşük sıcaklık, 70^0C ile 150^0C arası orta sıcaklık ve 150^0C'nin üzeri yüksek sıcaklık sahaları olarak bilinmektedir (Gleason, 2008: 33).

Tablo 14. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Yerleri

ISI (ºC)	KULLANIM ALANI
180	Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	Hidrojen sülfit yolu ile ağırsu 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 arttırılması
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, (Erişim: 02.03.2013)

Jeotermal enerji temiz ve çevreci bir kaynaktır ama aynı zamanda da kısıtlıdır. Jeotermal santraller daha düşük oranlarda karbondioksit gazı salınımı gerçekleştirirler. Hatta bazı direkt ısıtma sistemlerinde sıfıra yakındır denebilir. Fakat çevresel açıdan doğal çevreye birtakım zararlar vermektedir. Bu zararlar geçici olmakla birlikte santralin büyüklüğüne akışkanı taşıyacak olan boru hatlarının uzunluğuna göre geniş bir alanda yaygınlık gösterebilir. Özellikle vahşi yaşam alanları ve canlı organizma popülasyonunun sık olduğu yerlerde bulunan jeotermal kaynaklar risklidir. Jeotermal enerji üreten tesisler ayrıca yakıt da gerektirmediğinden atık maddeler oluşturmamaktadır.

2.3.4.2. Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri

Jeotermal kaynaklar fosil kökenli enerji kaynakları gibi belli başlı bölgelerde yoğunluk gösterir. Özellikle genç volkanik kuşakların ve tektonik tabakaların yoğun olduğu alanlar yüksek enerji potansiyeli barındırır. Dünya'nın önemli jeotermal enerji kuşakları aşağıdaki gibidir;

□ And Volkanik Kuşağı: Güney Amerika'nın batı kıyıları boyunca uzanan hat Venezuella, Kolombiya, Ekvador, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantin gibi ülkeler,
□ Alp Himalaya Kuşağı: Hindistan ve Avrupa Platoları'nın çarpışmasıyla oluşan bu kuşak, sahip olduğu 3000 km uzunlukla dünyanın en büyük jeotermal kuşaklarındandır. Türkiye, İtalya, Sırbistan Karadağ, Hindistan, Makedonya, Arnavutluk, Yunanistan, İran, Çin, Pakistan, Tibet ve Tayland'ı kapsar.
□ Doğu Afrika Rift Sistemi: Zambiya, Malavi, Tanzanya, Kenya, Uganda, Cibuti ve Etiyopya gibi ülkelerin sınırlarında yer alan aktif bir sistemdir.
□ Karayip Adaları Kuşağı: önemli potansiyele sahip bölgelerdendir.
□ Orta Amerika Volkanik Kuşağı: El Salvador, Guatemala, Nikaragua Kosta Rika ve Panama'yı kapsayan volkanik sistemdir (Ural, 2014: 102-104)

Jeotermal enerjinin en büyük eksikliği; dünyanın her yerine eşit dağılımı olmaması ve her jeotermal kuyuda istenilen sıcaklıklara erişilememesi gibi finansal

sıkıntılardır. Fazla rekabetçi olmamasına rağmen, maliyetleri düşük düzeydedir ve %45 ile %90 verimle çalışmaktadır (Craddock, 2016: 144-148). Jeotermal enerji kaynak maliyetlerini, ilk yatırım ve işletim sırasında doğan maliyetler olarak incelemek gerekir. İlk yatırım olarak; belirli derinlikte kuyuların açılması ve çıkarılan akışkanın santrale taşınması ciddi yatırım maliyetleri oluşturmaktadır. İşletim aşamasında ise; teknik elemanın istihdam edilmesi ve sistemin periyodik giderleri santralin amortize süresini arttırmaktadır (Dickson and Fanelli, 2014: 48-51).

Tablo 15. Jeotermal Kaynakların Maliyeti ($ / Ton)

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

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

Tablo 16. 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

Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, jeotermal elektrik enerjisi üretilen santrallerde, kapasite büyüdükçe, birim kW düşen maliyetler azalmaktadır. Bu kaynaklar kullanılarak, ısı enerjisi üretimi %80 oranında diğer kaynaklara nazaran daha ucuz olmakla birlikte doğalgaz ile karşılaştırıldığında %30 ile 50 arasında daha ekonomik olmaktadır.

2.3.5. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisi artan ihtiyacın karşılanması için ciddi bir potansiyele sahiptir. Aynı zamanda temiz bir enerji kaynağı olup, çevresel sorunların çözümünde de etkin bir rol alan yakıt türüdür.

2.3.5.1. Hidrojen Enerjisinin Kullanım Alanları ve Çevresel Etkileri

Hidrojen gazı üretildikten sonra kullanmadan önce bazı işlemlere tabiidir. İlk prosedür de saflaştırma işlemidir. Yakıt pillerinde saf olmayan hidrojen kaynağı, sistemin aktifliğini azaltmaktadır. Diğer işlemler ise; kullanılacağı bölgeye taşımak için sıvılaştırma ve özel sistemlerle depolanmasıdır. Hidrojen gaz veya sıvı halde nakledilebilinir. Gaz halinde geniş hacim kaplar fakat yüksek miktarlarda hidrojenin taşınması için sıvılaştırma işlemini gerektirir. Bu da hidrojen gazının sıvılaştırılması için -253^0 C'ye kadar soğutulması ile oluşur. Bu süre zarfında harcanan enerji yaklaşık 10 ile 15 kW/kg'dır. Hidrojen gaz halde üretilerek depolandığında, sahip olduğu potansiyel %10 ile 15 arasındadır. Bir diğer taşıma şekli de boru hatları aracılığıyladır. Mevcut doğalgaz hatlarında yapılacak bazı değişikliklerle hidrojen taşımak mümkündür (Liptak, 2009: 119).

1970'li yıllarda yaşanan enerji sıklığı ve küresel ısınma, enerji sektörünü hidrojen ağırlıklı kaynaklara yöneltmiştir. Hidrojen enerjisi fosil kaynaklara nazaran daha pahalıdır (Rajeshwar, McConnell, and Licht E.S., 2008: 4). Hidrojen gazının üretimi esnasında kullanılan kömür veya doğalgaz yanma işlemi sonunda tahribat verdiğinden, yenilenebilir çevreci kaynaklardan imal edilmesi önem taşımaktadır. Hidrojen kullanımının daha fazla yaygınlaştırılmasıyla hidrojen gazının atmosfere yerleşerek, ozon tabakası üzerinde ciddi hasarlar meydana gelmektedir. Ayrıca iklimlerin hidrojen teknolojileri üzerindeki etkileri de incelenmelidir. 2025 yılına gelindiğinde, dünya çağında enerji tüketimi 12,700 Mtep ile 16,250 Mtep arasında olacağı ve bu miktarın 1,750-2,550 Mtep'lik kısmının hidrojen enerjisi kullanılarak karşılanacağı düşünülmektedir. Bu durumda mevcut konvansiyonel kaynakların %10 ile %15'lik kısmının hidrojen enerjisi ile değiştirilmesinden, çevresel tahribatın büyük ölçüde önüne geçilecektir.

2.3.5.2. Hidrojen Enerjisinin Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri

Dünya çapında hidrojen üretimi yıllık 500 milyar m^3 civarlarındadır ve beşte biri (87 milyar m^3) Avrupa'da gerçekleşmektedir. Hidrojen gazı maliyetli işlemler gerektirdiğinden, %38'i imalat sanayisinin yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Bunların arasında en çok kullanılanlar aşağıdaki gibidir;

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 1700^0 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 17. Avrupa'da ve Dünya'da Farklı Yöntemlerle Üretilen Hidrojen Miktarları (Milyar Nm^3)

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 üretimi maliyeti hesaplanırken; doğalgazın fiyatına, hidrojene dönüşüm işlemlerinin de fiyatı eklenmelidir. Her birim MBTU için 3,8$ doğalgaz gerekir. Buhar refermasyonu işlemi ile hidrojene dönüşüp bu maliyet 11,2$ olmaktadır. Ayrıca sıvılaştırma işlemi içinde maliyetlere 8 ile 10$'da eklenerek, hidrojen üretimi 25$/MBTU civarlarında gerçekleşmektedir. Güneş hidrojen enerji sisteminde üretim, sıvılaştırma ve nakil kayıpları da göz önünde bulundurulduğunda, ortalama verim %66 seviyelerine düşmektedir. Ayrıca hidrojenin sıvılaştırılması, depolanması ve uzak yelere taşınması güvenlik problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Ticari açıdan elverişli hale getirebilmek için gelişmiş ülkeler de AR-GE desteği almaktadır. 2030'lu yıllarda ABD Enerji Bakanlığı hidrojen ekonomisine geçmeyi hedeflemektedir (Kakaç, 2016: 4).

2.3.6. Biyokütle Enerjisi

Ülkemizde büyük miktarlarda bulunan biyokütlesel enerji, kırsal kesimlerde halen tercih edilen bir kaynaktır. Modern enerji üretimi tekniklerinin geliştirilmesi ile canlı kütleden elde edilen enerji miktarı da artmaktadır.

2.3.6.1. Biyokütle Enerjisi Kullanım Alanları ve Çevresel Etkileri

Biyokütle kaynaklar, direkt olarak yanma işlemine tabii tutulur ve türlü yöntemlerle özel nitelikli yakıtlara dönüştürülür. Geçmişte herhangi bir teknik işlem gerekmeden yakılarak ısı enerjisi elde edilirken, günümüzde geliştirilen reaksiyonlarla sıvı gaz formlarına geçilmiştir. Yenilenebilir enerji teknolojileri aracılığıyla biyokütlesel kaynaklar 21. yüzyılda karşımıza çıkan problemlerin çözümüne katkı sağlamaktadır. Biyokütle enerjisi, spesifik özelliklere sahip olarak sera gazı salınımlarının azaltılmasında etkilidir.

Kyoto Protokolü tarafından verilen yükümlülükler neticesinde AB karbondioksit ve diğer sera gazları emisyon değerini %8 oranında azaltarak 1990'lı yıllardaki seviyelere indirmeyi taahhüt etmiştir. Bunu gerçekleştirebilmek için uygulanan politikalardan biri; süreklilik arz eden ve kirliliğe sebep olmayan biyokütle kaynaklarının, Batı Avrupa'da yaygınlaştırılması ve enerji ormancılığına dönüştürülmesidir. Biyoenerjinin kullanımına olan talebin artması, verimli tarımsal alanlarının da artmasına sebep olurken gıda amaçlı üretime ayrılan tarımsal alanların azalmasına neden olmuştur. Biyoyakıtların üretimi ve

motorlarda kullanılması risk açısından bakıldığında, petrol türevi kaynaklara nazaran daha güvenlidir. Üretim yapılırken yan ürün olan gübre, hidrojen gazı (H_2) ve bazı toprak katkıları ortaya çıkmaktadır. Bu da çevre tahribatına neden olarak, başta tarımsal alanlar olmak üzere farklı amaçlarla değerlendirilir.

2.3.6.2. Biyokütle Enerjisi ve Ekonomik Etkileri

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2007 yılındaki verilerine göre, üretilen toplam enerjinin %11,8'lik payı yenilenebilir kaynaklardan karşılanmakta ve bu kaynaklar içerisinde biyokütlenin payının %78 olduğunu görmekteyiz (IEA, 2013: 32)

Biyokütle enerjisi hayvansal ürünlerden ve atıklardan, ormanlardan, özel yetiştirilen bitki türlerinden, evsel, belediyesel ve endüstriyel atıklardan oluşan geniş ve önemli miktarlarda potansiyel kaynak teşkil etmektedir. Dünya'da bir yıl içerisinde üretilen net organik materyal, enerji içeriği bakımından 3,3 x 10^{21}J'dür. Bu değer dünyanın senelik enerji tüketiminin yaklaşık 10 katı civarındadır. (McVeigh, 1984: 118).

Türkiye Çevre Vakfı'nın 2015 yılındaki yayınında Dünya'nın 2015 mevcut biyokütlesel potansiyeli aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 18. Dünya Toplam Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

KAYNAK	**POTANSİYEL (MW)**
Saman	1,200,000
Hayvansal Atıklar	500,000
Orman Atıkları	1,360,000
Çöp ve Diğer Atıklar	2,400,000
Şeker Kamışı	17,700,000
TOPLAM	**23,080,000**

Kaynak: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, TÇV Yayını, 2015, s. 129

Coğrafi ve kentsel etkileşimlerle, biyokütle enerjisi farklı dağılım özellikleri göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde kentsel yapılanma; belediyesel, evsel ve endüstriyel atıkların artışını getirirken, kırsal kesimlere doğru orman ürünleri, hayvansal kaynaklar ve enerji tarımı gibi biyoenerji üretim potansiyeli görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise doğal çevrenin coğrafi yapısı etkili olmaktadır. Büyokütle üretimi için bir diğer kaynak da, biyoyakıt ve biyogaz elde etmek için ekimi yapılan bitki ve ağaçlardır.

Türkiye Çevre Vakfı'nın 2008 yılındaki yayınında 2000 ile 2005 yılları arasında Amerika'da etanol üretimi yılda %28 oranında artış gösterirken, Almanya'da aynı dönemde biyodizel üretimi %43 ile %50 seviyelerinde artış göstermiştir. Avrupa'da ciddi yayılma ve büyüme gösteren biyoyakıtların, fosil kökenli petrol ürünlerinin azalmasına ve böylece enerji ithalatının azalmasına yol açmıştır. Biyoenerji kullanımının ekonomiye yaptığı katkılar ve doğrudan istihdam yaratması önemlidir. 2016 yayınında ise; Avusturya, enerji ihtiyacının %27'sini yenilenebilir kaynaklardan karşılayarak biyokütle kullanım oranını %13'e getirmiştir. Yalnız teknoloji ihracatında dahi 1,5 milyar Euro piyasa değerine ve 4.750 kişiye istihdam sağlanmıştır. Çin'de yemek pişirme ve ısınma amacıyla kurulan 5,1 milyondan fazla küçük ölçekli tesis yaklaşık 23 milyon insan tarafından işletilmektedir (TÇV, 2014: 149). Sektördeki istihdamın artışı ile işçilik maliyetlerinin düşmesi ve enerji fiyatlarında ucuzlama fırsatı yakalanmıştır.

BÖLÜM 3 TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Bu bölümde Türkiye'deki genel enerji durumu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisine katkısı incelenecektir. Son zamanlarda Türkiye'de de yatırım ihtiyacı hissedilen yenilenebilir enerji sektörünün ülke ekonomisinde yarattığı katma değer önemlidir.

3.1. TÜRKİYE'NİN GENEL ENERJİ DURUMU

Türkiye, ihtiyaç duyduğu enerji üretimini karşılayabilecek kadar yerli kaynaklara sahip bir ülke konumunda değildir. Özellikle petrol ve doğalgaz açısından bakıldığında, fakir bir ülkedir. Dolayısıyla bu alanlarda dışa bağımlı bir ülkeyiz.

Gelişmekte olan ülkemiz hızla artan nüfus ve gelişen ekonomi ile birlikte enerji talebinde de artış yaşamaktadır. Türkiye'nin birincil enerji kaynakları üretimi 1970 yılında 14,5 Milyon TEP'dir. 2000 yılında ise; bu rakam 24 Milyon TEP, olup 2014 yılında iki buçuk kat artarak 23,287 Milyon TEP olarak gerçekleşmiştir (ETBK, 2010-2014: 12). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre, enerji gereksiniminin %73'ü ithalat ile karşılanmıştır. Bu kaynakları ağırlıklı olarak doğalgaz ve petrol ürünleri oluşturmaktadır.

Türkiye'nin 2008 yılında üretimini dışarıdan ithal ettiği enerji değeri 85,357 TEP'dir. Enerji ithalatının içerisindeki petrolün payı 36,681 TEP'dir.

Tablo 19. Türkiye 2008 Yılı Genel Enerji Dengesi / Bin TEP

Enerji Kaynağı	**Yerli Üretim (Bin TON)**	**İthalat (Bin TON)**	**Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)**	**Kurulu Güç Kapasitesi (MW)**
Toplam Katı Yakıtlar	21,487	14,595	57,936	10,251
Petrol	2,268	36,681	7,519	2,290
Doğalgaz	931	34,013	98,685	15,055
Yenilenebilirler	4,571	68	34,278	14,221
Toplam	**29,257**	**85,357**	**198,418**	**41,817**

Kaynak: ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (Erişim: 11.03.2010)

Türkiye, ihtiyaç duyduğu enerjinin yarısından fazlasını dışarıdan tedarik ederek, 2020 yılında dışa bağımlılık oranını %76 seviyelerine çıkaracağı düşünülmektedir. Bu da 40 milyar dolar seviyesinde bir ithalat olabileceği anlamına gelmektedir (Önal, 2016: 43). Türkiye'nin enerji sorununa çözüm olabileceği doğalgaz kaynakları ve petrol rezervleri tüketim için yeterli seviyelerde değildir. Gelişen ekonomi ile artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için ithalat oranının azaltılması ve mevcut yerli kaynaklara dayalı üretime dair teşvik politikası önemlidir (İskender, 2016: 132).

Enerji güvenliği açısından dışa bağımlılığı kabul edilebilir düzeylerde tutmak amacıyla, yerli kaynaklarımız olan kömür, hidrolik ve yenilenebilir enerjiye gereken önem verilmeli ve elektrik üretiminin bu kaynaklardan sağlanmasına özen gösterilmelidir. Ülkemizin, her geçen gün daha büyük ölçüde ihtiyaç duyduğu ve modern toplumun vazgeçilmez enerji kaynaklarından birisi olan doğal gazın, öncelikle yurt içi kaynaklardan sağlanması amacıyla kara alanlarımızın yanı sıra son yıllarda özellikle denizlerimizde

başta Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı olmak üzere yerli ve yabancı şirketler tarafından yoğun bir şekilde arama ve sondaj faaliyetlerinde bulunulmaktadır. Yerli kaynaklara ağırlık vererek, ithalat bağımlılığının düşürüldüğü, kaynak ve ülke çeşitliliğinin arttırıldığı, enerjinin verimli kullanıldığı, sanayimizin rekabet gücünü artıracak seviyede enerji fiyatını sağlayacak şeffaf ve rekabete dayalı pazarın oluşturulduğu, çevre ile uyumlu, dünya enerji sistemi ile bütünleşmiş bir enerji sistemi ve sektör yapısının kurulması hedeflenmektedir. Bu çerçevede yerli kömür, petrol ve doğalgaz arama üretim faaliyetlerine öncelik verilmektedir. Ülkemizin 2002-2014 yılları arasındaki dönemde petrol, doğal gaz, kömür ve diğer (hidrolik, jeotermal, rüzgar, güneş, odun, organik artıklar ve biyoyakıt) yakıtlar ile birlikte toplam birincil enerji kaynakları üretim miktarlarını gösteren tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 20. Türkiye Birincil Enerji Kaynak Üretimi

YILLAR	PETROL (bin ton)	DOĞALGAZ (milyon m^3)	KÖMÜR (bin ton)	TOPLAM (bin ton petrol eşdeğeri)
2002	2.442	378	53.984	24.268
2003	2.375	561	48.563	23.796
2004	2.276	708	46.377	24.268
2005	2.281	897	60.766	24.469
2006	2.176	907	64.255	26.497
2007	2.134	893	75.365	27.373
2008	2.160	1017	79.402	29.117
2009	2.237	685	79.498	30.266
2010	2.544	682	73.399	32.425
2011	2.433	790	75.978	32.229
2012	2.324	632	71.461	31.964
2013	2.367	537	60.392	31.944
2014	2.354	502	65.249	31.049

Kaynak: ETKB, Mavi Kitap 2016

Yıllar itibari ile talebin artış göstermesindeki en önemli faktörler şehirleşme ve şehirlerde yaygınlaşan doğal gaz kullanımıdır. Ayrıca, sanayide 2002 yılından itibaren kullanılan sistemlerin doğal gaz dönüşümüyle ciddi bir artış mevcuttur. Petrol tüketimi ise 2001 yılından 2008 yılına kadar olan dönemde birincil enerji kaynakları tüketiminde birinci sırada yer alırken bu yıldan itibaren yerini doğal gaza bırakarak en çok tüketilen ikinci enerji kaynağı konumuna gelmiştir. Ülkemiz birincil enerji kaynakları tüketiminde kömür üçüncü sırada yer almakta olup, kömürü sırasıyla yenilenebilir enerji kaynakları ve hidroelektrik takip etmektedir. Türkiye toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 90'ı petrol, doğal gaz ve kömür olmak üzere fosil yakıtlardan sağlanmakta olup, bu yakıtların arzı büyük ölçüde ithalata dayanmaktadır.

3.2. TÜRKİYE'NİN FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye mevcuttaki rezervlerinin ihtiyaçları doğrultusundaki karşılama kapasitesi bakımından sınırlı durumdadır. Fosil kökenli enerji kaynakları, asfalit, linyit, taş kömürü, ham petrol, bitümli şistler, doğalgaz, toryum ve uranyum olmakla beraber güneş, jeotermal, rüzgar, hidrolik ve biyokütle gibi pek çok yenilenebilir kaynağını da barındırmaktadır. Türkiye'nin enerji sorununa çözüm olarak belirlenen doğalgaz kaynakları ve petrol rezervleri tüketim için yeterli seviyede değildir. Gelişen ekonomi ile beraber paralel olarak artan enerji ihtiyacının verimli bir biçimde sağlanması için yabancı kaynaklardan ithalat oranının azaltılması ve var olan yerli kaynaklara yönelik üretimlere dair teşvik politikaları yapılmalıdır (İskender, 2016: 135).

3.3. TÜRKİYE VE NÜKLEER ENERJİ

Azalan fosil yakıtlara bir diğer çözüm olan nükleer enerji, 1970 yılında yaşanan petrol krizleri ile beraber daha önemli hale gelmiştir. 1980'lerin sonlarına gelindiğinde ise; nükleer enerji üretimi 30'dan fazla ülkeye yayılarak dünya toplam elektrik üretiminin %6'sını karşılamıştır. 1979 yılında "Three Mile" adasında ve 1986'da Çernobil'de meydana gelen reaktör kazaları sonucu ortaya çıkan tahribatlar, nükleer atıkların saklanması ve taşınması fosil yakıtların fiyatlarının tekrardan düşüşe geçmesi gibi gelişmeleri göstermekle beraber nükleer enerji kullanımını yavaşlama evresine sokmuştur (Grimston, 2017: 182).

Enerji Bilgileri Yönetimi'nin 2009 yılındaki verilerine göre; 2006'da 2,7 trilyon kW/h olan nükleer enerjiye dayalı elektrik üretiminin, 2015 yılında 3,0 trilyon kW/h artarak, 2030 yılında 3,8 trilyon kW/h'e ulaşması öngörülmüştür. Enerji sektörüne yapılması gereken yeni yatırımlar, OECD'ye üye olmayan ülkelerde yapılarak, Çin'in buna ek olarak 2006 ile 2030 yılları arasında 47 gw, Hindistan'ın 17 gw ve Rusya'nın 21 gw kapasite artışı yaratması tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra OECD'ye üye ülkeler arasındaki Güney Kore 13 gw, Birleşik Devletler 12 gw ve Japonya 8 gwt ek kapasite oluşturmayı planlamaktadır.

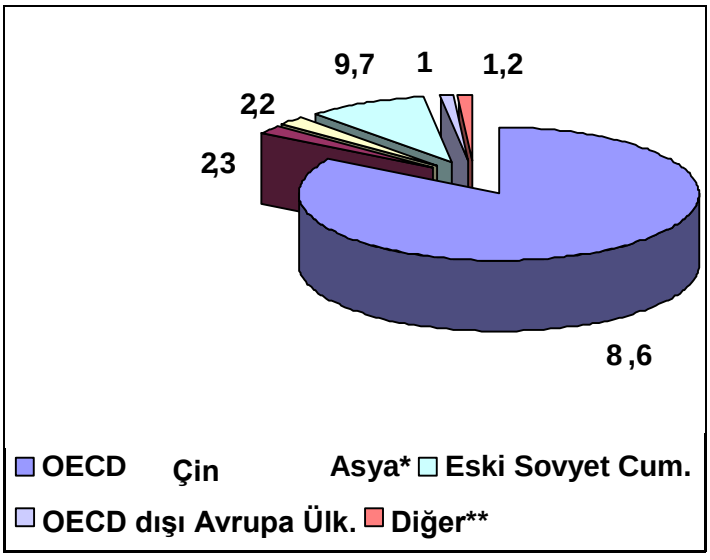
Tablo 21. Dünya Nükleer Enerji Üreten Ülkeleri ve Kurulu Kapasiteleri, 2015

ÜRETİCİ ÜLKE	**TWh**	**DÜNYA TOPLAM YÜZDESİ (%)**	**KURULU KAPASİTESİ / GW**
BİRL. DEVLETLER	837	30,8	106
FRANSA	440	16,2	63
JAPONYA	264	9,7	49
RUSYA FED.	160	5,9	22
KORE	143	5,3	18
ALMANYA	141	5,2	20
KANADA	93	3,4	13
UKRAYNA	93	3,4	13
İSVEÇ	67	2,5	9
BİRL. KRALLIK	63	2,3	11
DİĞER	418	15,3	48
DÜNYA TOPLAM	**2719**	**100,0**	**372**

Kaynak: BOTAŞ Sektör Raporu 2014

Birleşik Devletler, dünya toplam nükleer enerji üretiminde verilere göre 106 GW kurulu güce sahip olarak ilk sırada yer almaktadır. Birleşik Devletler aynı zamanda toplam elektrik enerjisinin %19,4'ünü nükleer kaynaklardan elde etmektedir ve 837 tW/h'lık kapasiteyle üretim yaparak dünya nükleer enerji üretiminden %30,8 pay almaktadır. Fransa ise, Birleşik Devletler'den sonra 440 tW/h'lik üretimle dünya üretiminden %16,2'lik pay alarak ikinciliği üstlenmektedir. Fransa iç elektrik talebinin de %77,9'unu nükleer yolla elde etmektedir. Böylece ihtiyaç duyulan elektriğin, yüksek oranda nükleer yakıtlardan elde edilen ülke olma avantajınıda elinde bulundurmaktadır. Diğer büyük nükleer enerji üreticileri ise; Rusya Federasyonu, Japonya, Kore ve Almanya'dır. Verilere göre toplam 708 tW/h güce sahip bu 4 ülke dünya nükleer enerji üretiminin %26.1'ini oluşturmaktadır. (Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (AAET), 25 Mart 1957 tarihinde imzalanıp 1958 yılında yürürlüğe giren EURATOM Antlaşması ile kurulmuştur.)

İsveç, Belçika ve Almanya son nükleer reaktörlerini 2025 yılına kadar kapatma kararı almıştır. Aynı şekilde 1987 yılında İtalya ve 1993 yılında Finlandiya'da yapılan referandumlardan nükleer enerji aleyhine çıkan sonuçlarla, nükleer santral yapımından vazgeçilmiştir (Ege, 2004:133-134)



Şekil 5 Dünya Nükleer Enerji Üretimi Bölgesel Dağılımı

Kaynak: IEA-International Energy Agency, Key World Energy Statistics, s.16

Dünya'da nükleer enerji üreten ülkeler genellikle OECD'ye üye olan ülkelerdir. Nükleer enerji üretimi belirli bir teknolojiyi gerektirir. Enerji üretiminden yararlanılan uranyum, plütonyum ve toryum gibi rezervler çoğunlukla üretim sayılı ülkelerde mevcuttur. OECD'ye üye ülkelerden, sonra Eski Sovyet Cumhuriyetleri'nde nükleer enerjiden elektrik üretimine genişçe kullanım alanı bulmaktadır. Rusya Federasyonu'nun 2014 yılı verilerine göre 36,9 Mtep nükleer enerji tüketimi yapılırken, Ukrayna 20,3 Mtep tüketim gerçekleştirmiştir. 2014 yılında ise; 2719 tW/h olarak belirtilen dünya toplam nükleer enerji tüketiminden, Eski Sovyet Cumhuriyetleri'nden sonra en büyük paylar sırasıyla Çin ve Asya'dır. OECD'ye üye olmayan Avrupa ülkelerinde ise; %2,3, %2,2, %1,2 ve %1,0 olarak belirlenmiştir. Nükleer enerji üretimi, elektriksel enerji talebini karşılamakla birlikte, ülkelerin milli gelirlerine yapılan katkı açısından da önem teşkil etmektedir. Aynı zamanda gelişmişlik düzeyinin mukayese edilmesinde kullanılan bir ölçüt olarak kabul edilen kişi başına düşen enerji tüketimi değerleri, nükleer enerji kullanan ülkelerde yüksek olup milli gelirlerin de yüksek olmasını sağlamaktadır.

1990'da nükleer enerjiye olan ilginin artma sebeplerine enerji kaynaklarını çeşitlendirerek arz güvenliğini sağlaması, diğer enerji türlerine göre daha sınırlı olması, yakıt maliyetlerini düşürmesi gibi örnekler verilebilinir. Ülkemizin sahip olduğu radyoaktif hammaddeler uranyum ve toryumdur. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nce (MTA) rezerv arama işlemleri yürütülmektedir. Bunun ilk çalışmaları da 1953 yılında yapılmıştır. Nükleer enerji tüketiminin Türkiye için yakıt hammaddesinin yurt içinden karşılanması, kriz dönemlerinde yüksek fiyat dalgalanmalarından etkilenmeyi önleyecektir(http://www.mta.gov.tr/v.1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=radyoaktif_hammad de).

Tablo 22. Türkiye'de Uranyum ve Toryum Yataklarının Tenör Rezervleri

BÖLGE	ORTALAMA TENÖR / GÖRÜNÜR REZERV
Manisa – Köprübaşı	% 0,04 - 0,5 U_3O_8 Ortalama Tenörlü 2,852 Ton
Uşak – Fakılı	% 0,05 U_3O_8 Ortalama Tenörlü 490 Ton
Aydın – Küçükçavdar	% 0,04 U_3O_8 Ortalama Tenörlü 208 Ton
Aydın – Demirtepe	% 0,08 U_3O_8 Ortalama Tenörlü 1,729 Ton
Yozgat – Sorgun	% 0,1 U_3O_8 Ortalama Tenörlü 3,850 Ton
Eskişehir – Kızılcaören	% 0,21 ThO_2 Ortalama Tenörlü 380,000 Ton

Kaynak: MTA, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (Erişim: 19.03.2010)

1955 yılında düzenlenen I. Cenevre Konferansı'nın ardından 1956'da, Başkanlığa bağlı Türkiye Atom Enerjisi Komisyonu kurulmuş ve bir yıl sonra 1957'de Türkiye, Birleşmiş Milletler'in iştiraki olan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA)'na üye olunmuştur. Türkiye'de nükleer çalışma ve araştırmaları 1962 yılında İstanbul Büyükçekmece'de 1 MW gücünde TR-1 adlı reaktör kurularak işletilmeye başlanmıştır. 1980'de reaktörün gücü 5 MW seviyesine çıkarılmıştır (Temurçin ve Aliağaoğlu,2003: 32-33). 1967 ile 1970 yılları arasında Türkiye'de nükleer güçten yararlanılarak enerji üretilmesine yönelik olarak ilk çalışma yapılmıştır. ABD ve İspanya firmaları tarafından ilm proje teklifleri 400 MW gücünde belirlendiği halde gerçekleştirilememiştir. 1972'de Türkiye Atom Enerjisi Komisyonu denetiminde Mersin Akkuyu'da santral kurulması düşünülmüştür fakat gerçekleşmemiştir. Türkiye'de uranyum aramalarına 1990 yılı sonuna kadar devam edilmiş ve 5 yatakta toplam 9.129 ton görünür uranyum rezervi ortaya konulmuştur. Tablodaki Eskişehir-Kızılcaören dışındaki 5 yatağın ortalama tenör ve rezervleri, aranıp bulundukları yıllarda, dünyaca kabul edilen ekonomik sınırlarda olmalarına rağmen, bugün için, bu değerler söz konusu sınırların oldukça altında kalmıştır. Bunun nedeni, son yıllarda nükleer santral planlamalarındaki önemli değişmeler ve özellikle Kanada ve Avustralya'da yüksek tenörlü, üretim maliyetleri çok düşük uranyum yataklarının bulunmasıdır. Türkiye'de, geçmiş yıllarda Maden Tetkik ve

Arama Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar sonucunda, Eskişehir- Sivrihisar-Kızılcaören yöresindeki nadir toprak elementleri ve toryum kompleks cevher yatağında, ortalama tenörü %0,2 ThO2olan 380.000 ton görünür rezerv tespit edilmiştir. Ancak, söz konusu sahadaki toryumun zenginleştirilmesiyle ilgili teknolojik sorunlar henüz tam olarak çözülememiştir.

2013 yılının 3 mayıs tarihinde Türkiye Cumhuriyeti Hükumeti ile Japonya Hükumeti arasında Sinop'ta NGS tesisine ve işletimine dair anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşmaya istinaden 1120 MW gücünde 4 reaktör (toplam 4480 MW) kurulacaktır. Reaktörler Mitsubishi Heavy Industries Ltd. ve AREVA yatırım ortaklığı olan ATMEA Firması tarafından geliştirilmiştir ve ilk sahada kazı çalışmalarına 2019 senesinde başlanılacaktır. İlk reaktörün 2025 senesinde devreye alınması planlanmaktadır.

3.4.TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Ülkemizde 2005 yılında kabul edilip yürürlüğe konulan 5346 sayılı 'Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimi, 'rüzgar, güneş, dalga, jeotermal, gelgit, biyokütle, akıntı enerjisi gibi fosil olmayan enerji kaynakları, kanal-nehir veya rezervuar alanı 15 kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun kaynakları mevcuttur. Bu kanunun 1.maddesinde Türkiye'nin enerji alanındaki öncelikli hedefi yenilenebilir kaynakların gerekliliğini belirtmekte olup aşağıdaki gibidir 8 T.C. Resmi Gazete, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü Yayını, 18 Mayıs 2005 Çarşamba, Sayı: 25819)

MADDE 1: "Bu kanunun amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir."

Bu amaçla Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından hazırlanan 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi içindeki payının arttırılması hedeflenmiştir. 2007 ile 2013 yılları arasını kapsayan 9.Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda ise sürdürülebilir kalkınmanın verimli bir şekilde, arz güvenliğinde kaynak çeşitliliğine gidilmesi ve hidrolik kaynaklar olmak üzere yenilebilir enerji potansiyelinden minimum düzeyde istifade edilmesi planlanmıştır (ETKB ve EİE, 2009-2013:17).

2014 ile 2018 yıllarını kapsayan 10. beş yıllık kalkınma planına baktığımızda, enerji ithalatının toplam ithalatımızın yaklaşık dörtte birini oluşturması nedeniyle, önümüzdeki dönemde küresel enerji piyasalarındaki fiyat ve arz gelişmeleri, Türkiye ekonomisini hem büyüme dinamikleri hem de cari açık açısından etkilemeye devam edecektir. Enerjide dışa bağımlılığımızı azaltmaya yönelik alternatif politikalar oluşturulması, büyüme ve cari açık üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır. Bu kapsamda, arz tarafında linyit başta olmak üzere yerli kaynakların daha fazla değerlendirilmesi, nükleer enerjinin elektrik üretimi amacıyla kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payının yükseltilmesi önemlidir. Talep tarafında ise, enerji verimliliği tedbirlerinin artırılması ve komşu ülkelerle elektrik ticaretinin geliştirilmesi öncelikli konulardır. Ayrıca, Ortadoğu ve Hazar bölgesindeki petrol ve doğal gaz kaynaklarının Avrupa'ya taşınmasına yönelik çeşitli projeler, Türkiye'nin hem arz güvenliğini artırmaya hem de jeopolitik imkânlarını avantaja dönüştürmeye katkı sağlayabilecektir. Plan döneminde tüketim talebi artmış, arz güvenliği sorunu devam etmiştir. Birincil enerji tüketimi 2007-2011 döneminde yıllık ortalama yüzde 2,8, elektrik enerjisi tüketimi 2007-2012 döneminde yıllık ortalama yüzde 5,6 oranında artmıştır. Enerji arz güvenliğinin artırılması amacıyla yenilenebilir enerji üretiminin desteklenmesine devam edilmiş, yerli kömür kaynakları elektrik üretimi amacıyla özel sektöre açılmış, nükleer santral yapımıyla ilgili çalışmalara başlanmış, enerji verimliliğini artırmaya yönelik düzenlemeler yapılarak çeşitli programlar uygulamaya konulmuştur. Bu uygulamalar arasında, yerli kömür sahaları elektrik üretimi amacıyla özel sektöre açılmış, 4.800 MW gücünde Akkuyu Nükleer Güç Santralinin (NGS) yapımı için Rusya Federasyonu ile anlaşma imzalanmıştır. Ayrıca, Sinop'ta 4.480 MW gücünde ikinci bir NGS'nin kurulması için Japonya ile anlaşma imzalanmıştır. Afşin-Elbistan linyit yataklarının elektrik üretiminde değerlendirilmesi için Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) ile ikili işbirliği anlaşması imzalanmış, Tuz Gölü Doğal Gaz Yeraltı Depolama Projesinin yapımına başlanmış, Azerbaycan ile Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP) projesinin gerçekleştirilmesine yönelik hükümetler arası ikili anlaşma imzalanmıştır. Elektrik üretiminde doğal gazın payı yüksekliğini sürdürmekte, bu kaynakta sınırlı sayıda ülkeye olan yüksek bağımlılık arz güvenliği açısından ayrıca risk unsuru olarak görülmektedir.

3.4.1. Türkiye'nin Hidrolik Enerjisi Durumu

Yerli üretim imkanı olduğu için hidrolik güç doğal ve yenilenebilir bir kaynak olduğundan tercih edilen bir enerji türüdür. İlk kurulumu esnasında yüksek finansman gerektirmesine rağmen üretim esnasında harici yakıt gereksinimi duymaması işletim maliyetlerini azaltmaktadır. Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde "brüt potansiyel" , "teknik potansiyel" ve "ekonomik potansiyel" kavramları ön plandadır. Hidroelektrik enerji potansiyeli, Dicle, Fırat Havzası ve GAP bölgesi barajlarında yoğundur.

Küreselleşme sonucu artan ticaret olanakları, enerjiye talebi giderek arttırmaktadır. Hidroelektrik enerji santrallerinin yerli kaynak kullanma, işletme, çevre ve stratejik açılardan avantajı oldukça çoktur. Ülkemizde hidroelektrik potansiyel 158 milyar kwh'tır. Geliştirilebilecek proje ve planlar sayesinde bu oranın 180 milyar kwh olması öngörülmektedir. Hidroelektrik santrallerin enerji üretimi olarak 2016 yıl sonunda toplamda gerçekleştirilen 26.819 MW Kurulu gücün 12.380 MW'ı yani %46,2'si Devlet Su İşleri tarafından inşa edilen ve geliştirilen hidroelektrik santrallerinden oluşmaktadır. İlk olarak 1956 yılında başlayan hidroelektrik potansiyeli 2016 yılı itibarı ile 66 adet HES işletmesine ulaşmıştır. Bu hidroelektrik potansiyeli ortalama yıllık üretimin 43.992 milyar kWh miktarına denk gelmektedir. Ülkemizin teknik hidroelektrik potansiyeli dünyadaki teorik potansiyelin %1,5'ini, Avrupa'daki hidroelektrik potansiyelin ise %17,6'sını oluşturmaktadır. Bu durum bize hidroelektrik potansiyeli açısından Türkiye'nin çok iyi durumda olmadığını ifade etmektedir. Türkiye'deki teknik ve ekonomik boyutlar göz önünde bulundurulduğunda hidroelektrik potansiyelin tamamen kullanılmasıyla 2023 yılında hidroelektrik kurulu gücün 34 bin MW'a yükseltilmesi planlanmaktadır. Hidroelektrik santrallerin Türkiye'deki mevcut durumuna baktığımızda, 596 adet HES aktif olarak çalışmakta, 83 adet HES inşaat halinde ve 639 adet HES ise henüz inşaatına başlanmadığı gözükmektedir. Bu inşaatına başlanmayan HES uygulamalarının kimisinin lisansı alınmış, kimisinin ön lisansı alınmış proje durumundadırlar. Aşağıdaki tabloda da bu durum belirtilmiştir.

Tablo 23. 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 s.68

Bugün için dünyada üretilen hidroelektrik enerji, toplam elektrik enerji üretiminin %20'sini sağlamaktadır. Fakat dünya hidrolik enerji potansiyelinin sadece %14,5'i geliştirilmiştir. Bu değerler 2014 yılında Türkiye için sırasıyla %25 ve %49'dur (DSİ Genel Müdürlüğü, 2015 Ajandası). Gelişmekte olan ülkelerde ve Türkiye'de büyük hidroelektrik enerji kaynakları mevcuttur. Sürdürülebilir bir dünya ve ülkemiz için elektrik enerjisinin temininde temiz ve yenilenebilir hidrolik enerji önemli bir yer tutmaktadır. Çok sayıda ülke hidroelektrik enerjiyi gelecekteki ekonomik gelişmelerinin anahtarı olarak görmekte ve bu yönde ulusal bir strateji belirlemektedir. (DEKTMK, 2014).

3.4.2. Türkiye'de Güneş Enerjisi Durumu

Ekvatorun 40 derece kuzeyi, güneyini kapsayan "Dünya Güneş Kuşağı" bölgesi ekonomik anlamda güneş enerjisinden yararlanmayı mümkün kılmaktadır. Türkiye 36^0 ve 42^0 kuzey enlemleri arasında yer alan coğrafi konumunun sayesinde enerji üretiminde avantajlıdır. Devlet Meteroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü'nce 1966 ile 1982 yılları arasında Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli gerçekleştirilen güneşlenme süresi

sonucunda elde edilen verilerin, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından kullanılmasıyla çıkan analizlere göre hesaplanmıştır. Buna göre Türkiye'nin yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama toplam ışınım ise; 1311 kWh/m^2-yıl'dır (http://www.eie.gov.tr).

Tablo 24. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerji Potansiyeli

AYLAR	**AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ**		**GÜNEŞLENME SÜRESİ**
	(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	157,0
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, (Erişim: 17.02.2014)

Türkiye'nin en çok güneş enerjisi alan bölgesi senelik 2877 saat ile Güney Doğu'dur. 2. sırada ise; senelik 1916 saatle Akdeniz Bölgesi yer almaktadır. En az güneş enerjisi potansiyeli içeren bölgesi ise Karadeniz'dir.

Güneydoğu bölgesinde toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.460 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 2.993 saattir. (http://ekolojist.net/turkiyede-gunesenerjisi-kullanimi-potansiyel-degeri/) Akdeniz bölgesinde toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.390 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 2.956 saattir. Doğu Anadolu bölgesinde toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.365 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 2.664 saattir. İç Anadolu bölgesinde toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.314 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 2.628 saattir. Ege bölgesinde toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.304 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 2.738 saattir. Marmara bölgesinde ise toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.168 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 2.409 saattir. Karadeniz bölgesinde toplam ortalama güneş enerjisi yılda 1.120 kWh/m^2 iken senede ortalama güneşlenme süresi 1.971 saattir. Ancak, Türkiye enerji üretimi potansiyelinin bu verilerin çok daha üzerinde olduğu düşünülmektedir.

Tablo 25. 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, 2016

Türkiye güneş enerjisi potansiyeli açısından Avrupa ülkelerine nazaran daha zengin olmasına rağmen yeterli ölçüde yararlanamamaktadır. Türkiye'nin çoğu bölgesinde güneş enerjili su ısıtıcılarının, yılın %65'inde tam verimle çalışabildiği tespit edilmiştir (TÇV, 2014: 40-41).

Türkiye'de güneş kollektörleri alanında geniş bir alt yapı mevcuttur. Çoğu firma tarafından yerli üretim %30 oranında ihracat gerçekleştirmektedir. TSE tarafından "TS3680 Güneş Enerjisi Toplayıcıları" ve "TS-3817 Güneş Enerjisi – Su Isıtma Sistemlerinin Yapım, Tesis ve İşletme Kuralları" belirlenerek 2007 yılında yaklaşık 18 milyon konut güneş enerjisinden yararlandırılmıştır. Güneş enerjisinin ulusal ekonomiye katkısı 600 milyon dolar seviyelerinde olup yeterli kullanımının yaygınlaşması durumunda 3,5 milyar dolarlık kazanç olabileceği belirtilmektedir (http://www.alternaturk.org/turkiye-guneş-enerji.php).

3.4.3. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Durumu

1970 yılında yaşanan petrol krizleri ve enerji sektöründeki aşırı fiyat dalgalanmaları nedeniyle dünyada ve ülkemizde rüzgar enerjisinin önemi artmıştır. Türkiye'de var olan rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesi, üretime uygun coğrafi sahaların keşfi ve yeni santral kuracak yatırımcılara rehber olması için Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) ve özel sektör kuruluşları tarafından gerçekleştirilen ölçümler sonucunda Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) oluşturulmuştur (ETKB ve EİE,2009-2013: 30) 20. yüzyılın başlarında ilk rüzgar türbinleri kurulmaya başlanmıştır. Bu sayede rüzgar gücünden elektrik üretimi artarak, megavatlar düzeyinde elektrik üretilmektedir.

Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası'ndan (REPA) alınan verileri göre; Türkiye coğrafyası teknik açıdan 60,000 MW düzeyinde rüzgar enerjisi üretimine sahiptir. İlk olarak 1998 yılında yapımına başlanan rüzgar santralleri 7,7 MW kurulu gücündeydi. 2005 yılına kadar duraksama yaşandıktan sonra elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarını devreye sokan yasa meclis genel kurulundan geçmiştir. Ege kıyıları, Marmara Bölgesi ve Doğu Akdeniz Bölgeleri rüzgardan enerji üretimi için elverişli bölgelerdir.

2005 ile 2009 yılları arasında ortalama 600 MW artış gerçekleşerek, 2010 yılında YEK yasası yürürlüğe girmiştir. 2012 Temmuz itibariyle 2000 MW artış sergilenmiştir.

Ülkemizin toplam kurulu gücü 56,000 MW düzeyindeyken, bunda rüzgarın payı %4 civarlarındadır. 2023 yılına kadarki hedef, rüzgar kurulu gücünde 22,000 MW'a ulaşmaktır. Ülkemizde kurulu rüzgar santrallerinin bulunduğu bölgeler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 26. Türkiye'deki Kurulu Rüzgar 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.	1/2008	30.6	38
İZMİR-ALİAĞA	İnnores A.Ş.	I/2008	42.5	17
TOPLAM	**-**	**-**	**249,15**	**236**

Kaynak: http://www.alternaturk.org/ruzgar_yer.php, (Erişim: 24.02.2010)

Ülkemiz açısından rüzgar enerjisinin birçok avantajı vardır. Temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi, karbon emisyonu ve çevre kirliliği gibi dezavantaja sahip değildir. Rüzgar kurulu güçleri arttığı sürece, ülkenin dışa bağımlılığı azalacak ve istihdam alanı genişleyecektir. Yani bu kaynağın değerlendirilmesi hem insalık hem de ülkemiz ekonomisi açısından önemli bir yerdedir. Devlet'in yasa ve teşvikleriyle, yerli ve yabancı yatırımcıların önü açılarak, enerjide bağımsız ve daha güçlü bir konuma getirilmesi muhtemel bir sonuçtur.

3.4.4. Türkiye'de Jeotermal Enerji Durumu

Yeryüzünün iç tabakalarında depolanmış ısı enerjisi olan ve "yer içi ısısı" anlamına gelen jeotermal enerji, günümüzde dünyanın birçok yerinde tercih edilen temiz bir kaynaktır. Türkiye, Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde yer alan volkanizması nedeniyle jeotermal rezervler açısından zengindir. 1962 yılında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından ülkemizde ilk gerçekleştirilen jeotermal enerji projeleri sıcak sulara yönelik envanter çalışmalarından sonra başlamıştır (Şimşek, 2001: 11)

Türkiye yaşamış olduğu volkanik faaliyetlerden dolayı jeotermal kaynaklar açısından dünyanın 7. ülkesidir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nce (MTA) tarafından yapılan araştırmalara göre jeotermal enerji potansiyeli 31,500 MW'tır. Fakat bu potansiyelin %3,5'luk kısmı değerlendirilebilmektedir. Başlıca jeotermal merkezi ısıtma sistemleri Gönen, Simav, Kırşehir, Kızılcahamam, Afyonkarahisar, Kozaklı, İzmir, Sandıklı, Sarayköy, Diyadin, Salihli, Edremit, Bigadiç ve Sarıkaya (Yozgat)'dır (Ural, 2014: 112).

Tablo 27. Türkiye'de Jeotermal Elektrik Üretimi Durumu /Mayıs 2009

JEOTERMAL SAHA	KURULU GÜÇ (MWe)	SICAKLIK (ºC)	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, (Erişim: 08.04.2010)

Türkiye'nin jeotermal enerji üretimindeki potansiyeli, toplam elektrik enerjisi ihtiyacının %4'ünü karşılamaya yetecek düzeydedir. Fakat kaynakların yerleşim birimleri olmalarından kısa ve orta vadede planlanan hedeflere ulaşmak zordur. Jeotemal enerjinin yenilenebilir olması, hava kirliliği oluşturmaması, karbondioksit emisyon oranının düşük olması ciddi bir avantaj sağlamaktadır. 2004 sonu ile 2700 MW olan ısı enerjisi 2011 yılında yaklaşık 4500 MW'a çıkarılmıştır. Keşfedilen 200 adet jeotemal alanın 6 tanesi enerji üretimine uygundur. Bu kadar rezerve sahipken, ülkemizde bu oranların düşük olması en büyük nedenlerinden biri; geniş kapsamlı bir yasa bulunmamasıdır. Bu açığın giderilmesi ile beraber enerji konusunda bir adım daha ileriye gidebiliriz.

3.4.5. Türkiye ‘de Biyokütle (Canlı Kütle) Enerjisi Durumu

Biyokütlesel kaynaklar ısınma, elektrik üretimi ve araçlarda kullanılan yakıt ihtiyacını karşılar. İthal kaynaklara bağımlı olan Türkiye açısında da stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye’de gıda üretimi haricinde brüt biyokütle enerji potansiyeli 145 milyon TEP/yıl’dır. Aşağıdaki tabloda üretebileceğimiz biyogaz miktarı mevcuttur.

Tablo 28. Türkiye’nin Hayvansal Atık Potansiyeline Denk Gelen Üretilebilecek Biyogaz Miktarı ve Taş Kömürü Eş Değeri

HAYVAN CİNSİ	HAYVAN SAYISI (Adet)	YAŞ GÜBRE MİKTARI (Ton/Yıl)	BİYOGAZ 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, (Erişim:02.04.2014)

Türkiye’de enerji tarımı fikri,1945’lere kadar mevcut yasal zemin eksikliğinden dolayı uygulanamamıştır. 1970’lerde yaşanan petrol krizi ile beraber sürdürülebilir kalkınmasını güvence altına almak için Türkiye, yenilenebilir kaynaklarını kullanarak bozuk baltalık alanlarını ıslah edip, verimli enerji ormanlarına dönüştürmüştür. (Ünaldı, 2013: 56). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, odun, hayvan ve bitki atıklarını kullanarak klasik biyokütle enerji üretiminin 2020 yılında 8000 Btep olmasını planlamaktadır.

Türkiye gibi birçok ülke kendi ekolojik koşullarına uygun ve ekonomik tarımsal ürünlerden yenilenebilir enerji kaynağı sağlamaya çalışmaktadır. Ülkemiz güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, iklim koşulları ve su kaynakları gibi şartları taşıyan ülkelerin başındadır. Enerji ormancılığı açısından, ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen ağaç türleri arasında, kızılağaç, akkavak, kızıl çam, titrek kavak, çam, meşe, karaçam, fıstıkçamı ve servi ağaçları vardır. Türkiye'nin iklim şartların uygun yabancı kökenli ağaçlar ise; papulus euramericana, pinus pinaster, acacia cynophilla okaliptüs örnek verilebilir. 2005 yılında ülkemizde ilk ticari biyoyakıt uygulaması başlamıştır. Yerli kaynaklarıdan üretilen biyoetanol kurşunsuz benzine %3 oranında katılarak piyasaya sunulmuştur.

Türkiye'de biyogaz üretim potansiyeli 2 Mtoe olarak öngörülürken; potansiyelin %80'i gübre gazından elde edilmektedir. Gübre gaz potansiyelinin ise yarısı koyundan, %42'si davardan ve %8'i kümes hayvanlarından elde edilmektedir. Türkiye'de günlük 70,000 ton endüstriyel ve evsel çöpün ayrıştırılarak düzenli depolanması %40 oranında çöp gazı üretimi olanağı vermektedir. Belediyelerde de bu yönde fizibilite çalışmaları yapılmaktadır. Tarım Bakanlığı'nın da halkın yönlendirilmesi ve tesisler kurulması için çalışmaları vardır. (Koç, E. ve Şenel, M.C. 2013. Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi)

3.4.6. Türkiye 'de Hidrojen Enerjisi Durumu

Türkiye'nin ilk hidrojenden faydalanması, Çanakkale'nin Bozcaada ilçesindeki adada başlanılmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın desteğiyle, UNIDO (Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü) ve ICHET (Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi) tarafından çalıştırılan pilot tesiste, adadaki 15 evin elektrik ihtiyacı karşılanmıştır. Sistemde elektrik fotovoltaik panellerden ve rüzgar türbinlerinden elektrik elde edildi. Hidrojen suyun elektroliziyle üretilecek yakıt pili kesintisiz güç sisteminde kullanıldı. Türkiye'nin hidrojen enerjisi üretimine yönelik başlıca projeleri aşağıdaki gibidir;

Bor Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenen Doğrudan Sodyum Borhidrürlü, ICHET tarafından organize edilen Bozcaada Rüzgar-Hidrojen Enerjisi Pilot Projesi ve İstanbul İETT idaresine bağlı 12 otobüsten oluşan hidrojen enerjili otobüs filosu projesi,

Yakıt Pili Üretimi ve Entegrasyonu Projesi (DSBHYP),
MAM,ODTÜ,İstanbul,Boğaziçi,Sabancı, İTÜ gibi üniversite ve bazı kurumlar tarafından yürütülen katı oksit yakıt pili araştırmaları projesi,
TÜBİTAK-MAM'ın üstlendiği 1,5 KW gücünde Polimer Elektrolit Memran(PEM) Tipi Yakıt Pili Sistemi kurulum projesi,
Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Enerji Enstitüsü tarafından yürütülen ve AB'nin destek verdiği, 6.Çerçeve Programı'na yönelik, Hidrojen Teknolojileri Mükemmeliyet Projesi (HYPROSTORE),
TPAO ve TEMSA işbirliği ile yürütülen hidrojenle çalışan Atatürk Havalimanı Otobüs Projesi, EÜAŞ ve İGDAŞ tarafından planlanan hidrojen üretimi ve doğalgaz borularına verilmesi, bazı özel sektör firmaları ile kurulan konsorsiyumlar çerçevesinde yenilenebilir kaynaklardan hidrojen enerjisi üretimi projeleridir (Ural, 2014: 179,180).

Türkiye'de hidrojen, fosil kökenli kaynakların buhar reformasyonu esasına dayalı şekilde elde edilmektedir. Hidrojen üretimi maliyetli olduğundan, genellikle enerji dışı kullanımlar için tercih edilmektedir. Üretilen hidrojenin en çok kullanıldığı alanlar ise; kimya ve petro-kimya sanayi sektörleridir. Türkiye'de yıllık hidrojen enerjisi kullanımı yaklaşık olarak 70,000 m^3 civarlarındadır. Hidrojen enerjisinin sektörlerdeki kullanım miktarı aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 29. Türkiye Genelinde Üretilen Hidrojenin Sektörlerde Kullanım Miktarları

SEKTÖR	YILLIK KULLANIM MİKTARI (M^3)
Suni Gübre Sanayi	25,000
Bitkisel Yağ (margarin) Üretimi	16,000
Rafineriler	1,200
Petrokimya Endüstrisi	30,000
Hidrojen Hayvansal Yağ Üretimi	200-300
Gaz veya Sıvı Hidrojen Üretimi	6,000

Kaynak: http://ekolojist.net/turkiyede-hidrojen-enerjisi-kullanimi-potansiyel-degeri/

Ülkemizin bölgesi olan Karadeniz dip sularında bulunan toplam H2 S potansiyeli dikkate alınarak elde edilecek hidrojen miktarları, bölge açısından önemlidir. Türkiye'nin 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu'nda, Karadeniz dip sularında hidrojen sülfür'ün %100 ayrıştırılması sonucu 268,823x 6 10 ton hidrojen elde edilmesi mümkündür. Bir evin yıllık enerji ihtiyacı yaklaşık 3600 kWh olduğunu kabul edecek olursak ve Karadeniz bölgesinde yaklaşık 10 milyon ailenin yaşadığı düşünülürse, bu kitlenin yıllık enerji ihtiyacı toplamı 3,6x 10 10 kWh olacaktır. Bu enerji ihtiyacının tamamının Karadeniz dip sularından elde edilecek hidrojen yakıtından karşılanması durumunda bu bölgenin yaklaşık olarak 180 yıllık enerji ihtiyacı karşılanacaktır. Fosil kökenli veya yenilenebilir enerji kaynaklarının bölgedeki enerji ihtiyacını belli oranda karşılayacağını düşünecek olursak, bu durumda dip sularından elde edilen hidrojenden Karadeniz bölgesinin 350 yıllık enerji ihtiyacının karşılanabileceği tahmin edilmektedir. Günümüz koşullarında 1KWh elektrik enerjisi kullanımı için 0,112 USD ödeneceği dikkate alınırsa, H2 S rezervine bağlı olarak Karadeniz dip sularından elde edilecek olan hidrojenin ekonomik değerinin yapılan hesaplamalar sonucunda yaklaşık 715 milyar USD olduğu tahmin edilmektedir.

3.5. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE EKONOMİSİNE KATKISI

Günümüzde ülkelerin ekonomileri büyüdükçe enerji girdisi de büyümektedir. Bu durumda, sanayi ve hizmetler sektöründe aktif olarak değerlendirilebilme statüsüne geçişi sağlamaktadır. Enerji tüketimlerinin gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin ekonomileri ile arasındaki bağı, esneklik katsayısı belirlemektedir. Ulusal ekonomide %1 oranında bir artışın yakalanabilmesi için tüketilmesi gereken enerjinin de %1 oranında artması gerektiğini ifade eden esneklik katsayısı değeri ,'1' olarak kabul edilir. Böylece gelişmiş ülkelerin esneklik katsayısı 1'e yakın bir değer almaktadır. Bu değerler karşılaştırıldığı zaman, gelişmekte olan ülkelerin hızla büyüme göstermeleri nedeniyle enerji tüketimleri yoğunken, gelişmiş ülkelerin büyüme hızları yavaşladığından enerji tüketim yoğunlukları da düşük olmaktadır (Saatçioğlu ve Küçükaksoy, 2016: http://www.sbe.dpu.edu.tr/11/19-41.pdf). OECD ülkeleri ile gelişmekte olan ülkelerin esneklik katsayılarındaki farklılıkları, teknolojik üstünlük, enerji kullanım yoğunluğu maliyetini doğrudan belirlemektedir.

Toplumlar eski teknolojiye sahipse; modern tekniklere sahip toplumların gerisinde kalmasına yol açar. Bu da GSMH artışını yavaşlatır. Maliyetli enerji girdisini, minimum düzeye indirgemek, kar optimizasyonunun sağlanmasına yardımcı olur. Böylece milli gelirin yükselmesine de katkıda bulunulur. Türkiye, sanayiye dayalı ihracat programı ile enerji tüketimi ve GSMH gelişim sürecinde bir artış sergilemiştir. 10. beş yıllık kalkınma planı programının amacına göre; Türkiye ekonomisinin yüksek ve istikrarlı büyüyebilmesi için mümkün olan bütün yerli kaynakların enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi öncelikli bir husustur. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının hem birincil enerji arzı hem de elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi sürdürülebilir kalkınmanın temini açısından önem taşımaktadır. Bu programla yerli kaynakların enerji üretimindeki payının artırılması suretiyle enerjide dışa bağımlılığın azaltılması amaçlanmaktadır.

Tablo 30. Türkiye'nin GSMH ve Toplam Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi

YILLAR	GSMH (Milyon Dolar)	TOPLAM TÜKETİM (Bin TEP)
1970	18,326	18,845
1975	48,281	27,446
1980	69,749	31,963
1985	68,199	39,335
1990	152,393	52,646
1995	171,979	62,893
2000	201,463	78,865
2001	144,607	73,946
2002	182,929	76,591
2003	238,409	82,123
2004	301,636	86,142
2005	362,769	89,099

Kaynak: Devlet Planlama Teşkilatı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Verileri, Strateji Geliştirme Başkanlığı, 1 Ocak 2017, Sayı 15

1970 ile 2005 yılları arasında Türkiye'nin artan nüfusu ve gelişimi, ticari sektörlerinin enerjiye olan talebini de yükseltmiştir. Ekonomik ilerlemenin ülke ekonomisine ve GSMH'sına yaptığı katkı dönemsel farklılıklar göstersede, genel olarak pozitif olarak gerçekleşmiştir. 1970 ile 2000 yılları arasında Türkiye'nin yıllık ortalama %45 oranında artış gösteren enerji tüketimi, 1979 petrol krizinin sonrasında %16 seviyesine düşmüş ve ulusal ekonomiyi olumsuz etkilemiştir. 1980 yılından sonra 1985 yılına kadar enerji girdisinin düşük arzla yükselen fiyatı, ekonomide yavaşlamaya neden

olmuş ve GSMH 69,7 milyar dolar seviyesinden 68,1 milyar dolara gerilemiştir. Enerji fiyatları ulusal ekonominin gelişimini belirleyen tek etken faktör olmamasına rağmen, önemli kalemler arasındadır. 2001 tarihinde yaşanan finansal kriz, enerji tüketimini düşürmüştür. GSMH değerindeki beklenen artış 1970 ile 2005 yılları arasındaki dönemde ilk defa azalma göstermiştir. Bu durum enerji piyasasını etkileyerek tüketim miktarını ekonomi ile orantılı olarak 78,8 milyon TEP seviyesinden 73,9 milyon TEP'e düşürmüştür.

Tablo 31. Türkiye'nin 1970-2005 Döneminde Enerji Sektörünün GSMH İçerisindeki Payı

YILLAR	ENERJİ SEKTÖRÜNÜN PAYI (Bin YTL)	GSMH (Bin YTL)
1970	1	208
1975	6	691
1980	42	5,303
1985	636	35,350
1990	7,745	397,178
1995	192,169	7,854,887
2000	3,716,743	125,596,129
2001	7,015,153	176,483,953
2002	11,355,859	275,032,366
2003	13,044,356	356,680,888
2004	14,277,224	428,932,343
2005	15,460,290	486,401,032

Kaynak: Devlet Planlama Teşkilatı ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Ekonomik Rapor 2010

1970 yılından bu yana Türkiye'nin katma değer artışı sağlayan sanayi sektörüne yönelmesi ile enerji talebi ve ulusal ekonomiye yaptığı katkı yükselmiştir. Bu yıllarda GSMH içerisinde enerji sektörü %0,5 gibi düşük bir paya sahipken, 2005 yılında %3'e yükselmiştir. Bu sayede Türkiye enerji yoğun üretim yapan ülkeler arasında yer alarak, var olan fosil enerji kaynaklarının sınırlı olmasıyla, üretimde kullanacağı enerjiyi dışarıdan elde etmek zorunda kalmıştır. Bu durumda ülkemizin ödemek zorunda olduğu ithalat faturasını arttırıp önemli ölçüde döviz kaybına uğraması anlamına gelmektedir. Türkiye'nin enerji ithalat faturası 2000 ile 2006 yılları arasındaki verileri incelendiğinde, ithalat ödemeleri içerisindeki enerji sektörü ithalatının oranı %17 iken bu değer 2006 yılına kadarki süre zarfında %5 artarak toplamda %21 seviyesine ulaşmıştır. Bu durumda Türkiye'nin enerji sektöründe her geçen gün yabancı kaynaklara daha fazla bağlandığını gösterir ve ekonomik gelişim süreci içerisinde olumsuz etki yapar.

Tablo 32. Enerji İthalatının Ödemeler Dengesindeki Payı / Milyon $

YILLAR	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**
ENERJİ İTHALATI				
Kömür	676,254	1316,62	1686,89	1977,9
Petrol ve Petrol Ürünleri	5642,69	8635,9	12398,1	18337,1
Petrol Gazları ve Doğalgaz	3078,66	4438,86	7130,57	8514,5
Elektrik Enerjisi	132	16	18	19
TOPLAM	9,529	14,407	21,234	28,848
TOPLAM İTHALAT	54,503	97,540	116,563	139,576
ENERJİ İHRACATI				
Kömür	2	3	5	
Petrol ve Petrol Ürünleri	292	1,111	2,027	
Petrol Gazları ve Doğalgaz	15	255	505	128

Elektrik Enerjisi	20	60	103	
TOPLAM	329	1,429	2,641	128
TOPLAM İHRACAT	27,775	63,167	73,472	85,534
NET ENERJİ İTHALAT ÖDEMESİ	9,200	12,978	18,593	28,720
TOPLAM İHRACAT GELİRLERİ İÇİNDE ENERJİ İTHALATININ PAYI	33 %	21 %	25 %	34 %
TOPLAM İTHALAT İÇİNDE ENERJİ İTHALATININ PAYI	17 %	13 %	16 %	21 %

Kaynak: 1. Ulusal Enerji Verimliliği Forumu, TBMM Enerjiye ve Enerji Verimliliğine Bakış Açıları Paneli, 15-16 Ocak 2009, s.16

2000 yılından sonra enerji tüketiminde yaşanan ivmelenme, net enerji ithalat faturasının da yükselmesini sağlamıştır. 2000 senesinde Türkiye toplamda 54,5 milyar dolarlık ithalat yapmış olup, enerjinin ithalat içerisindeki payı 9,2 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu gerçekleşmenin %17'lik payını ağırlıklı olarak petrol ve petrol ürünleri ile petrol gazları ve doğalgaz ticaretinden kaynaklanmaktadır. Azalan petrol rezervleri, OPEC ülkelerinin siyasi istikrarsızlık ve maliyet unsurlarında gerçekleşen değişimlerinden dolayı sürekli olarak artış gösteren petrol varil fiyatları, Türkiye gibi dışa bağımlı ülkelerin ödemekle yükümlü olduğu faturaya olumsuz yansımaktadır. Türkiye'nin petrol gazı ve doğalgaz ürünlerine ödediği döviz miktarı da sürekli olarak artmaktadır. Çevresel faktörlerin ve Karbon Ticareti sürecinin de etkisiyle, elektrik enerjisi üretiminde yerli kömür kaynaklarının yerine ithalat ile karşılamak zorunda olduğu doğalgaza yönelmiştir. 2000 yılında Türkiye doğalgaz ve türevlerine 3 milyar dolar öderken, bu rakam 2004 yılında 4,4 milyar dolara, 2005 yılında 7,1 milyar dolara ve 2006'da ise 8,5 milyar dolara yükselmiştir.

Tablo 33. Türkiye'deki Enerji Şirketleri Finansal Veileri/2014)

SIRA	ŞİRKET	NET SATIŞ (Milyon TL)	NET KAR (Milyon TL)	ÇALIŞAN SAYISI
1	TÜPRAŞ	30,456	432	4,351
2	BOTAŞ	21,082	160	2,805
3	TEDAŞ	20,652	- 1,090	30,000
4	PETROL OFİSİ	17,202	105	1,168
5	SHELL&TURCAS	10,872	208	561
6	EÜAŞ	8,801	- 592	9,655
7	BP	6,377	-0,2	398
8	AYGAZ	3,579	25	1,431
9	İGDAŞ	2,612	13	2,250
10	TPAO	1,398	1,566	4,668
11	ZORLU ENERJİ	667	- 336	891
12	ENERJİSA	657	- 32	328
13	AKENERJİ	607	88	217
14	SOMA ELEKTRİK	582	29	1,017
15	ENERJİ PETROL	408	4	120
16	BURSAGAZ	360	40	86
17	AKSA ENERJİ	333	12	225
18	KAYSERİ VE CİV. E.	320	2	602

19	ATAER ENERJİ	131	6	27
20	PARK ELK. MADEN.	110	74	417
21	AYEN ENERJİ	100	41	174
22	GESAN YATIRIM	89	0,8	92
TOPLAM		**127,405**	**763**	**61,493**

Kaynak: PETROTURK, Altan Kolbay, ‘‘Türkiye’nin En Büyük 22 Enerji Şirketi’’, http://www.petroturk.com

Enerji sektörünün istihdam üzerindeki etkileri Türkiye ekonomisine olumlu katkı yaparak önde gelen enerji şirketlerinin yarattığı işgücü sayısı 61.493 kişidir. İstihdama ek olarak yan sektör kuruluşlarının yarattığı iş gücü de baz alındığında, dolaylı işgücü ortaya çıkmakta ve istihdam oranı yükselmektedir. Konvansiyonel enerji sistemlerine, yenilenebilir enerji sistemlerinde üretime katılması ile atıl durumda olan enerji kaynaklarının iktisadi anlamda yeni imalat sektörlerini hayata geçireceğinden dolayı istihdam yaratıcı özelliği de değerlendirilir.

TÜPRAŞ’ın serbest piyasa ekonomisine geçiş süreci içerisinde 12 Eylül 2005 tarihinde kamu kesimine ait olan devlet eliyle yürütülen enerji hizmetlerinin özel sektöre devredilmesi, ekonomiye yapacağı katkı açısından ve AB’ne tam üyelik çalışmaları alanında önemli bir adımdır. Enerji piyasasının tam rekabet ortamına açılması, şeffaf bir yapınında oluşmasına katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda fiyatların piyasa koşullarında oluşmasına ve tam rekabet çerçevesinde fiyat mekanizmasının tüketici lehine şekillenmesinde yardımcı olmaktadır. Kar amacı güden özel kesim kuruluşları, mevcut hizmeti sağlarken kar optimizasyonu ilkesine göre hareket edeceklerinden, sektörün karlılığının da artması beklenmektedir. Piyasadaki tam rekabet ortamının düzenlenmesi ve nihai tüketicilerin yasalardan kaynaklanan haklarının korunması gibi konulardaki, özel kesimin enerji sektöründe gösterdiği faaliyetler çerçevesinde doğabilecek haksız rekabet ortamının hukuksal güvence altına alınması için 2001 yılında bağımsız bir Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurularak faaliyete geçirilmiştir. EPDK kurumu ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak üretim yapan şirketleri ve

yenilenebilir enerji konusundaki mevzuatı da yönetme konusunda görevlidir (Ege, 2004: 34).

Tablo 34. Türkiye'nin Sektörel Enerji Tüketimi / 1980 – 2015

YILLAR	SANAYİ	ULAŞTIRMA	KONUT ve HİZMETLER	TARIM	ENERJİ DIŞI	NİHAİ ENERJİ TÜKETİMİ	ÇEVRİM VE ENERJİ SEKT.	TOPLAM (BinTEP)
1980	7955	5230	12833	963	527	27508	4465	31973
1990	14470	8723	15354	1956	1031	41534	11148	52682
2000	24307	12007	19743	3073	1915	61045	18140	79185
2005	27562	13849	22394	3359	3296	70460	18182	88642
2010	29982	15136	28315	5095	3459	91987	23839	105826
2015	31974	24740	32471	3974	5652	98811	30295	12267

Kaynak:
http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/sunum2017/8.Bildiriler/T%C3%BCrkiye'nin%20Mevcut %20Enerji%20Durumu.

1980 ile 2015 yıllarına arasında; Türkiye'nin nüfusu düzenli olarak yılda ortalama %1,8 oranında ve 36,5 milyondan 78,7 milyona yükselerek 43 yılda %115 artmıştır. Toplam birincil enerji kullanımı 12,4 MTEP iken %943 oranında artarak 129,3 MTEP'e çıkmıştır. Aynı yıllar arasında kişi başına gayrisafi yurt içi hasılada (GSYİH) ise 560 dolardan %1530 oranında artarak 9130 dolar olmuştur. 1980 yılında yerli üretimin toplam enerji arzındaki oranı %54 iken 2015 yılında bu oran %24'e kadar gerilemiştir. 2015 yılında tüketilen toplam enerji arzı 129267 Bin TEP iken bu arzın sadece 31131 Bin TEP'i yerli üretim yoluyla sağlanmıştır.

Gereken enerji talebini olabildiğince düşük maliyetli kaynaklardan sağlamak, Türk sanayisinin rekabetçi olabilmesi açısından önemlidir. Mevcut yapısal sorunun önüne

geçebilmek için, ithal enerji girdisinin yerli imkanlarla ikame edilmesi gerekmektedir. Fakat imalat sektörünü, rezervlerin sınırlı olması yeni arayışlara itmektedir. Bu yüzden hidroelektrik, rüzgar gücü ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar önemli ölçüde enerji talebinin karşılanması amacıyla çözüme yakın kaynaklardandır.

Tablo 35. Konvansiyonel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yatırım ve Üretim Maliyetleri

ENERJİ TÜRÜ	**DIŞA BAĞIMLI / YEREL**	**KALAN ÖMÜR (YIL)**	**YATIRIM MALİYETİ ($ / KWh)**	**ÜRETİM MALİYETİ (Cent / KWh)**
Petrol	Dış	40-45	1500-2000	6,0
Kömür	Yerel / Dış	200-250	1400-1600	2,5-3,0
Doğalgaz	Dış	60-65	600-700	3,0
Nükleer	Dış	-	3000-4000	7,5
Hidrolik	Yerel	-	750-1200	0,5-2,0
Rüzgar	Yerel	-	1000-2000	3,5-4,5
Güneş	Yerel	-	Yüksek	10,0-20,0
Jeotermal	Yerel	-	1500-2000	3,0-4,0

Kaynak: Gebze İleri Teknolojisi Enstitüsü Rüzgar Enerjisi Araştırma Merkezi, http://web.gyte.edu.tr

Enerji sektörü tüm dünya ekonomisinde olduğu gibi Türkiye'nin ekonomisinde de geniş ve önemli bir yere sahiptir. Ulusal ekonomiye bu derece katkı yapan enerji girdisini mümkün olan en düşük maliyetli şekilde yerli kaynaklardan elde edilmesi gerekmektedir. 10. Kalkınma planına göre, enerji ithalatının toplam ithalatımızın yaklaşık dörtte birini

oluşturması nedeniyle, önümüzdeki dönemde küresel enerji piyasalarındaki fiyat ve arz gelişmeleri, Türkiye ekonomisini hem büyüme dinamikleri hem de cari açık açısından etkilemeye devam edecektir. Enerjide dışa bağımlılığımı- zı azaltmaya yönelik alternatif politikalar oluşturulması, büyüme ve cari açık üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır.

3.6. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE İLGİLİ YAPILAN SWOT ÇALIŞMALAR

Türkiye ekonomisi içerisinde yer alan yatırım ortamının irdelendiği SWOT analizi aşağıdaki kaynaklardan yararlanarak listelenmiştir.

- http://www.yildiz.edu.tr/YenilenebilirEnerjiler.pdf
- http://www.tesisat.org/yenilenebilir-enerji-kaynaklarının-avantajdezavantajları.html
- http://www.enerjigunlugu.net/icerik/16333/enerjide-turkiyenin-swot-profili.html
- (Mikro Enerji Santralleri, 2008: 282) (Güçlü Yönler)
- (Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2014: 63-86-94-217) (Güçlü-Zayıf Yönler-Tehditler)
- (Enerji Sektörünün Geleceği Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar, 2007: 45-49-50) (Güçlü-Zayıf Yönler)
- (Türkiye'de Temiz Tükenmez Enerjiler, 2006: 1417) (Güçlü Yönler)
- (Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri, 2006: 141) (Zayıf Yönler)
- (Yerebakan, 2011: 27-175-282-353), (Zayıf Yönler-Fırsatlar-Tehditler)
- (Türkiye'nin 2023 Enerji Vizyonu, 2003: 434-436) (Fırsatlar)
- (Enerji Taşıyıcısı Hidrojen, Hidrojen Taşıyıcısı Sodyum Borhidrür, 2004: 47) (Fırsatlar)
- (Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri, 2016: 58), (Tehditler)
- (Alemdaroğlu, 2017: 109) (Tehditler)
- (Türkiye'nin Baraj Politikası ve Önemli Doğa Alanları Doğa Derneği Kurumsal Görüşü, 2006: 262) (Tehditler)

GÜÇLÜ YÖNLERİ
Yenilenebilir enerji türlerinin yakıt gideri yoktur, yerli ve ekonomik olmalarının yanı sıra düşük işletim maliyetlerine sahip olarak, dışsal (toplumsal) maliyetleri azdır.
Türkiye'nin enerji sektöründe gerek enerji koridoru ve gerekse de yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin olması sebebiyle bölgesel güç olma yolundadır. Özellikle Akdeniz ve Ortadoğu ülkeleri içerisinde petrol ve doğalgazın en büyük alıcılarından birisiyiz. Aynı zamanda Türkiye, İran enerji kaynaklarının dünyaya açılabilmesinde aracı rolü üstlenebilme potansiyeline sahiptir.
Dünya genelinde yaşanan arz güvenliği, kaynak çeşitliliği ve enerjide dışa bağımlılığın asgari düzeye indirilebilmesi gibi gelişmeler neticesinde yenilenebilir kaynakların önemi artmaktadır.
Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik, bugün için çok sayıda bilimsel kuruluş, bakanlık, yerli ve yabancı özel sektör firmaları tarafından desteklenerek çeşitli projeler yürütülmektedir. Ülkemizde yenilenebilir enerji sektöründe araştırma çalışmaları yürüten üniversite, enstitü, özel şirketler, konuda uzman ve yatırımcıları koordineli ve yüksek standartlarda projeler yürütmek amacıyla bir araya getiren, Türkiye Rüzgar Enerjisi Üreticileri Birliği (TÜREB) gibi çeşitli kurum, birlik ve dernekler hayata geçirilmiştir.
Türkiye, Rusya'nın enerjisini satabileceği en önemli üç alıcıdan birisidir. Aynı zamanda Rus doğalgazı ve petrolünün en büyük çıkış kapısıdır.
Türkiye, Hazar ve ötesi gaz ve petrol alternatiflerine sahiptir.
Türkiye, başta Katar ve Kuzey Irak Bölgesi petrol ve gazı olmak üzere dünyanın en büyük ve verimli kaynaklarına bir çok ülkeden daha kısa bir erişim yoluna sahiptir.
Yenilenebilir enerji kaynakları iç ve dış barışı destekleyerek, nükleer silahların çoğalma riskini azaltmaktadır.
Emisyon ticaretinin Kyoto Protokolü'nün uygulanmasını sağlayan önemli bir mekanizma olması ve bu protokole göre; sera gazı azaltımında temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan eğilimin artması.

ZAYIF YÖNLERİ
Türkiye'de yenilenebilir enerji üretimine yatırım yapmak isteyen girişimciler sınırlıdır. Sebebi, devletin yatırımcılara sağlamış olduğu parasal sübvansiyonların, düşük faizli kredi, vergi iadesi veya muafiyeti gibi teşviklerin yetersizliğidir.
Türkiye'deki enerji sektöründe doğalgaza hızla yönelme mevcuttur, bu durum da yerli kaynaklardan yararlanma oranının düşmesine sebep olmaktadır.
Türkiye'de yenilenebilir enerji alanında yürütülmekte olan çalışmalar yeterli seviyelere ulaşamamasının sebebi, sektörde faaliyet gösteren kurum ve şirketlerin bütçelerinin kısıtlı oluşudur.
Yasal düzenlemelerin yetersizliği ile küresel ölçekte faaliyet gösteren ulusal enerji şirketlerinin yaratılamamış olması.
Yenilenebilir enerji sektöründeki üretici hakları ve rekabet ortamı, yenilenebilir enerji kaynaklarını düzenleyen yasa çerçevesinde denetim altına alınırken, tüketici ve emekçi sınıfının haklarını koruyan herhangi bir yasal düzenleme mevcut değildir.
Türkiye'de yenilenebilir enerji sektöründeki yatırımcıların ihtiyaç duyduğu ölçüm verileri, EİE, MTA ve DMİ gibi kamu kuruluşlarınca sağlanmaktadır. Standartların gelişmemiş olması ile, sadece devlet eliyle ve kısıtlı imkanlarla yürütülen ölçüm çalışmaları yeterince sağlıklı değildir.
Rusya ve İran ile yapılmış uzun vadeli al ya da öde anlaşmaları, dolayısıyla daha uzun süre bu ülkelerin kaynaklarına bağımlı olmak. Ayrıca Arap ülkeleri ile geliştirilen ilişkilerin enerji boyutunun zayıf kalması.
Küresel ölçekte faaliyet gösteren ulusal enerji şirketlerinin yaratılamamış olması.
Kürtlerle veya Ermeniler-Azeriler ikilisinde yürütülen ilişkilerde sorunların birbirine karışması gibi enerji diplomasisini diğer sorunlu diplomatik konulardan ayıramamak.

FIRSATLAR
Türkiye yenilenebilir enerji türleri bakımından dünya ortalamasının üzerinde bir kaynağa sahipken, yenilenebilir enerji üretimi dünya ortalamasının altında kalmaktadır. Mevcut potansiyelin tam olarak kullanılması halinde Türkiye, kendi iç talebini karşılayabilecek ve enerji ihraç eden bir ülke olma statüsünü yakalayacaktır.
Türkiye, güneş ve hidrojen kaynakları gibi yenilenebilir enerji üretim alanlarında uluslararası faaliyet gösteren, Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu (ISES) gibi kurumlara üye olması ve Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi'nin (UNIDO – ICHET) İstanbul'da kurulması, Türkiye'nin prestijini arttırdığı gibi yenilenebilir enerji üretiminde yeni teknolojilerin ülkemizde geliştirilmesine ve teknoloji ihracatına fırsat tanımaktadır.
Yenilenebilir enerji kullanımı, Türkiye'nin üstlenmiş olduğu gelişmiş ülkeler düzeyine ulaşma misyonunu hayata geçirebilmesi amacıyla gerçekleştirmesi gereken sürdürülebilir kalkınma, 2020 yılına kadar gerçekleştirilmesi öngörülen 120 milyar dolarlık yatırımın, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirilmesi Türkiye ekonomisi açısından önemli bir
fırsattır. Ayrıca yabancı yatırımcılara teşvik sağlanması halinde, doğrudan yabancı sermaye artışı sağlanabileceği gibi istihdam yapısı üzerinde yaşanacak olumlu gelişmeler ülke ekonomisine katkıda bulunacaktır.
Yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi, Türkiye ekonomisinin Kyoto Protokolü kapsamında faaliyet gösteren ve 60 milyar dolarlık finansal büyüklüğe ulaşan, uluslar arası karbon ticareti piyasasından aldığı payın artmasında etkili olabilir.
Yakın bir gelecekte enerji üretiminde kullanılacak olan hidrojen sistemleri için gerekli bor kaynaklarının ve Karadeniz'in tabanında yer alan H2S gibi özel rezervlerin Türkiye coğrafyasında yer alması, ülkemiz açısından değerlendirilmesi gereken önemli fırsatlardan bir tanesidir.
Yunanistan'ın ekonomik sorunlarına olumlu yaklaşımlar Ege ve Akdeniz'deki sorunlu bölgelerde yeni işbirliği imkanları yaratabilir.

TEHDİTLER
Yenilenebilir enerji kaynakları yağış, rüzgar ve kuraklık gibi doğal tabiat olaylarından yüksek mertebede etkilenirler. Dolayısıyla Türkiye sahip olduğu yenilenebilir enerji üretiminde aksaklıklarla karşılaşılabilmektedir.
Türkiye'de ortalama elektrik toptan satış fiyatının belirlenmesinde yaşanan gecikmeler, yenilenebilir enerji yatırımcılarının finansman ve kredi bulma gibi işlemlerinde bir takım gecikme ve zorluklara sebep olmaktadır. Aynı zamanda bu durum, projelerin tamamlanarak faaliyete geçme süresini de aksatabilmektedir.
Suriye Sorunu dolayısıyla Türkiye'nin güneyindeki işbirliği zeminlerinin parçalanmaya doğru gitmesi.
Türkiye tarım açısından elverişli topraklara sahip bir ülke konumundadır. Hidrolik baraj göllerinin yüzey alanları geniş olduğundan daha hızlı buharlaşarak ekosistemi etkilemekte ve civar bölgedeki tarım alanlarının tuzlanarak verimliliklerini yitirmesine sebep olmaktadır.
Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjilere yönelik AR-GE projesi desteği sağlanmadığı gibi herhangi bir devlet teşvikinin de bulunmayışı, üretim yapmak isteyen girişimci ve yatırımcıların farklı kaynaklara yönelerek yenilenebilir enerji popülaritesinin düşmesine sebep olmaktadır.
IŞİD dolayısıyla Ortadoğu haritasının geri dönülmez bir şekilde kontrol dışı bir hal alma riski altında olması.
Türkiye ortamında enerji sektörü yatırımcılarının, EPDK ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı gibi kamu kuruluşlarından almakla mükellef olduğu lisans hakkı gibi prosedürlerin ve diğer bürokratik engellerin yoğun oluşu, yenilenebilir enerji üretim santrallerinin faaliyete geçirilmesinde gecikme ve engel oluşturmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili, 1984 yılında yürürlüğe konulan Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, yeni ve yenilenebilir kaynaklardan kısa sürede yararlanmak için gerekli girişimlerin desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda başta hidrolik olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha büyük oranda yararlanılması; Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği

belirtilmiştir. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda da yenilenebilir enerji kaynaklarından ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiş, dünyada ve Avrupa'da bu kaynakların kullanım durumları, verilen teşvikler, çevre üzerine etkileri vb. özelliklerinden ayrıntılı olarak bahsedilmiştir. Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda, arz güvenliğinin artırılması amacıyla birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve üretim sistemi içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi hedeflenmiştir. Onuncu Kalkınma Planı'nda ise yerli kaynakların daha fazla değerlendirilmesi, nükleer enerjinin elektrik üretimi amacıyla kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payının yükseltilmesine önem verilmiştir. Hükümet programlarında da yenilenebilir kaynakların yerli olmaları, çevreye zarar vermemeleri, fosil kökenli yakıtların arz güvenliği olmaması gibi nedenlerle kullanımının gereklilikleri belirtilmiştir. Fakat ciddi anlamda yatırımlar yapılmamış, teşvikler verilmemiştir (Adıyaman, 2012). Türkiye'de yıllardır dile getirilen, kalkınma planlarına konulan, hükümet programlarında belirtilen yenilenebilir enerji ile ilgili en önemli gelişme 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un (YEK) çıkarılmasıdır. Zaman içerisinde değişen şartlar nedeniyle YEK kanununda 29.12.2010 tarihinde bazı düzenlemelere gidilmiştir. Bu değişiklikle devlet teşvikleri kaynak bazında çeşitlendirilmiştir. Yani kaynak kullanımında yerli teknolojinin gelişmesini destelemek için ayrıca teşvikler verilmiştir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksektir ve bu kaynakların kullanımını sağlayan teknolojinin önemli bir pazar olması beklenmektedir. Uluslararası finans kuruluşlarının cazip tekliflerle gelerek, gelişmiş ülkelerde üretilen teknolojileri satarak, Türkiye'yi bir teknoloji pazarı haline getirmek istemekte olduklarına dair görüşler bulunmaktadır. Eğer Türkiye yenilenebilir enerjide kendi ürettiği teknolojileri oluşturamaz ise, şu an petrol ve doğalgaza ödediği maliyetleri 15-20 yıl sonra yenilenebilir teknolojilere ödemek zorunda kalabilecektir. Türkiye'de yerli teknolojiyi geliştirmek ancak doğru devlet politikasıyla gerçekleşebilir. Politikadaki hedefler doğrultusunda araştırmalar için belirli merkezlerin yapılandırılması, üniversitelerdeki enstitü türü birimlerinin, enerji politikasında belirlenen hedeflere göre desteklenmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasında en önemli yöntemlerden biri de fiyat teşvikleridir. YEK kanununa göre Türkiye, teşvik yöntemi olarak sabit fiyat garantisini uygulamaktadır. Bu teşvik ile 2005-2015 yılları arasını kapsayan on yıllık bir dönem için belirlenmiştir. Bu yöntem, firmaların ürettiği elektriği belirlenen asgari fiyatlar üzerinden satın almayı zorunlu kılan bir sistemdir. Bu fiyatlar genellikle piyasa fiyatının üzerinde olması gerekmektedir. Fiyat teşviklerinde verilen süre iyi hesaplanmalıdır. Çünkü

gereğinden az verilen süre yatırımcı sayısının düşmesine, rekabetin azalmaya başlamasına yol açabileceği gibi, gereğinden fazla verilen süre de yatırımcıların aşırı kazancına, dolayısıyla devlet bütçesinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Ağaçbiçer, 2010: 58).

Genel olarak değerlendirmelere bakıldığında, kanunda verilen teşvik fiyatlarının Türkiye şartlarında iyi olduğu ve bu fiyatların önümüzdeki yıllarda teknolojide yaşanacak gelişmeler ile daha da iyileşeceği düşünülebilir. Buna karşın YEK Kanunu ile verilen teşvik fiyatları ile ilgili farklı değerlendirmeler de yapılmaktadır. En çok tartışılan konulardan biri de güneş enerjisine verilen teşviklerle ilgilidir. Bazı yatırımcılar verilen teşviklerin yeterli olmadığını, özellikle güneş enerjisi konusunda açıklanan fiyatlarla bu teknolojilerin gelişmesinin çok zor olduğunu belirtmektedir. Güneş enerjisi ile ilgili Avrupa ülkelerinde verilen teşviklerinden biri olan destekleme fiyatlarının Almanya'da 24 euro cent ve İspanya'da 34 euro cent seviyelerinde olduğu bilinmektedir. Bu durum da Türkiye'deki güneş enerjisi için verilen 13,3 dolar/cent seviyesinin Avrupa ülkelerinde verilen teşviklere göre oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Rüzgar Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği (RESSİAD) Yönetim Kurulu Başkanı Tolga Bilgin, güneş enerjisi teknolojilerinin çok hızlı ilerlediğini ve maliyetlerin hızla aşağılara düştüğünü, bir iki sene önce KW başına 5000 Euro olan maliyetlerin şu anda 2000 Euro seviyesinde olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, yerli ekipman katkılarıyla birlikte 20 dolar/cent seviyelerine ulaşan fiyatların mevcut koşullarda iyi olduğunu belirtmiştir. RESSİAD Başkanı, hidroelektrik santralleri için verilen fiyatların diğer enerjilere verilen fiyatlara oranla düşük kaldığını belirtmektedir. Biyokütle kaynaklardan üretilecek elektriğe 13,3 dolar/cent olarak verilen teşvik fiyatı beklentilerin oldukça altında kaldığından Türkiye'de büyük potansiyele sahip bu kaynaklarının değerlendirilmesi konusunda engel oluşturmaktadır. Rüzgar, su, güneş gibi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomiye kazandırılması için yapılan bu düzenlemenin büyük ilgi gördüğü EPDK tarafından belirtilmiştir (Mutlu, 2013: 85).

YEK kanunu ile işletmeci lehine bazı düzenlemeler yapılmıştır. Örnek olarak, elektrik enerjisi alımlarında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilecek elektrik fiyatı TETAŞ'ın fiyatından düşük veya eşit olduğu ve daha ucuz bir başka tedarik kaynağı bulunmadığı takdirde öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisini satın alma yükümlülüğü getirilmesidir. Diğer bir düzenleme ise, tesis tamamlanma tarihini izleyen ilk 8 yıl süresince yıllık lisans bedelinden muafiyet getirilmesidir. Düzenlemenin yürürlüğe girdiği tarih itibariyle işletmede olanlar dahil, 31

Aralık 2015 yılına kadar devreye alınacak üretim tesislerine, yatırım ve işletim dönemlerinin ilk 10 yılında, enerji nakil hatlarından izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedelleri için %85 indirim uygulanacaktır. Orman ve hazine arazileri hatta milli park, tabiat parkı, yaban hayatı geliştirme sahalarında, yetkili kurumlardan izin alınarak bedeli karşılığında, kiralama yapılması, irtifak hakkı tesis edilmesi veya kullanma izni verilmesi mümkün hale getirilmiştir. Biyokütle kaynaklardan yararlanmanın artırılması amacıyla yapılan düzenlemelerden biri; benzin ve dizel yakıtlara yapılacak %2'lik biyoyakıt katkı oranında, yerli üretim olması şartıyla Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) muafiyeti getirilmesidir. 2013 yılından itibaren ise biyodizel ve biyoetanol için benzin ve dizel yakıtlara katkı zorunluluğu getirilmiştir. Benzin'de 2013 yılında %2, 2014 yılında%3 biyoetanol; dizel yakıtlarda ise 2013 yılında %1, 2014 yılında %2, 2015 yılında%3 oranında biyodizel kullanım zorunluluğu getirilmiştir (Adıyaman, 2012:98).

Türkiye'nin Enerji Politikası; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca; enerjinin, ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde; zamanında, yeterli, güvenilir, rekabet edilebilir fiyatlardan, çevresel etkileri de göz önünde tutularak tüketiciye sağlanması olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, ülkemizin ana enerji politika ve stratejileri:

- Yerli kaynakların kullanımı ve geliştirilmesine öncelik vererek, farklı teknolojilerin kullanımı, geliştirilmesi ve yerli üretimin artırılması,
- Ülkemizin enerji ticaret merkezi olma potansiyelinden en iyi şekilde yararlanılması ile kaynak ve ülke çeşitlendirilmesi,
- Talep yönetiminin etkinleştirilmesi ve verimliliğin arttırılması ile stratejik petrol ve doğalgaz depolama kapasitesinin arttırılması,
- Üretimde alternatif enerji kaynağı kullanımına olanak sağlayarak, bölgesel işbirliği projelerine katılım ve entegrasyon,
- Enerji sektörünün, işleyen bir piyasa olarak şeffaflığı ve rekabeti esas alacak şekilde yapılandırılması.

Bu ilkeler çerçevesinde, Avrupa Birliği'ne uyum ve enerji sektöründe piyasa mekanizmasının oluşturulmasına yönelik politikalara öncelik verilmiş; elektrik, doğalgaz, petrol, LPG piyasalarına ilişkin kanunlar (piyasa kanunları) yayımlanmış ve çok sayıda yasal düzenleme yapılmıştır.

Yüksek Planlama Kurulu'nun 18.05.2009 tarih ve 2009/11 sayılı kararı ile yürürlüğe giren "Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi"nde ana

hedef enerji sektörünün serbestleştirme adı altında tamamıyla özelleştirilmesidir. Strateji Belgesinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesiyle ilgili olarak;

- Bütün linyit ve taşkömürü kaynaklarının 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi amacıyla değerlendirilmesi,
- 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilinecek hidroelektrik potansiyelin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanımının sağlanması,
- Rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2023 yılına kadar 20.000 MW'ye çıkarılması,
- Güneş enerjisinin elektrik üretimi için de kullanılmasının yaygınlaştırılması hedefleri yer almaktadır (Mutlu, 2013: 108).

Enerji sektörü, ülkelerin kalkınma politikaları içinde stratejik bir alandır. Artan enerji fiyatları, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda artan duyarlılık, dünya enerji talebindeki artışa rağmen fosil yakıtlara bağımlılığın yakın gelecekte de devam edecek olması, yeni enerji teknolojileri alanındaki gelişmelerin artan talebi karşısında arz daralmaları, ülkelerin enerji güvenliği konusundaki kaygılarını her geçen gün daha da arttırmaktadır.

Türkiye, başta AB normları olmak üzere, küresel ekonomi ile bütünleşme ve ekonomik gelişmesini sürdürmek üzere, enerji sektöründe rekabeti öngörüp, işleyen piyasa yapılanmasına gitmektedir. Piyasa düzenlemeleri ile yaratılacak rekabet ortamında, sektör verimliliğinin arttırılması, maliyetlerin düşürülmesi, dolayısıyla enerji sektörünün ülke kalkınması ve refah artışını sürükleyici bir yapıya kavuşturulması hedeflenmektedir. Rekabetçi enerji piyasalarında arz güvenliğinin temin edilmesinin yanı sıra, tüketici haklarının korunması ve serbestleştirme sürecinin sosyoekonomik etkilerinin asgari düzeyde tutulabilmesine ilişkin hususlar söz konusu politik açılımda dikkatle değerlendirilmektedir (Çelik, 2012: 98). Bütün bunların yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan ve bu kaynaklardan doğrudan yararlanan kişi veya kuruluşları yeterince teşvik edici hükümlerin bulunmaması, Türkiye'de hissedilen önemli eksikliklerden birisidir. Önümüzdeki dönemde bu eksikliklerin değerlendirilerek gerekli önemlerin alınması Türkiye'nin gelecekte enerji alanında karşılaşacağı enerji sorununu azaltabilecek en önemli hususlardandır (Savrul, 2010: 121).

BÖLÜM 4 ENERJİ VERİMLİLİĞİ

4.1. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji tasarrufu konusunda değerlendirilmesi gereken konulardan bir de enerji verimliliğidir. Bu kısımda enerji verimliliği konusu değerlendirilecektir.

4.1.1. Enerji Verimliliğinin Tanımı ve Enerjide Genel Yönelimler

Enerji verimliliği daha az enerj ile benzer faydayı sağlama faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Tasarruf, enerji talebi kayıplarının minimum seviyelere indirilmesi ve enerji tüketiminin maksimum verimlilikle kontrol altına alınması olarak ifade edilir (Atlas ve Çelebi 2010: 205). Enerji verimliliği, enerji tasarrufuyla karıştırılmaktadır. Tasarruf; daha az enerji kullanımını içerirken; verimlilik daha düşük enerji girdisiyle enerjinin "son kullanımının" (örneğin; ısıtma soğutma, aydınlatma ve TV seyretme gibi) aynı kalite ve düzeyde tutulması ile ilgilidir.

Enerji tasarrufu ekonomik kalkınma ve sosyal yaşam düzeyini etkilemeden, aynı hasıla ve sosyal faydayı daha az enerji ile elde etme faaliyetidir. Bu da enerji üretim ve kullanım verimliliklerinin, kayıpların en aza indirilerek arttırılması ile mümkündür. Teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı ile enerji ihtiyacı da artmaktadır ve mevcut üretim, talebi karşılayamadığından yeni yatırımlar yapılmaktadır. Enerji tasarrufu uygulamaları genel olarak ikiye ayrılmaktadır. İlk olarak doğrudan enerji tasarrufu uygulamaları bu kapsamda değerlendirilip, maliyet etkin yaklaşımları ve somut tedbirler kapsamını içermektedir. İkinci ise; dolaylı tasarruf içinde değerlendirilmektedir. Her ülkenin sanayi yapısında ve coğrafi durumuna yakından bağlı olarak milli gelir ve kişi başına birincil enerji ve elektrik tüketim değerleri yani enerji yoğunlukları değişebilmektedir. Enerji tüketim yapısında kullanılan teknolojiler ile beraber kişilerin yaşam şekillerinde değişikliğe gidilip, enerji tasarrufu edilerek yoğunluk düşürülebilmektedir. Böylece doğal kaynakların ömrü uzamakta, üretim ve tüketim sırasında çevre problemleri azaltılmış ve enerji kaynakları için daha az finansal kaynak kullanılmış olacaktır (Atlas ve Çelebi 2010: 178)

Enerji tasarruf önlemleri sektörden sektöre ve teknoloji ilerledikçe değişmekle beraber aşağıdaki tabloda da görebileceğimiz gibi belli başlı önlemler önemini korumaya devam etmektedir. İşletmelerde bu önlemlere uyulması, çevresel baskının azaltılması yolunda da gerekli olmaktadır.

Tablo 36. Genel Olarak Enerji tasarruf Önlemleri

GRUP KODU	GRUP ADI	AÇIKLAMASI
A	Atık Enerjiden Geri Kazanım	Tesis ekipmanının (pişiriciler, kurutucular, fırınlar, mekanik kompresörler) atık ısısından yararlanın. Atık sıcak sudan ısı geri kazanın. İçeriye verilen havayı ön iklimlendirmek için havalandırma egzost havasının ısıtma veya soğutma etkisinden ısı geri kazanın (örneğin; ısı tekerleği veya diğer tip ısı değiştiricileri kullanarak yapı egzost havasını taze hava ile ısı alışverişinde bulundurun). Yapı egzozlarını ve böylece ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme için taze havayı veya sirkülasyon havasını azaltın. Giren akışları soğutmak için düşük sıcaklıktaki atıkları kullanın.
B	Elektrik Enerjisi Kullanımının İyileştirilmesi	Tesisin güç faktörünü optimize edin. Güç faktörünü ve verimi iyileştirmek için motor boyutlarını ve pompaları optimize edin. Daha verimli ışık kaynaklarını kullanın. Örneğin; lambalarınızı flüoresan, civa, sodyum veya yüksek yoğunluklu direkt aydınlatmaya dönüştürün. Doğal aydınlatmanın yeterli olduğu yerlerde genel aydınlatmayı azaltın veya kullanmayın. Genel aydınlatmayı emniyet için gerekli olan minimum düzeye düşürün. Soğutma için multi kapasiteli kompresörleri kullanın.

C	Kazan ve Buhar Veriminin Arttırılması	Kazan blöfünü minimize edin. Gerekli blöf miktarını azaltmak için daha iyi besi suyu şartlandırması yapın. Sıcak blöften ısı geri kazanımı sağlayın. Daha fazla kondensi kazana yollayın. Kazan besi suyunu ve yakma havasını ısıtmak için duman gazlarının enerjisinden yararlanın. Yakma kontrol kapasitesini optimum yapmak ve iyileştirmek için yakma havası miktarını azaltın. Kondenstopları doğru kullanın ve arızalı olanları değiştirin. Kazan borularını daha sık temizleyin. Suya olan ısı geçişini arttırmak için, kazanlarda tübülatörler kullanın. Yakıt atomizasyonunu iyileştirin. Brülör ve püskürtme sistemlerinin bakımını daha iyi yapın. Düşük kapasite çalışan veya yedek kazanların kullanımını minimize edin.
D	Yalıtımının Uygulaması	Buhar ve kondens hatlarını yalıtın. Fırınlar, kazanlar, ocaklar, pişiriciler veya diğer proses ekipmanında yalıtımın kalitesini yükseltin. Duvarları, tavanları ve çatıları yalıtın.

E	Soğutma ve Hacim İklimlendirmesi	Kış mevsimi boyunca daha düşük ve yaz mevsimi süresince daha yüksek hacim sıcaklıkları sağlayın. Çatıdan suyun buharlaştırılmasıyla iklimlendirme yükünü düşürün. Çalışılmayan saatlerde iklimlendirme cihazını işletmeyin. Hacim ısıtması için prosesin atık ısısından yararlanın. Isıtılan ve soğutulan alanlar arasında çift kapılar veya perdeler kullanın. Yükleme kapılarının etrafındaki hava kaçaklarını önleyin. Kullanılmadığı zaman yükleme kapılarını kapalı tutun.
F	Kurutucu, Buharlaştırıcı Ve Diğer Proses Ekipmanı	İlave etkileri kullanarak buharlaştırıcı verimini iyileştirin. Buharlaştırma proseslerinde mekanik buhar sıkıştırmasını kullanın. Kurutma öncesi ürünün suyunu almak için daha büyük pnomatik ve vidalı presler kullanın. Isı geçiş yüzeylerinin bakımını iyileştirin. Fırınlara kaçak hava girişini önleyin. Hava kompresörlerini gerçek ihtiyaçlara göre ayarlayın. Uzun buhar ısıtma zamanlarını yok etmek için kurutma ve pişirmede mikrodalgayı kullanın. Isı geçişini iyileştirmek için buharlaştırıcıların vakum tavalarına karıştırıcılar koyun. Proses atın ısısından yararlanın ve optimum boyutta ekipman kullanın. Maksimum kapasitesinde en fazla verimli ekipmanı ve sadece gerektiği zaman daha az verimli ekipmanı kullanın. Kullanılmadığı zaman proses ısıtma ekipmanını durdurun

G	Genel Enerji Yönetimi	Ekipmanın çalışma zamanı gerçekten gerekli olan zamana düşürün. Verimsiz birkaç ünite yerine çıkış gücü yüksek olan daha az sayıda ünite kullanın. Filtreleri düzenli olarak temizleyin veya değiştirin. Yığın (batch) işletmesini sürekli işletmeye dönüştürün. Dolaylı yakmayı dolaysız (örneğin; fırınlarda) yakmaya dönüştürün. Alttan yakmalı sıvı ısıtıcıları daldırmalı ısıtmaya dönüştürün. Buhar kayıplarını yok etmek için, buhar yerine yüksek sıcaklıkta su kullanın.

Kaynak: Perihan Özbakır, (2016), Enerji Yönetimi, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 11-13.

4.1.2. Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Enerji Yoğunluğu

Gelişmiş kapitalist sanayi toplumlarının ve kapitalistleşmeye çalışan az gelişmiş ülkelerin vazgeçilmez unsurlarından olan enerji ihtiyacı, kuşkusuz özellikle 19. yüzyılın sonlarından günümüze kadar geçen süreçte devletlerin iç ve dış ekonomik ilişki ve üretimlerinde belirleyici bir etkiye sahip olmuştur. Kapitalist üretim biçiminin, yani sanayileşmenin yarattığı enerji krizi, ihtiyaç duyulan bu enerjinin nasıl ve nereden elde edileceği sorununu da beraberinde getirmiştir. Günümüzde de bu durum, mevcut üretim tarzlarında herhangi bir değişiklik gerçekleşmediği, hatta bunun da ötesinde üretimden ziyade tüketime dayanan süreçler iktisadi hayata egemen olduğu için, bir kriz halinde devam etmektedir (Ergün, 2015: 524).

Enerji yoğunluğu GSMH başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil etmektedir. Enerjinin yoğunluğunun bilinmesi, enerjinin ne ölçüde verimli kullanıldığı hakkında bilgiler vermektedir. Bu bilgiler, hane halkları, işletmeler gibi birçok iktisadi birimi kapsamaktadır. Enerji yoğunluğunun dünya ölçeğinde genel kabul gören bir olgu

olması ya da bu konuda uluslararası bir standardın olması ülkeler arası karşılaştırmayı kolaylaştırmaktadır. Ülkeler için enerji yoğunluklarının dereceleri, iktisadi faaliyetin niteliği ya da yapısı ve diğer enerji kullanımları konusunda enerji verimliliklerinin derecesi şeklinde iki temel faktörle ilişkilidir. Enerji yoğunluğu bakımından ülkelerin incelenmesi, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini göstermektedir. Enerjiyi ne kadar düşük yoğunlukta kullanırsa bir ülke, o ölçüde etkin verime ve gelişmiş teknolojiye sahip demektir. Eğer birey başına düşen enerji kullanımı yüksekse; bu o ülkedeki ekonomik yaşamın canlılığına ve yaşam kalitesinin yüksek olduğuna işarettir. Buna karşın, eğer enerji yoğunluğu düşükse; aynı miktardaki enerji miktarı ile daha fazla katma değer üretiliyor anlamına gelmektedir. Enerji verimliliğindeki artış ya da azalış, ekonomik çıktı, yakıt ikamesindeki değişimler; enerji yoğunluğu içerisinde değerlendirilir. Enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin saptanmasında önemli bir belirleyici olmakla beraber, dünyadaki enerji verimliliğinin takibi ve karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir araçtır (Ergün, 2015: 234).

4.1.3. Enerji Verimliliği ve Ekonomi

Özellikle son yıllarda tüm dünya çapında gündemde yer alan konulardan biri tükenmekte olan fosil yakıtlar ve buna bağlı olarak paralel artış gösteren enerji fiyatlarının, üretimin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemeye başlaması ülkeleri yenilenebilir enerji kaynakları arayışına götürmüştür. Ekonomi biliminin doğuşundan bugüne, temel sorunlarından biri; toplumun refahının nasıl arttırılacağıdır. Ülke toplumunun yaşam seviyesini yükseltmek için üretimi arttırıp, ulaşılan zenginliğin adil bölüşümü üzerinde uzlaşılan bir konu olmakla birlikte, bunu nasıl yapacağı ya da bu amaçla hangi yöntemlerin kullanılacağı konusu ekonomi bilimini düşünsel ve uygulama bazında meşgul etmiştir. Ülke hükümetlerinin zenginliği nasıl yaratacağı ve dağıtacağı sorununda temel olarak kabul edilen olgu, ülkenin doğal kaynaklarının etkin bir biçimde kullanımı ve bu sürecin nitelikli işgücü ile organize edilip, kullanılmasıdır. Ancak bu belirtilen süreçlerin ulaşacağı ortak hedef, ülkenin sermaye birikiminin sağlanmasıdır (Boratav, 2016: 12-18). Enerjinin hem girdi hem de çıktı olarak artması enerji ekonomisinin doğmasında önemli rol oynar. Enerji politikaları ulusal düzeyde belirlenirken; enerjinin uluslararası yapısı göz ardı edilmemeli ve önlemler konusunda bütün ülkelerin benzer uygulamaları yapmaları gerekmektedir. Bu da krizin atlatılmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla ekonomi daha önemli hale gelecektir. Enerjinin özellikle

sanayi sektöründe etkin ve verimli kullanımı önem arz etmektedir. Ancak enerji kaynaklarını edinme konusunda tüm ülkeler aynı oranda potansiyele sahip değildir. Hatta birçok ülke bu kaynaklardan tamamen yoksun oldukları için dışa bağımlıdırlar. Gelişmiş ülkeler sömürge dönemlerinde enerji ya da hammadde bakımından zengin ülkelerde sömürgeler oluşturarak zenginleşmişlerdir. Bu bağlamda enerji kaynakları ile kalkınma arasında sıkı bir bağ bulunmaktadır. Bunun yanında gelişmekte olan ülkeler bu kaynaklardan yoksun oldukları ve kendi içsel koşulları nedeniyle gelişme sürecinde geride kalmışlardır. Türkiye'de ithalat içerisinde bağımlılığı en yüksek sektör, enerji sektörüdür ve payı %70'dir. Bu durum ithalata yol açtığından, döviz kayıplarına neden olmaktadır. Dış ticaret açığının yarıdan fazlası enerji alımlarından kaynaklanmaktadır. Sektörler açısından da sanayi %40, bina %31, ulaşım %19, tarım %15 ve enerji dışı sektör %5 oranında tüketim gerçekleştirmektedir. Bu kapsamda (TMMOB, 2016: 11);

- Tüketilen doğal gaz 31,3 milyarın, %2'si yerli üretim ile,
- Tüketilen petrol 31,4 milyon tonun %6'sı yerli üretim şeklinde gerçekleşmektedir.

İhracatı hızla büyüyen ülkemizin ithalatı da hızla büyümektedir. Bu da cari açığı arttırmaktadır. 2006 yılı için 25 milyar dolarlık enerji ithalatı 35 milyar dolarlık cari işlemler açığının yaklaşık yarısı kadardır. Türkiye'nin dış ticaret ve dolayısıyla cari açık ile üretebileceği çözüm, orta ve uzun vadede, üretiminde yerli kaynakların daha etkin kullanılması ile olacaktır (İTÜ, 2017: 165)

Türkiye'nin politika hedeflerinden biri, enerji yoğunluğundan düzenli bir düşüş eğilimi yakalamaktır. Enerji verimliliği ne kadar çok yönlü olursa, enerji güvenliğine, iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına ve ekonomiye olan katkılarında olumlu etkiler ortaya çıkar.

4.2. DÜNYA'DA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

1900'lü yıllarda dünyadaki nüfus artışı, küreselleşme, teknolojideki hızlı gelişme, gelir ve refah seviyesinin yükselmesi enerji tüketiminde artışa yol açmıştır. Çözüm olarak da "fosil yakıtlar" görülmüştür. Yaşanan petrol krizi, enerji fiyatlarının artışı, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi faktörler, yenilenebilir kaynaklara yönelmekten başka çözüm göstermemektedir. Bu nedenle de dünyadaki tüm ülkelerin enerji verimliliği konusuna önem vermeleri gerekmektedir.

Enerji verimliliğinin önemli göstergesi olan enerji yoğunluğu; GSYİH başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eder ve tüm dünyada kullanılan bir gösterge olarak bilinir. Aynı zamanda enerji verimliliği uygulamalarında alınan yol konusunda da fikir vermektedir. Ülkenin gelişmişliğinin ideal şartı; kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması ve enerji yoğunluğunun düşük olmasıdır.

Ülkeler arasında oluşan döviz kuru, ülkelerin gelişmişlik/fiyat düzeyi farklılıkları nedeniyle bir ülke için hesaplanan GSYİH doğru sonuç vermemektedir. Bu yüzden, ülkeler arasındaki fiyat farklılıkları giderilerek, reel mal ve hizmet hacimlerinin karşılaştırılması için satın alma gücü paritesi (SGP) geliştirilmiştir. Enerji yoğunluğıu hesaplanırken; döviz kuru yerine SGP'nin kullanılması, ekonomik gelişmişlik seviyesi farklı olan ülkelerin karşılaştırılması önemlidir.

Günümüze kadar olan deneyimlere bakıldığında; en önemli konu devletin (minimum enerji verimliliği, zorunlu etütler, etiketleme, tüketimlerin bildirilmesi, enerji yöneticisi bulundurma) düzenleme yapmasının yanında, enerji verimliliği uygulamalarını vergi indirimi ve düşük faizli krediler gibi yollarla desteklemesi ve öncülük etmesidir.

4.2.1. ABD'de Enerji Verimliliği Uygulamaları

Enerji verimliliği çalışmalarında en etkin sonuç alan ülke ABD, son 30 yıl içerisinde enerji verimliliği yüksek teknolojiler kullanarak, toplam enerji verimini önemli miktarda artırmıştır. 1970'li yıllardan itibaren artan bir ivme ile 1973 yılına kadar enerji yoğunluğunda yıllık %0,5'lik bir düşüş sağlayabilmişken, 1973-1980 yılları arasında yıllık %2,7 ve 1980 ile 2004 döneminde yıllık %1,6 düşüş sağlamıştır (US Department of Energy PBA, 2008).

1973 yılından 2008'e ekonomideki büyüme %126 oranında gerçekleşmiştir. Ancak bu dönemde enerji kullanım oranındaki artış yalnızca %30 olmuştur. ABD'de enerji yönetimi ihtiyacı Enerji Bakanlığı'nın kurulmasından önce ortaya çıkmıştır. 1973 yılından itibaren ABD Başkanlığı ve Kongre, tüm birimlerde enerji tasarrufu yapılması konusunda çağrı yapmakta ve enerji etkinliğinin arttırılması konusuna işaret etmektedir. 1970'lerin başında enerji kullanım analizi ve enerji tasarrufunun teşvik edilmesi amacıyla oluşturulan Federal Enerji Yönetimi Programı (FEMP) günümüzde halen faaliyettedir. ABD'de en başarılı enerji, alet ve ekipman verimlilik standartları uygulanan tasarruf politikalarından kaynaklıdır. ABD'de standart geliştirme işlemleri 1980 yılında başlamış

ve National Applience Energy Conservation Act (Aletlerde Enerji Tasarrufu Ulusal Sözleşmesi) ile 1987'de ülke genelinde yaygınlaştırılmıştır. Uzun bir sürede yasal düzenlemelerle ürün listeleri genişletilmiş ve Enerji Bakanlığı, standartları periyodik olarak yenilemiştir. 1973 ile 2035 arasında ABD'de yürütülen enerji verimliliği çalışmalarının sonucunda, aşağıdaki kazanımlar elde edilmiştir (Çengel 2015:114);

Sadece buzdolaplarının verimlerinin iyileştirlimesi ile 30,000 MW gücünde ilave santral kurulmasına gerek kalmamıştır. Binalarda uygulanan yalıtım sonucunda, yılda 4 milyar varil petrol, eşdeğerde 250 milyar $ tasarruf ve çevreye 1340 milyon ton daha az CO2 salınımı sağlanmıştır.
Enerji verimliliği en büyük ve yerli kaynağı olmuştur.
Federal hükümetler binalardaki enerji verimliliğinde, 1985-2000 döneminde %20 artış sağlamıştır.
Çevrenin korunmasında 1 milyar arabanın yollardan çekilmesine eşdeğer katkı sağlanmıştır.
Büyüyen ekonominin artan enerji ihtiyacı için kurulması planlanan 107,000 MW kapasiteli 97 nükleer santral projesi iptal edilmiştir. 1978 yılından bu yana nükleer santral kurulmaktadır.

ABD'de bu başarılar yeterli görülmeyerek, "Vision 2025" isimli bir Ulusal Eylem Planı hazırlanmıştır. Bu planın hazırlanma nedenleri;

Enerji verimliliğinin, enerji arz ve güvenliğini arttırması,
Büyük, baki ve düşük maliyetli kaynak olması,
Gerekli mevzuat değişiklikleri yapılarak, enerji dağıtım firmalarının, enerji verimliliği programlarının kullanıcılara ulaştırılmasında etkin bir rol oynaması,
Karbon politikalarında ileride karşılaşılabilecek risklerin azaltılması,
Enerji verimliliğini benimseyen tüm tarafların motive edilmesi için uygun çözümler üretebiliyor olmasıdır.

Bu plandaki hedeflerden bazıları;

Sera gazlarının salınımında yıllık 500 milyon ton civarında azaltmak. Bu da 90 milyon aracın trafikten çekilmesine eşdeğerdir.
Enerjideki talep artışının yarısının enerji verimliliğinden kaynaklanması
20 yılda, her biri 500 MW gücünde 100'den fazla elektrik santraline gereksinim duymamak,
Tüm ekonomik enerji verimliliği projelerinin hayata geçirilmesi ve böylece çevre ve ekonomi açısından önemli getiriler sağlanması, ülkenin enerji sisteminin modernizayonu,
Enerji faturalarında 100 milyar $'lık düşüş, ekonominin genelinde ise; 500 milyar $'ın üzerinde tasarruf sağlamak şeklinde özetleyebiliriz.

Vision 2025 planı aşağıdaki 10 amaç etrafında düzenlenmiştir.

Ekonomiklik testlerin geliştirilmesi,
Etkin enerji verimliliği projelerinin saptanması için mekanizmaların geliştirilmesi,
Enerji verimliliği yatırımları için tüketici fiyatları ile teşviklerin uyumlu hale getirilmesi,
Enerji firmalarının, yeni enerji yatırımı yerine enerji verimliliğine yatırım yapmalarını özendirecek tedbirlerin alınması,
Sağlıklı enerji verimliliği için, politikaların geliştirilmesi,
Ekonomik enerji verimliliğinin öncelikli bir kaynak olarak ele alınması,
Ölçme, değerlendirme ve doğrulama mekanizmalarının geliştirilmesi,
Enerji tüketimi verimliliğindeki son bilgilerin tüketiciler ile etkin paylaşımı ve ulaştırılması için modern sistemlerin kurulması,
Modern enerji faturalama sistemlerinin tesis edilmesi,
En son teknolojilerin uygulamalara dahil edilmesi.

ABD'nin Kaliforniya eyaletinde sera gazları salınımının sınırlandırılması ve enerji verimliliğinin arttırılması konusunda 2020 yılında 1990 seviyesine, 2050'de ise 1990 yılındaki salınımın %80'in altına indirilmesi hedeflenmektedir. 2009 yılında enerji verimliliği konusunda 3 yıllık bir program için 3,1 milyar $'lık bir bütçe onaylanmıştır. Bu proje kapsamında;

Yılda 7 milyar kW/h tasarruf sağlanması,
Yüksek enerji verimli kamu binaları yapımı için 260 milyon $ harcanması,
Ülkenin en büyük konut yenileme programı ile yaklaşık 130.000 evde enerji kullanımının %20 azaltılması,
Eğitim programları için 100 milyon $ harcanması öngörülmekte,
Enerji ihtiyacını kendi karşılayan sıfır net enerjili konut ve ticari binalar için 175 milyon $ fon ayrılması,
1500 MW'lık yeni santral yapımına gereksinim duyulmaması,
15.000 ile 18.000 kişiye istihdam yaratılması hedeflenmektedir.

ABD Enerji Bakanlığı'nın verilerin göre, ABD'de petrol tüketimi son 10 yılda %18 oranında artmıştır. Günümüzde ise ABD, dünyanın en çok petrol tüketen ülkesi olan ve dünya nüfusunun %5'ine sahip olarak, günde 20,5 milyon varil ile dünya rezervlerinin %25'ini tek başına tüketmektedir. Bu mevcut hali ile ABD dünya petrol piyasaları üzerinde büyük bir ağırlık taşımaktadır. Gelecek öngörüleri kapsamında da, ABD'nin ekonomik performansına ve rakip yerel petrol arzına bağlı olarak, gelecek yıllar boyunca da artmaya devam edeceği öngörülmektedir. Nüfus veya ekonomik üretim ile karşılaştırıldığında, ABD'nin enerji ve petrol talebi, Batı Avrupa veya Japonya'ya göre çok daha yüksektir. Örneğin; 2013'de kişi başına enerji kullanımı Amerika'da Batı Avrupa ile karşılaştırıldığında iki katından, nominal GSYİH ile bağlantılı olarak enerji talebi ise ABD'de Batı Avrupa'da olduğundan yaklaşık %50 daha fazlaydı. Aynı fark petrol tüketimi 2009 için de yaklaşık olarak geçerliliğini korumuştur. ABD aynı zamanda dünyanın en önemli petrol üreticisi ülkelerinden biridir (http://www.usemb-ankara.org.tr/USA_Economy_Brief/final/page11.html).

4.2.2. Avrupa'da Enerji Verimliliği Uygulamaları

1970'li yıllarda AB ülkeleri de, petrol krizi yaşadığından bağımlılığını azaltmak, arz güvenliğini arttırmak, çevreyi korumak, sera gazlarını azaltmak, enerji maliyetlerini düşürmek, rekabeti desteklemek ve işsizliği azaltmak amacıyla çalışmalara başlamış, planlarını enerji yoğunluğunu düşürmek üzere başarılı olmuştur. Avrupa enerji ithalatçısı konumunda olduğu için özellikle 1970'lerden sonra, ülkeler çapında enerji önlemlerine başvurmaya başlamıştır. Fransa ve Almanya gibi ülkeler başta olmak üzere yasal mevzuatlar petrole bağımlılığın azaltılması ve enerji verimliliğini sağlayacak tedbirlerin alınması konusuna yoğunlaşılmıştır. 1973 yılına kadar Fransa enerjisinin 2/3'ü petrol kaynaklıdır ve bunun da %75'i ithal kaynaklı olmuştur. 1973 yılında 129 milyon olan petrol ithalatı 1984'de 80 milyon tona düşürülmüş, 1990 yılında ise; 60 milyona düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu hedefle de Enerji Tasarrufu Ajansı kurulmuş, 1976'da sanayi ve tarım sektörü için enerji esasları belirlenmiştir (Dağsöz, 2001: 20-21).

Avrupa ülkelerinin temel ekonomik örgütlenmesi olan AB, kuruluşundan bugüne, önce ekonomik sonrada siyasal bütünleşme hedefi ideali ekseninde ilerlemiştir. Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu Antlaşması ve 1957 Roma Antlaşmasına dayanan AB bir anlamda enerji kaynakları alanında temellendirildiğinin de göstergesidir. AB günümüzde eğitim, sağlık, tarım, enerji ve benzeri birçok alanda ortak politikalar geliştirerek üye devletler arasındaki politika ve uygulamaları uyumlaştırmaktadır. Aynı zamanda da üye ülke vatandaşlarının yaşam standartlarını geliştirmeye ve toplumsal, ekonomik ve siyasal gereksinimleri karşılamaya çalışmaktadır. Bu bağlamda enerji politikası AB'nin önemli politikaları arasında yer almaktadır. Enerji arzının güvence altına alınması, enerji güvenliği ve uzun vadede enerji piyasalarındaki standartların arttırılması gibi bazı hedefleri gerçekleştirme yönünde önemli girişimlerde bulunmaktadır. Özellikle de fosil yakıtlar bakımından hem rezerv hem de kaynak açısından yeterli bir potansiyele sahip olmayan AB bugünkü enerji tüketiminin %59'unu ithalatla karşılamaktadır. AB gelecek 20-30 yıl içerisinde enerji tüketimi için %70 oranında ithalata bağımlı hale gelecektir. Petrolde ise dışa bağımlılık oranı ile %90 seviyesine ulaşacaktır. (Enerji Faaliyet Raporu, 2016)

AB enerji konusuna önem vermekle sadece bireysel tasarruflarıyla değil, birlik çağında da enerji tasarrufu önlemlerini arttırmaya başlamıştır. 1972 Ekim ayında Paris'te, AB devlet ve hükümet başkanlarının yaptıkları toplantıda tatmin edici ekonomik koşullar altında enerjinin güvenli ve sürekli bir şekilde temini amacıyla enerji politikasının

ayrıntılarıyla saptanması gerektiğini vurgulamışlardır. Petrol krizi ile artan petrol fiyatları, kamuoyunu ve Komisyon'u enerji konusunda daha hassas hale getirmiştir. AB için enerji politikaları alanındaki gelişmelere dair ilk ciddi adım, 1998 yılında Enerji Şartı ve Enerji Verimliliği Protokolü'nün yürürlüğe girmesi ile olmuştur. 1997 yılında imzalanan Amsterdam Antlaşması ile enerji politikalarının sürdürülebilirliği konusu irdelenmiştir. AB bünyesinde enerji verimliliği konusunda yürütülen bir başka çalışma 1994 ile 1998 yılları arasında uygulanan JOULE/THERMIE programıdır. Temel hedef olarak temiz ve verimli teknik oluşturacak teknolojilerin desteklenmesi öngörülmüştür. Program uluslararası işbirliği ve AR-GE çalışmaları açısından önemli faydalar sağlamıştır. Ayrıca SYNERGY programı da 1996 ile 2000 arasında yürütülerek enerji verimliliğini öncelikli alan olarak belirlemiştir. Bunlar dışında Birlik çapında sürdürülebilir enerji için belirli tedbirler de uygulanmaktadır. Buna göre (http://www.usemb-ankara.org.tr/Clean_Energy_Solutions/eckhart.htm).

- Akıllı enerjiler – Avrupa Programı; üç ana aksı desteklemektedir. Bunlar; enerji verimliliği, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve ulaşımda enerji verimliliğidir. Akıllı enerjiler – Avrupa Programı daha çok yerel ölçekteki projeleri desteklemektedir.
- Binaların Enerji Performansı Yönetmeliği; yönetmelik hakkında bir platform oluşturulmuştur. Platformda "binaların enerji performans yönetmeliği" ne dahil bilgiler, yazılar, standartlar gibi elemanlar bulunmaktadır. Bu bilgilere erişim daha kolay olsun diye değişik dillerde bilgiler yayınlanmıştır.
- Managenergy Programı: yerel ve bölgesel ölçeklerde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji üretim faaliyetlerini desteklemektedir. Faaliyetleri yürüten aktörler arasında enerji alanlarında eğitim, bilgi ve mevzuat gibi destekler sağlanmaktadır.
- CONCERTO Programı: Avrupa ölçeğinde sürdürülebilir enerji çözümleri üzerine arayışı desteklemektedir. Yerel ölçekte enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kombinasyonu ile enerji sürdürülebilir bölgenin oluşumunu sağlamayı amaçlamaktadır.
- Avrupa için Sürdürülebilir Enerji 2005-2008 Programı: Akıllı Enerjiler/Avrupa programının bir birleşenidir. Program AB'nin enerji peyzajını değiştirmeyi hedeflemektedir. Genel faaliyeti, halkı enerji verimliliği, yeni ve yenilenebilir enerji, ulaşımda enerji verimliliği üzerine bilinçlendirmeyi amaçlamaktır.

2020'ye kadar AB ülkelerinde sera gazlarında %20 düşüş sağlanması, enerji tüketiminde yenilenebilir kaynakların oranının %20'nin altına hedeflendiği halde üzerine çıkması, enerji tüketimi yönünden hedefin tutturulamayacağı belirlenmiştir (EC, 2015). Düşünülen bu hedefin tutturulabilmesi için, çalışmalar sonucunda daha fazla insiyatif alınması gerekli ve yeni bir enerji verimliliği direktifi hazırlanmıştır. 2011 Haziran ayında tanıtımı yapılan bu direktifin gerekli prosedürler tamamlandıktan sonra 2012 yılı sonunda yürürlüğe girmesi ve 2013 yılı sonunda üye ülkelerde uygulanmaya başlanması planlanmaktaydı. Gerileme oranı 1990 yılına göre %22,4 oranında gerçekleşerek, AB'nin 2020 hedefi olarak %20'lik azaltım hedefinin önemli oranda üstünde oldu. EEA (Avrupa Çevre Ajansı) açıklamasında bu gerilemenin ana etkeni olarak ısınma ve elektrik üretiminde daha az kömür kullanımı olduğu belirtilirken, karayolu taşımacılığı ve konutlardan kaynaklı emisyonların ise son üç yıldır yükselmekte olduğuna da dikkat çekildi.

EEA açıklamasında enerji verimliliği uygulamalarının emisyonları düşürmekte anahtar olmaya devam edeceği bu yüzden AB'nin 2030 için belirlediği emisyonlarını 1990'a göre %40 oranında düşürme hedefi için çok daha fazla adım atılması gerektiği de vurgu yapıldı. Avrupa Çevre Ajansı, AB'nin sera gazı salınımı için 2030 yılına kadar ki hedefiinin mevcut durum ve yeni enerji verimliliği direktifi ile getirilen öneriler aşağıda listelenmiştir

MEVCUT DURUM	**DİREKTİF ÖNERİLERİ**
KAMU SEKTÖRÜNÜN ÖNCÜLÜK ETMESİ	
Kamu sektörü % 19'lik tüketimi ile AB GSYİH'sinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.	Ürün, hizmet ve binaların satın alımında yüksek enerji verimliliği performansının aranması,
Bina stoğu içerisinde kamu binalarının payı %12'dir.	250m²'nin üzerindeki kamu binalarında yıllık % 3 yenileme hedefi,
Kamu binalarını da içeren mevcut bina stoğunun ortalama enerji performansı düşüktür.	Yerel enerji verimliliği planları ve enerji yönetim sistemlerinin uygulanması,

Uygun yenileme ile % 60'a kadar enerji tasarrufu sağlanabilir.	Enerji Performans Sözleşmesinin daha sistematik kullanımı.
MAKSİMUM FAYDA İÇİN TÜKETİCİLERİN İHTİYACINA UYGUN ENERJİ HİZMETLERİ VE BİLGİLENDİRMENİN SAĞLANMASI	
Konut ve hizmet sektörlerinde önemli ölçüde el atılmamış tasarruf potansiyeli var.	Tesisler için ulusal enerji verimliliği yükümlülüğü programları,
Enerji verimliliği hizmetlerinde pazar artış hızının düşüklüğü.	Mevcut enerji maliyetlerinin kapsamlı hesabı/beyanını sağlayan faturayla / poliçeyle birlikte uygun bilgi,
EV'nin faydaları hakkında gereken bilgiye erişim ve farkındalık eksikliği.	Faturalama sıklığının ve doğruluğunun arttırılması,
Teknolojik gelişmeler (akıllı sayaç/şebeke) konut sakinlerinin çıkarları için yeterince kullanılmıyor.	Enerji tüketiminin kapsamlı ve zamana göre izlenebilmesini sağlayacak enerji sayaçları zorunluluğu,
ENERJİ ÜRETİMİ VE DAĞITIMINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ	
Dağınık mevzuat ve destekler nedeniyle kaynak israfı.	10 yıllık ulusal ısıtma ve soğutma planı ile yatırımlar için şeffaflık, öngörülebilirlik, politikalarda uyumlaştırma,
Kojenerasyon sistemi, aynı miktarda ısı ve elektrik için % 30 daha az yakıt tüketmektedir, ancak AB'de kullanım oranı düşük.	Mevcut ve yeni endüstriyel tesisler için kojenerasyon ile atık ısı geri kazanım yükümlülüğü,

En Uygun Teknolojiler (best available technologies) yeni yatırımlarda düzenli olarak kullanılmıyor.	Tüketicilerin enerji tasarruflarını ve tüketimlerini kontrol etmelerini sağlayacak hizmetlerin sunumunu teşvik etmek üzere tarifelerin düzenlenmesi,
	Verimlilik düzeyini izlemek amacıyla üretim tesislerinin yıllık izlenmesi.
SANAYİDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İYİLEŞTİRİLMESİNDEN KAYNAKLANAN YARARLAR **KONUSUNDA FARKINDALIĞIN ARTIRILMASI**	
Toplam nihai enerji tüketimi içinde, sanayinin enerji tüketimi önemli yer tutmaktadır.	Enerji etütlerinin yaygınlaştırılması için üye devletlerin KOBİ'lere yönelik teşvikler oluşturması,
Önemli ölçüde ilerleme sağlanmış, ancak ciddi bir potansiyel mevcut.	KOBİ'lerde "en iyi uygulamaların" yaygınlaştırılması için enerji yönetim sistemlerinin faydalarına dönük tanıtımlar yapılması,
EV teknolojileri ve "EV için en iyi uygulamalar" hazır.	Büyük şirketler için etüt zorunluluğu ile etüt sonucu önerilen tedbirlerin ve Enerji Yönetim Sistemlerinin uygulanması için teşvikler.

Yukarıda özetlenen yeni enerji verimliliği direktifi, AB ülkelerinin 3 temel enerji stratejisi ile birlikte ele alındığında;

1. Sürdürülebilirlik alanında

   CO_2 salınımının azaltılması,

   Çevre tahribatının sınırlandırılması.

2. Arz güvenliği alanında

   Enerjide ticaret dengesinin değişimi

   Enerji altyapısı yatırımlarının azalması, AB'nin enerji bağımlılığının azalması.

3. Rekabet edilebilirlik alanında

   2020'ye kadar 2 milyon yeni iş yaratılması,

AB'nin enerji faturasının 2020 yılında, yıllık 200 milyar € azalması,

AB'nin küresel liderliği için AR-GE ve pazarların ivmelenmesi gibi faydalar beklenmektedir (EC, 2016)

4.2.3. Türkiye'de Enerji Verimliliği Uygulamaları

1970 yılından itibaren Türkiye'de de enerji krizinin ortaya çıkmasıyla çeşitli yönetmeliklerle enerji tasarrufuna dair çalışmalar yapılmıştır. Öncesinde enerji sektörü, dönemler itibariyle farklı uygulamalara tabii tutulmuştur. Bu dönemler; 1923 ile 1930 dönemi liberal görüşle özel sermaye, kamu sermayesi ve yabancı sermaye işletmeciliğinin uygulandığı, 1930 ile 1950 döneminde ılımlı devletçi görüşle kamu sermayesi ve çok özel sermaye işletmeciliği, 1950 ile 1960 dönemi enerjide kamu sermayesinin ağırlığının olduğu, 1960 ile 1980 arasında ise, sektör işletmeciliği ağırlıklı biçimde kamu sermayesinin elinde olmakla birlikte, özel sermaye ve yabancı sermayenin yan yana bulunmasıdır. 1980 sonrası sermaye yapısında kamu, özel yabancı sermaye varlığı korunurken; liberal görüşle anayasa planlı bir ekonomiyle özelleştirmeyi hedefleyen bir politika izlemeye başlamıştır (Ültanır, 1997: 15).

Özellikle son 20-25 yılda yapılan yeni yatırımlar, ithal kaynaklar ve fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Bu durum da hem dışa bağımlılık, hem de sera gazlarının salınımını arttırmıştır. Halbuki üretim ve kullanımından doğan kayıpların azaltılması ile kısa dönemde oluşacak ek talebin büyük bir kısmı karşılanabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları, her ne kadar temiz bir enerji olsa da, büyük ölçüde ithal malzemeye dayalı olarak dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Dolayısıyla enerji açığının öncelikle yerli ve bedava enerji olan enerji verimliliği ile karşılanması önem kazanmaktadır.

Ülkemizde enerji verimliliği konusundaki önemli gelişmeler aşağıdaki gibidir.

Türkiye'de Enerji Verimliliği Süreci	
Nisan 2004	Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi
Mayıs 2007	Enerji Verimliliği Kanunu

2008	ENVER Yılı
Şubat 2008	Enerji Verimliliği Yılı Hakkında Başbakanlık Genelgesi
Nisan 2008	Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaşılmasına İlişkin Yönetmelik
Haziran 2008	Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik
Ağustos 2008	Kamuda Akkor Flamanlı Lambaların Değiştirilmesi Hakkında Başbakanlık Genelgesi
Ekim 2008	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik
Aralık 2008	Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
Temmuz 2009	Enerji Verimliliği Danışmanlık (EVD) firmalarının yetkilendirilmesine başlandı.
Aralık 2010	EVD firmalarının yetkilendirilmesi ve destek başvuruları 2011 sonuna kadar durduruldu.
Ocak 2011	Binalarda Enerji Kimlik Belgesi uygulaması başladı
Şubat 2011	Enerji Verimliliği Strateji Belgesi taslağı EVKK'de onaylandı
Ekim 2011	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik değişti
Kasım 2011	Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü kapatıldı.

Enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar sonucunda, bina sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaşım sektöründe %15 olmak üzere 4 Keban Barajı'na eşdeğer yaklaşık 7,5 milyar TL değerinde enerji tasarruf potansiyelimiz olduğu tespit edilmiştir (EİE, 2015: 56).

Ekonomik büyüme ve kalkınma sürecinde olan Türkiye'de kalkınma planlarında yüksek bir büyüme hızına ulaşılması, bu hızın korunması ve sürdürülmesi hedeflenirken, en büyük önem verimlilik üzerinde yoğunlaşmıştır. Ekonomik büyümenin sürdürülmesi için hem üretim faktörlerine hem de faktör verimliliklerine sürekli artan bir nitelik kazandırmak gerekmektedir. Türkiye İktisat Kongresi "Bilim ve Teknoloji Politikaları Çalışma Grubu" raporunda 2016 sürdürülebilir kalkınma başlığı altında Türkiye'nin enerji ile ilgili hedefleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Gereksinim duyduğumuz enerjinin güvenli, ekonomik, verimli ve çevreye duyarlı teknolojiler ile üretilmesi ve kullanılması,
Avrasya enerji koridoru tasarımını gerçekleştirmek suretiyle enerji temin güvenliğinin arttırılması,
Enerji güvenliği açısından dışa bağımlılığın kabul edilebilir düzeylerde tutulabilmesi amacıyla; arama, çıkarma ve kullanım açısından yerli kaynaklara öncelik tanınması,
Enerji temin güvenliğini arttırmaya ilave olarak, ithalat faturasını da rahatça karşılayabilmek amacıyla, yurtdışındaki arama ve üretim faaliyetleri ile bütünleşerek ve uluslararası pazarlarda yarışabilecek enerji piyasalarında etkin rol alması,
Artması kaçınılmaz görünen enerji ithalatında, ithal bileşenlerin birbirlerinin yerini alabilen kaynaklar ve coğrafyalar arasında ekonomik açıdan mümkün olabildiğince
dağıtılması suretiyle, başta doğalgaz olmak üzere, temin güvenliği risklerinin kabul edilebilir düzeyde tutulması,
Jeopolitik sorunlar, enerji fiyatlarının aşırı derecede yükselmesi, doğal afetler ve çevresel konuları dikkate alarak enerji senaryoları oluşturulması ve bu olası sorunlara yönelik eylem planlarının hazırlanması.

WWF Türkiye, Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliği 2016 yılındaki verilerine göre, Türkiye'de kişi başına 2200 kW/h düzeyindeki elektrik tüketiminin 2020 yılına kadar AB'deki 6.500 kilowatt/saat düzeyine çıkması için, her yıl 4 milyar dolarlık enerji yatırımının yapılması gerekmektedir. Ayrıca Türkiye gelişimini sağlamak için her yıl artan oranda enerji gereksinimi olan enerjisinin yaklaşık %73'ünü ithal eden ülke görünümündedir. 2020 için yapılan projeksiyonlara göre, ihtiyaç duyulacak 222 MTEP'lik birincil enerji talebini en az %15 azaltabilecek potansiyelin mevcut olduğu görülmüştür. Bu potansiyel 2025 fiyatlarıyla yaklaşık 16,5 milyar TL'lik bir tasarrufa eşdeğerdir.

EÜAŞ ülkemizde kömür santralleri kurulu gücünün %92'sini işletmektedir. Bu santrallerin yaşlanma sonucunda, verimliliklerini yeniden yükseltmeye yönelik olarak iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. EÜAŞ kapsamında bu çalışmalar yalnız kömür santrallerinden elde edilmesi hedeflenen üretim artışı 11,4 milyar kW/h'tir. Rehabilitasyonlar sonucunda santrallerde gerçekleşmesi beklenen üretim artışı aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 37. Rehabilitasyon sonrası EÜAŞ kömür santrallerinde hedeflenen kazanımlar

Santral	**Kurulu Güç (MW)**	**Hedeflenen Üretim Artışı (milyon kWh)**
Afşin Elbistan A	1.355	4.856
Çatalağzı	300	201
Kangal	457	810
Orhaneli	210	321
Seyitömer	600	815
Tunçbilek	365	1.083
Soma B	990	2.756
Yeniköy	420	529
Toplam	**4.697**	**11.371**

Kaynak: "Başaran, Termik Santrallerde Verimlilik Çalışmaları…", 2011

Günümüzde hidrolik santral verimlerinde %94'e ulaşılıp inşa edilenler haricindeki hidrolik santral verimleri %80'e kadar düşebilmektedir. EÜAŞ hidrolik santrallerinin rehabilitasyonu amacıyla sürdürülen çalışmalarda ülkemizdeki belirli yaşın üzerindeki hidrolik santrallerin rehabilitasyonuyla yılda 615 milron kW/h kazanım elde edilebilmektedir. Özellikle sanayide KOBİ'lerde önemli ölçüde enerji verimliliği potansiyeli olduğu görülmektedir. Bu sektörlerde sağlanacak verimlilik artışı, yerli firmaların rekabet şansını arttırarak istihdama da katkı sağlayacaktır. Türkiye'nin kişi başına enerji tüketimi OECD ortalamasının ¼'ü düzeyindeyken, enerji yoğunluğu OECD ortalamasının üzerindedir. Bunun sebeplerinden birisi; yeni yatırımlar içinde enerji yatırımları oranının yüksek olmasına karşın, teknoloji seçiminde enerjiyi verimli hale getirecek sistemlerin arınması için çaba harcanmamasıdır.

1935 yılında kurulmuş olan EİE, 2 Kasım 2011 tarihinde 662 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kapatılana kadar, Enerji Verimliliği Yasası'nın kurgusunda, ülkemizdeki enerji kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yürütmüştür. Ülkemizde Keban, Karakaya, Oymapınar ve Atatürk gibi hidroelektrik santrallerin %80'inin projelendirilmesinde mühendislik hizmeti sunmuştur. Ayrıca yenilenebilir enerji potansiyeli ve teknolojileri konularında çalışmalar yapmıştır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından onaylanan verimlilik arttırıcı uygulama projeleri, bedellerinin %20'sine varan oranda destek verilmektedir. 21.12.2011 tarihi itibariyle Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP) desteği kapsamında 25 endüstriyel işletmeye ait 32 proje uygulanmaktadır. Enerji Verimli Cihazların Piyasaya Dönüşümü Projesi de enerji verimliliği konusunda kamu kurumları tarafından yürütülmekte olan projelerden biridir. Proje EİE Genel Müdürlüğü, Türkiye Beyaz Eşya Sanayicileri Derneği, Sanayi Genel Müdürlüğü, Arçelik ve UNDP'nin ortaklığıyla yürütülmektedir. Projenin amacı başlangıç raporunda "daha az enerji tüketen elektrikli ev aletlerinin piyasa dönüşümünü hızlandırarak, Türkiye'de konutlardaki elektrik enerjisi tüketimini ve buna karşılık gelen oranda sera gazı emisyonlarını azaltmak" şeklinde yer almaktadır. Projede öncelikli ürün grupları çamaşır makinaları, buzdolapları, bulaşık makinaları, derin dondurucular, klimalar ve fırınlardır. AB düzenlemeleri ile eko tasarım ve enerji etiketleme mevzuatının, ürünlerin ve enerji etiketlerinin uygunluk denetimi, tüketicilerin bilinçlendirilmesi konusunda çalışmalar proje kapsamında sürmektedir (Arçelik, 2015).

4.2.3.1. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi Ocak 2010'da ilan edilip, belgenin taslağı görüşe açılmıştır. 2011 yılında kamu kurumlarındaki yeniden yapılanmanın da etkisiyle strateji belgesi taslağının Yüksek Planlama Kurulu tarafından onaylanması gecikmişti.

Tablo 38. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi Taslak Amaçları

SA-01: Sanayi ve hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunu ve enerji kayıplarını azaltmak,
SA-02: Binaların enerji talepleri ile karbon emisyonlarını azaltmak,
SA-03: Enerji verimli ürünlerin piyasaya dönüşümünü sağlamak,
SA-04: Elektrik üretim, iletim ve dağıtımında verimliliği arttırmak,
SA-05: Motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketimini azaltmak, kara, deniz ve demir yollarında toplu taşıma payını arttırmak,
SA-06: Kamu kesiminde enerjiyi etkin ve verimli kullanmak,
SA-07: Kurumsal yapıları, kapasiteleri ve işbirliklerini güçlendirmek, ileri teknoloji kullanımını ve bilinçlendirme etkinliklerini arttırmak, kamu dışında finansman ortamları oluşturmak.

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2015-2019 Stratejik Planı, Kasım 2017

Taslakta, 2023 yılında Türkiye'nin GSYİH başına tüketilen enerji miktarının 2011 yılına göre en az %20 azaltılması hedeflenmiştir. Stratejik belgesi, bu konuda atılmış olumlu bir adım olarak değerlendirilmektedir. Enerji Verimliliği Kanunu'nun yayımlanmasından önce ruhsat almış konutlarda ısı yalıtımının ve verimli ısıtma ile soğutma sistemlerinin özendirilmesi konulu SA-02/SH-01/E-01 eylemlerinin uygulanması sırasında bina sahiplerinin ve tüketicilerin piyasanın kar tercihlerine terk edilmesini önleyecek önlemlerin, mevzuatta tanımlanması gerekmektedir. AKP hükümetinin "2010-2023 Enerji Verimliliği Strateji Belgesi" ni EVKK'de yer alan ve diğer

ilgili kurumların değerlendirmesine açması üzerine; TMMOB görüşü olarak “enerji verimliliğinin özelleştirme ile ilişkilendirilmesinin yasanın ruhuna aykırı olduğu ve gerçek anlamda verimliliğin enerjinin, özellikle de elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtımının tek elden ve kamu tarafıdan yapılması ile mümkün olabileceği” bildirilmiştir.

SONUÇ

Ülkeler gelişimlerini güvenli bir şekilde devam ettirebilmek için, sahip olduğu fosil kökenli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını, etkin ve verimli bir şekilde kullanmalıdırlar. Günümüzde ekonomik kalkınmanın sürdürülebilmesinde toplumsal refah seviyesinin arttırılmasında ve küresel rekabet içerisinde sanayi ve diğer ticari faaliyetlerin sağlıklı bir biçimde yürütülebilmesi önemlidir. Dünya’nın hızla artan nüfusu ile birlikte yaşam standartları seviyesinin yükselmesi, enerjiye olan talebi de paralel olarak arttırmaktadır. Diğer taraftan konvansiyonel enerji kaynaklarının tabiatta rezervlerle sınırlı oluşu, insanlığı yeni enerji türlerinin keşfine ve yeni teknolojik gelişmelere doğru yönlendirmektedir. Enerji, gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi ve uluslararası alanda güç teşkil edebilmenin vazgeçilmez unsurlarından biridir. Bu yüzden ülke politikalarının belirlenmesi için de önemli rol oynar.

Tüketim ve sürdürülebilir tüketim davranışı yaklaşımı, bulaşık yıkamada daha az zararlı deterjanların kullanılması yerine, deterjanın kullanılmadığı gibi radikal çözümlerin bulunmasına odaklıdır. Bu özelliğiyle de diğer çevreci tüketim davranışlarından ayrılmaktadır. Sürdürülebilir tüketim denildiğinde, doğal kaynak tüketiminde tasarruf yapıcı davranışları düşünürüz. Örneğin; petrol tüketiminde tasarruf yapmaya yönelik davranışlar arasında, kısa mesafeli yolculukları kendi özel arabasıyla yapmak yerine, yürüme ya da toplu taşıma araçlarını kullanma, uzun seyahatlerde özel araç ya da uçak yerine trenlerin tercih edilmesi ve araç kiralanması gerektiği belirtilmiştir. Burada insanların dolaylı kaynak kullanımı gözden kaçırılmıştır. Halbuki en az doğrudan kaynak kullanımı kadar önemlidir. Örneğin, toplu taşıma araçlarını tercih etmek yerine kendi arabasıyla kısa mesafeli yolculuklar yapan bir birey petrol kaynaklarını tüketmenin yanı sıra dolaylı olarak su kaynaklarını da tüketmektedir. Çünkü bir litre benzinin üretilmesi için 18 litre su harcanmaktadır. Bir başka örnek de, araba satın almak yerine araç kiralama şirketlerinden araç kiralama hizmetinin satın alınmasıdır. Satın almasız bir başka çözüm de gereksinim duyulan ürünlerin belli bir topluluk tarafından paylaşılmasıdır. Bunun dışında; reklamlarda “eskiyi getirin yeniyi götürün” sloganıyla

insanların kullandıkları ürünleri yenilemeye davet edilmektedir. Burada bireyin kullandığı ürünü onarıp kullanmaya devam etmesi de sürdürülebilir tüketimin diğer bir boyutudur. Böyle bir davranışın topluma yaygınlaşması, işletmelerin ürettikleri ürün miktarını etkileyecek, bu da işletmelerin kullandıkları her türlü kaynağın (hammadde, su, enerji vb.) azalmasıyla sonuçlanacaktır. Sonuç olarak, sürdürülebilir geçmişteki yaşantılarımıza geri dönmeyi önermektedir. Bundan 30-40 yıl önce, giysilerimizdeki lekeler dakikalarca ovalanırdı. Fakat günümüzde lekeyi kolayca çıkaran kimyasal içerikli temizleyiciler mevcuttur. Bu temizleyiciler geçmişte yaygın değildi. Bu nedenle endüstriyel ürün tüketimine odaklı mütevazi bir yaşam sürmeleri, günümüze göre olumsuz ekolojik etkileri oldukça az olan bir yaşam biçimidir. Geçmişle günümüz arasındaki tek fark, geçmişte zorunluluk olarak seçilen yaşam biçiminin, günümüzde isteğe bağlı olarak tercih edilmesidir.

Türkiye, gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan ve hızlı bir büyüme evresini yakalayarak, demografik ve sanayi alanındaki özelliklerine paralel olarak enerji tüketim ihtiyacını da arttırmıştır. 1980'li yıllardan itibaren çok sayıda yasal düzenleme, finansman ve yapım modellerini gündemine getirmiş ve serbest piyasa ekonomisine geçiş ile enerji sektörünü özelleştirerek rekabete açılmasını kapsayan yeniden yapılanma süreci çalışmalarını başlatmıştır. Türkiye'nin sahip olduğu birincil enerji kaynaklarının büyük bir kısmını oluşturan petrol ve doğalgazın sınırlı olması, ihtiyaç duyulan miktarın yurt dışından ithal edilmesine yol açmaktadır. Bugün için yaklaşık %75 olan enerjide dışa bağımlılığın, 2020 yılına kadar artan talebe paralel olarak yükselecektir. Ekonomik büyümenin sağlıklı bir biçimde sürdürülebilmesi mevcut enerji kaynaklarının verimli şekilde kullanılmasına ve mümkün olduğunca kaynak çeşitliliğine gidilerek enerji güvenliğinin sağlanmasına bağlıdır. Türkiye'nin yerli kömür kaynakları elektrik enerjisi üretiminde değerlendirilmesine rağmen, verimli rezervlerin sayısının az olması ve sebep olduğu çevresel kirlilik nedeniyle son yıllarda doğalgaza doğru bir yönelme görülmektedir. Bununla birlikte Mart 1994'te yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Aralık 1997'de kabul edilen Kyoto Protokolü yükümlülükleri gereği Türkiye, çevresel tahribatın önlenebilmesi kapsamında temiz yakma teknolojilerine ağırlık vermiş ve küresel ölçekte önemli bir ticaret hacmi oluşturan karbon piyasasında pay alma politikalarını benimsemiştir. 1960'lardan günümüze kadar geçen 50 senelik süreçte Türkiye yerli radyoaktif hammaddeye sahip bir ülke konumundadır. Teknolojik, finansal, çevresel ve politik nedenlerden dolayı hedeflediği nükleer enerjiyi hayata geçirememiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları yönünden ise

dünya ortalamasının üzerinde bir potansiyeli coğrafyasında bulunduran Türkiye bu fırsatı en iyi şekilde değerlendirmeyi amaç edinmektedir.

Enerji arzının çeşitlenmesine katkı sağlayan yenilenebilir kaynaklar, aynı zamanda enerji ithalatına olan hayati bağımlılığın büyük ölçüde azalmasına, ülke ekonomisinin, petrol gibi stratejik yakıtların uluslararası piyasalarda maruz kaldığı fiyat dalgalanmalarından daha az etkilenmesinde ve politik istikrarsızlıkların sebep olduğu kısıtlamalardan korunmasında önemli rol üstlenmektedir. Türkiye, dünya enerji sektöründe de yeniden yapılanma sürecine girmiş bulunmaktadır. Konvansiyonel kaynakları meydana getiren fosil yakıtlardan yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına doğru uzanan değişim trendi, her geçen gün daha popüler hale gelmektedir. Türkiye de, vakit kaybetmeden bu değişim sürecinin bir parçası olma yolunda emin adımlar atmak zorundadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin üretilmesinde kullanılan malzemelerin fiyatlarının düşük tutulması, bu ürünlerden alınan vergi oranlarının düşürülmesi gerekmektedir. Kyoto Protokolü gereği karbon emisyonlarının düşürülmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji üreticilerine bu konuda teşvikler verilebilir. Ayrıca yatırımcıların karbon emisyonu satışı yapabilmeleri için karbon piyasası oluşturulması ve ek gelir sağlamaları açısından faydalı olacaktır.

Türkiye, yenilenebilir enerji türleri bakımından zengin bir ülke olup, mevcut ekonomik ve teknolojik dinamikler göz önünde bulundurulduğunda, yatırım yapabilmesi için en uygun sektör rüzgar enerjisidir. Türkiye'nin ekonomik açıdan üretebilmesi mümkün 10.000 MW'lık rüzgar potansiyeli, enerji talebinin önemli ölçüde karşılanabilmesi için yeterlidir. Finansal açıdan bakıldığında ise; karbon ticareti kapsamında rüzgar enerjisi sektörüne yatırım yapan Türk girişimciler, yüksek karbon üretimi yapan ülke ve özel firmalardan karbon finansmanı kredisi sağlayabilmektedir. Bu kredi, rüzgar enerjisi yatırımlarının finansmanını kolaylaştırdığı gibi sektörün daha cazip hale gelmesinde de etkili olmaktadırlar.

Rüzgar türbinlerinin maliyetleri son 15 yılda, yerli girdi kullanımı ve yerli mühendislik hizmetlerinin de etkisiyle yarı yarıya düşerek, üretim santrallerinin, faaliyete geçirilmesinde, harcanan maliyetleri 5 ile 7 sene gibi kısa bir sürede amorti ediyor olacaktır. Ayrıca özel kesim enerji yatırımcılarının üretmiş olduğu elektrik için, devletin vermiş olduğu alım garantisi de, rüzgar enerjisi sektörünü genişleten diğer etkenler arasında yer almaktadır. Mevcut güncel gelişmeler analiz edildiğinde rüzgar enerjisi sektörünün, Türkiye'nin iktisadi gelişimi üzerindeki olumlu etkisi büyüktür. Sektörün

gelişim sürecinde güçlü temellere oturtulabilmesi ve sağlıklı politikaların oluşturulabilmesi için çözülmesi gereken sorunlar;

- Türkiye enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve arz güvenliğinin sağlanmasında, coğrafyasında bulunan ve yüksek potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynaklarını da değerlendirmelidir.
- Türkiye'de siyasi hareketliliğin aktif olması, enerji ile ilgili projelerin ve hedeflerin sürekli değişmesi, sektördeki gelişmelerin sağlıklı ve hızlı bir biçimde ilerlemesine engel olmaktadır. Bu yüzden enerji programlarının süreklilik arz etmesi sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji yatırımcılarına devlet bankaları ve özel bankacılık kesimi tarafından sağlanan kredi finasmanı kapsamında uygulanan faizler düşürülerek yatırımlar daha cazip hale getirilmelidir.
- Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları konusunda kamuoyu bilinçlendirmesi adına çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir.
- Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması için daha fazla teşvik verilmelidir. Yatırımcılara sağlanan sübvansiyonlar, vergi idaresi ve vergi muafiyeti gibi cazip teşvikler genişletilmelidir.
- Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları için öngörülen projeler hukuki zemin eksikliğinden dolayı sıkıntılar yaşanmaktadır. Mevcut yasalar ve hukuki düzenlenmeler en kısa zamanda tamamlanarak sistemdeki tıkanmaların önüne geçilmelidir.
- Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma konusunda gerekli ekipman ve donanımları yerli teknoloji ile üretilebilme imkanına sahip olduğu halde, dış kaynaklardan ithal etme yoluna gidilmektedir. Bu durum döviz kaybına sebep olduğu gibi yerel teknolojinin ve endüstrinin gelişmini de olumsuz bir şekilde etkilemektedir.
- Türkiye, Kyoto Protokolü sürecinde çevresel taahhütlerin yerine getirilmesi ve Karbon Ticareti piyasasından ekonomik kazanç sağlamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin bir biçimde değerlendirmelidir.

KAYNAKÇA

Aburas, R.A., (2011), Economic aspects of solar technologies for power generation. (International Conferance on Renewable Energy Clean Power, Conferance Publication No:385, s.134).

Akkın, K., ve Atman, S. (2006), Küresel petrol stratejilerinin jeopolitik açıdan dünya ve Türkiye üzerindeki etkileri. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları, (s. 48-64-65-69).

Alemdaroğlu, N., (2017), Enerji Sektörünün Geleceği Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar, İstanbul: İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları, (s. 13-14-109).

Atlas, M. H. ve Çelebi, E. Türkiye enerji sektörünün gelişim ve arz talep projeksiyonları, (2010), Türkiye 6. Enerji Kongresi, İzmir.

Arçelik, (2015), Enerji verimli cihazların piyasa dönüşümü projesi başlangıç raporu, İstanbul: Almanak.

Ballice, L., Yüksel, M., Sağlam, M., Hanoğlu, C., (1995), Mevcut enerji ve kimyasal hammadde)kaynakları arasında bitümlü şistlerin yeri ve önemi, Ekoloji Çevre Dergisi, Ocak-Şubat-Mart Sayı: 14, s. 9-10.

Boratav, K., (2016). Türkiye iktisat tarihi. İstanbul: İmge Yayınları, s. 12-18.

Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), (2008), Sektör Raporu, Bilkent-Ankara, s. 19.

Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), (2014), Sektör Raporu, Bilkent-Ankara, s. 21.

BP, (2009), Statistical Review of, Consumption, s. 6-18-27-33-41.

BP, (2011), Statistical Review of, Consumption, s. 25-32.

BP, (2015), Natural Gas Proved Reserves, Statistical Review of World Energy s. 22.

Cassedy, S., (2013), Prospects for Sustainable Energy, A Critical Assessment, Cambridge University Press, UK, s. 67-121.

Chiras, D., (2006), The Homeowner's Guide to Renewable Energy, New Society Publishers, Canada, s. 31-32.

Craddock, D., (2016), Reneweble Energy Made Easy, Free Energy From Solar, (Wind Hydro power and Other Alternative Energy Sources, Atlantic Publishing Group, USA, s. 144-148.

Çengel, Y., (2015), ABD'de Enerji Verimliliğinin Dünü, Bugünü, Yarını, ABD: Nevada Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi s.114.

Dağsöz, A.K., (2001), Enerji Darboğazını Atlatmak İçin Enerji Tasarrufu Önerileri, İstanbul, s. 20-21.

Demirbaş, M., Türkay, H., Türkoğlu, Musa., (2009), Petrol Fiyatlarındaki Gelişmelerin Türkiye'nin Cari Açığı Üzerine Etkisinin Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt: 14, Sayı: 3, s. 293.

Demircioğlu, C., (2003), Türkiye İçin Sürdürülebilir Enerji Çevre Politikaları, Ankara: Yüksek Lisans Tezi, s. 90.

Dickson M., and Fanelli, M., (2014), What is Geothermal Energy, Istituto di Geoscienze Georisorse, CNR, Pisa, February 2014, İtaly, s.48-51.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK), (2014), Hidrolik Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu, Hidrolik Enerji Alt Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

Ege, A., (2004), Avrupa Birliği'nde Nükleer Enerji ve Türkiye, Avrupa Birliği'nin Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, Çankaya / Ankara: Upav Yayınları. s. 34-133-134.

Energy Information Administration, (EIA), (2009), International Energy Agency, CO2 Emmissions From Fuel Combustion Highlights, Edition, s. 9.

Energy Information Administration, (EIA), (2009), Key World Energy Statistics, CO2 Emmissions From Fuel Combustion Highlights Edition, s. 11-32-44.

Energy Information Administration, (EIA), (2009), United States Department of Energy, International Energy Outlook, Coal Reserves, s. 31-46-59-78.

Energy Information Administration, (EIA), (2013), International Energy Outlook, DOE/EIA Publication, s.67.

Energy Information Administration, (EIA), (2015), United States Department of Energy, International Energy Outlook, Coal Reserves, s. 60.

EİE, (2015), Enerjini Boşa Harcama Kitapçığı, s. 56.

Energy Information Administration, (EIA), (2016), United States Department of Energy, International Energy Outlook, Coal Reserves, s. 35-51-72.

Enerji Verimliliği Raporu (2014), Ankara.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), http://www.enerji.gov.tr//index.php

Enerji Taşıyıcısı Hidrojen, Hidrojen Taşıyıcısı Sodyum Borhidrür, (2004), Teknoloji Dergisi, s.47.

Ergün, S., (2015), Türkiye Enerji Sektöründe Verimlilik Göstergeleri, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Enerji Politikaları, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınlari. s. 234-534.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, (2008), Bor Sektör Raporu, s.1-5.

ETKB Müsteşar Yrd., (2006), ETKB Gündeminde Yenilenebilir Enerji ve Hidrolik Enerji, Dünya Su Günü Konferansı, Su Vakfı, (S.3).

Evans, R.L., (2007), Fueling Our Future, An Introduction to Sustainable Energy, Cambridge University Press, UK, s.168.

Farret Felix A., and Godoy Simoes M., (2006), Integration of Alternative Sources of Energy A. John Willey and Sons Inc. Publications, USA, s. 432.

Fisher, D., and Ericson, R., (2010), The Solar System, Salem Press, USA, s. 763.

Gleason, C., (2008), Geotherm Energy Using Earth's Furnace, Crabtree Publishing Company, Canada, s. 33.

Ger, M., (2014), Neden Hidrolik Enerji, İstanbul: Cumhuriyet Gazetesi Enerji Dergisi, Sayı 12, s. 10.

Gipe, P., (2009), Wind Energy Basics, A Guide to Small and Micro Wind Systems, (Chesea Green Publishing Company, USA, s. 43-61)

Grimston, M., (2017), Nuclear Energy, Great Britain: The New Energy Paradigm and Oxford Review of Economic Policy and Oxford University Press, s. 182.

Helm, D., (2011), The New Energy Paradigm, Great Britain: Oxford Review of Economic Policy and Oxford University Pres, , s. 413

Hidrojen Enerjisi Teknolojileri, (2016), Ankara, s.25

http://www.alternaturk.org/ruzgar_yer.php adresinden alındı.

http://bianet.org/bianet/cevre-ekoloji/54452-kyoto-protokolu adresinden alındı.

https://enerjienstitusu.org/2017/02/15/dunya-ruzgar-enerjisini-en-cok-kullananulke/ adresinden alındı.

http://ekolojist.net/turkiyede-hidrojen-enerjisi-kullanimi-potansiyel-degeri/ adresinden alındı.

http://www.alternaturk.org/turkiye-guneş-enerji.php adresinden alındı.

http://www.eie.gov.tr adresinden alındı.

http://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-dogalgaz-rezervi.html adresinden alındı.

http://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-petrol-rezervi.html adresinden alındı.

http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/AramaSonuclari?k=2016%20kömür%20verileri adresinden alındı.

http://www.enerjigunlugu.net/icerik/16333/enerjide-turkiyenin-swot-profili.html adresinden alındı.

http://www.tesisat.org/yenilenebilir-enerji-kaynaklarının-avantajdezavantajları.html adresinden alındı.

http://www.usemb-ankara.org.tr/USA_Economy_Brief/final/page11.html adresinden alındı.

http://www.yildiz.edu.tr/YenilenebilirEnerjiler.pdf adresinden alındı.

http://www.site.mynet.com/nukleerguc/nukleerenerji/id5.htm adresinden alındı.

https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive. adresinden alındı.

Integration of Alternative Sources of Energy, (2016), s.434

International Energy Agency, (IEA), and OECD,(2009), Cities Town and Renewable Energy, 2009, s. 71.

International Energy Agency (IEA), (2013), How The Energy Sector Can Deliver On A Climate Agreement In Copenhagen, s. 17-32.

International Energy Outlook (EIA) (2016).

İnan, S., (2006), Rüzgar Enerjisi, Ankara: Temiz Enerji Vakfı (TEV) Yayını, s.16.

İskender, S., (2016), Türkiye'de Enerji ve Geleceğe Yönelik Planlar, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK), İstanbul: Türkiye Onuncu Enerji Kongresi, s.132-135.

İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları, (2007), Enerji Sektörünün Geleceği Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar, İstanbul: s. 45-49-50.

İstanbul Ticaret Odası İTO, (2016), Küresel Petrol Stratejilerinin Jeopolitik Açıdan Türkiye ve Dünya Üzerindeki Etkileri, s. 70.

İTÜ, (2017), Türkiye'de Enerji ve Geleceği, İTÜ Görüşü, İstanbul: İTÜ Yayınları, s.165.

Jones, V., (2008), The Green Collar Economy, Harper Collins Publishers, USA, s. 86

Kakaç, S., (2016), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Bugünü ve Yarını, TÜBA-Günce Dergisi, Sayı 34, s. 4.

Liptak, B., (2009), Post Oil Energy Technology, The World's First Solar Hydrogen Demonstration Power Plant, CRC Press USA, s. 119.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Web Sitesi,

http://www.mta.gov.tr/v.1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=radyoaktif_hammadde

İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları (2008), Mikro Enerji Santralleri, İstanbul, s.282

McVeigh, J.C., (1984), Energy Around The World, An Introduction to Energy Studies Global Resources, Needs, Utilization, Pergamon Press, UK, s. 118.

Ogueke, N.V., Anyanwu, E.E., and Ekechukwu, O.A., (2013), A Review of Solar Water Heating System Journal of Renewable and Sustainable Energy, American Institute of Physics, s.20.

Önal, G., (2016), Enerjide Öz Kaynakların Kullanımı ve Önemi, Stratejik Araştırmalar Dergisi, Ankara: Genelkurmay Askeri Tarih ve Stratejik Etüt Başkanlığı Yayınları, Genelkurmay Basım Evi, s. 43.

Perihan Özbakır, (2016), Enerji Yönetimi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 11-13.

PETROTURK, Kolbay, A., Türkiye'nin En Büyük 22 Enerji Şirketi, http://www.petroturk.com

Rajeshwar, K., McConnell, and R., Licht E.S., (2008), Solar Hydrogen Generation, Toward a Renewable Energy Future, (Springer Science and Business Media, LLC., USA, s. 4)

Saatçioğlu C., ve Küçükaksoy, İ., (2016), Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu ve Önemli Enerji Taşıma Projelerinin Ekonomiye Etkisi, Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, http://www.sbe.dpu.edu.tr/11/19-41.pdf.

Sancar, S. (1992), Avrupa Topluluğunda Enerji Arzı Çevre Dengesinin Optimizasyonu ve Türkiye'deki Uygulanabilirliği, Ankara: DPT.

Satman, A., (2006), Dünyada Enerji Kaynakları, Türkiye'de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu, İstanbul: s. 55.

Schlager N., and Weisblatt E., (2006), Altenative Energy Volume Three, Library of Congress Catalogingin Publication Data, s.317-333.

Şahin, M., (2015), Hidrojen Enerjisi, s. 12.

Şimşek, Ş., (2001), Yer İçi Isısından Yararlanma – Jeotermal Enerji, Ankara: Temiz Enerji Vakfı (TEV) Yayını, s. 11.

Tabak J., (2009), Natural Gas and Hydrogen, Energy and the Environment, Facts on File Inc. An Imprint of Infobase Publishing, USA, s. 144.

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), (2016), Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu: Kömür Çalışma Grubu Raporu, Ankara: Yayın No: DPT.2440-ÖİK.496.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETBK), (2010-2014), Stratejik Planı, s. 12.

TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Elektrik İşleri Etüt İşleri Genel Müdürlüğü (EİE), (2009-2013), Stratejik Planı, s. 17-30.

Türkiye Makine Mühendisleri Odası Birliği (TMMOB), (2016), Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri, I. Enerji Sempozyumu, Ankara, s.58.

T.C. Resmi Gazete, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü Yayını, (2005), Sayı: 25819.

Temurçin, K., ve Aliağaoğlu, A., (2003), Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği, Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafi Bilimler Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 2, s. 32-33.

TMMOB, (2016), Türkiye'de ve Dünyada Enerji Verimliliği Oda Raporu, Ankara Yayını, s.11.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, (TMMOB), (2015), 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya, Kongre kitabı.

Türkasya Stratejik Araştırmalar Merkezi (TASAM), (2005), Avrupa Birliği ve Enerji Güvenliği: Siyaset Ekonomi ve Çevre, Stratejik Rapor No:13, İstanbul, s. 21.

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü, (TKİ), (2009), Kömür Sektör Raporu (Linyit), Ankara, s. 13.

Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü (TTK), (2009), Taş Kömürü Sektör Raporu, Ankara, s. 22.

Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri, (2006), Türkiye'de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu, İstanbul, s.141.

Türkiye'de Temiz Tükenmez Enerjiler, (2006), Ankara: Sinemis Yayıncılık, s.1417.

TÜBİTAK Yayını, (2003), Türkiye'nin 2023 Enerji Vizyonu, Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli, Enerji Teknolojileri Öngörü Raporu, s.434-436.

TMMOB-İnşaat Mühendisleri Odası (İMO), (2006), Türkiye'nin Baraj Politikası ve Önemli Doğa Alanları Doğa Derneği Kurumsal Görüşü, Ankara: Su Politikaları Kongresi, s.262.

Türkiye Çevre Vakfı (TÇV) Yayını, (2014), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara, s. 32-40-41-63-86-94-129-149-184.

Ural, E., (2014), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı (TÇV) Yayını, s.35-53-102-112-104-179-180-187.

US Department of Energy PBA, (2008), "Energy Intensity Indicatorsin the US", (14.05.2008)

Ültanır, M.Ö., (1997), Türkiye'nin Enerji Politikaları Paneline Başlarken, Çevre Enerji Kongresi Antalya Sempozyumu Türkiye'nin Enerji Politikaları Paneli, Ankara: Makine Mühendisleri Odası Yayını, Yayın No 191, s. 15.

Ünaldı, Ü.E., (2013), Enerji Ormancılığı (Yeşil Kömür) ve Türkiye, Elazığ: Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 2, s.56.

Yerebakan, M., (2011), Mikro Enerji Santralleri, İstanbul: İstanbul Ticaret Odası (İTO) Yayınları, s. 23-27-175-282-353.

Yapıcı K., ve Özdemir S., (2007), İklim Değişikliği ve Enerji, İklim Değişikliğine Yenilenebilir Enerji Çözümü, Cilt 3, s. 9.

Yılmaz, G., (2009), Suyun Metalaşması, İstanbul: Sosyal Araştırmalar Vakfı (SAV) Yayını, s. 278.

World Energy Council (WEC), (2012), European Climate Change Policy Beyond, s. 15.