

**T.C.  
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ  
POLİTİKALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**

**ÇETİN ADIYAMAN**

**2012-NİĞDE**

**T.C.  
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
KAMU YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ  
POLİTİKALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
ÇETİN ADIYAMAN**

**DANIŞMAN  
DOÇ.DR. SELİM KILIÇ**

**2012-NİĞDE**

## ONAY SAYFASI

**Doç. Dr. SELİM KILIÇ** danışmanlığında **ÇETİN ADIYAMAN** tarafından hazırlanan "**Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları**" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Kamu Yönetimi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

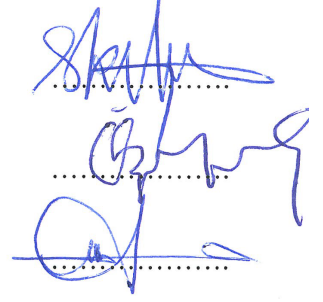
Tarih:

### JÜRİ :

Danışman : Doç. Dr. Selim Kılıç

Üye : Doç. Dr. Mehmet ÖZEL

Üye : Doç. Dr. Fatih YÜCEL



### ONAY :

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..... Tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Mehmet ÖZEL  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Hayatımızı kolaylaştıran birçok aletin çalışmasını, makinelerin hareket etmesini sağlayan güç enerjidir. Kullanırken hiç farkında olmadığımız, çok kolay ve hızlı bir şekilde tükettiğimiz enerjinin üretimi, oldukça güç ve birçok aşama gerektiren zahmetli bir iştir. Enerji üretebilmek için devletler oldukça yüksek maliyetler ödemektedirler. Türkiye’de de ithal edilen enerji hammaddelerine ödenen maliyetler bütçede önemli yer tutmaktadır. Sanayi devriminden itibaren enerji ihtiyacının karşılanmasında, petrol, kömür ve doğal gaz ağırlıklı olarak kullanılmış ve günümüzde de kullanılmaya devam etmektedir. Enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılan fosil kökenli kaynaklar, çevrede önemli değişikliklere neden olarak; toprak, su ve hava kirlilikleri oluşturmuştur. Bu kirlilikler sonucunda; doğal dengede bozulma görülmüş, iklimde değişiklikler gözlenmiş, Dünya’nın normal sıcaklığı yükselmeye başlamıştır. Eğer gerekli önlemler alınmaz ise sıcaklık artışı sürecek, iklim şartlarında başlayan değişiklikler artarak devam edecektir. Dolayısıyla Dünya’da yaşanabilir yerler giderek azalmaya başlayacaktır. Bu çalışmada, modern toplumun devamı için enerjinin gerekli olduğu, gelişen teknoloji ve artan nüfus ile birlikte enerji ihtiyacının artarak devam edeceği belirtilmektedir. Enerji ihtiyacının karşılanmasında günümüzde ağırlıklı olarak kullanılan fosil kökenli yakıtlar yerine, çevreye zarar vermeyen, küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olmayan, çevre ile dost enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik, hidrojen ve deniz kökenli enerji kaynakları) kullanımının artırılması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının Dünya’da ve Türkiye’deki potansiyeli, kullanım durumu, bu enerji kaynaklarının kullanımının olumlu ve olumsuz yönlerinden bahsedilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji ihtiyacı, Çevre Kirlilikleri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Enerji Politikaları

## **ABSTRACT**

Energy is the power which moves the machine and helps for the operating of the useful tools in daily life. The production of the energy which we are unaware of while consuming fast and easily, is rather difficult and laborious task which requires many steps. In order to produce energy, governments pay very high costs. Imported energy raw material costs in Turkey have an important role in the budget. Since the industrial revolution, oil, coal and natural gas have been mainly used and continue to be used today for the supply of energy. Conventional fossil-based resources which are used to meet energy needs, have caused significant changes in environment, and have made soil, water and air pollution. As a result of these contaminants, distortion has been seen in natural equilibrium, some changes have been realized in climate, and average temperature has started to rise in the world. If necessary measures aren't taken, changes in climate conditions will continue increasingly. Therefore, livable places in the world will start to decrease. In this study, it is stated that more energy is required for the needs of modern society after advancing technology and increasing population. And it is indicated in this study, as a response to the energy needs, instead of fossil fuels, it is necessary to increase the usage of environment friendly and renewable energy sources (solar, wind, biomass, geothermal, hydroelectric, hydrogen, and marine-based energy sources) which do not harm the environment, and do not cause global warming and climate change. In addition, the study is about the potential renewable energy sources in Turkey and in the world, and using circumstances and positive and negative aspects of using these energy sources.

**Keywords:** Energy Demand, Environmental Contaminants, Renewable Energy Sources, Energy Policies.

## ÖNSÖZ

Hayatın devam etmesi enerji ihtiyacının karşılanmasına bağlıdır. Günümüze kadar enerji üretiminde fosil kökenli yakıtlar olan kömür, petrol ve doğalgaz ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Bu kaynakların kullanımı sonucu dünyanın doğal dengesi bozulmaya başlamış ve çevre kirlilikleri oluşmuştur. Özellikle atmosferde meydana gelen değişiklikler sonucu küresel ısınma ve iklim değişikliği kavramları hayatımıza girmiştir. Bu olumsuzlukların ortadan kaldırılabilmesi, Dünya'nın yaşanabilir bir yer olmaya devam edebilmesi için alınacak önlemlerin başında, yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarının yerine çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji çeşitlerinin kullanımının artırılması gelmektedir.

Fosil kökenli enerji kaynaklarının rezervleri yakın gelecekte tüenecektir. Bu nedenle, Türkiye gibi ihtiyaç duyduğu enerjinin çoğunu dışarıdan satın alan ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarını öncelikli olarak değerlendirmesi ekonomik açıdan faydalı olacağı gibi çevrenin korunması açısından da gereklidir.

Bu araştırma fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunlarını ortaya koymayı, alternatif enerji kaynaklarına dikkati çekmeyi ve toplumda bu konularla ilgili bilinç oluşturmayı amaçlamaktadır.

Çalışma esnasında, güncel verilere ulaşma konusunda sıkıntılar yaşanmıştır. Bulunan birçok veriden, geçen zaman içerisinde güncelliğini yitirdiği için yararlanılamamıştır. Güncel veriler ve değerlendirmeler için resmi kurumların internet sayfaları taranmıştır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları ile ilgili yapılan bu çalışmanın hazırlanmasında; bilgi ve tecrübesi ile her konuda yardımcı olup yol gösteren saygıdeğer hocam Doç. Dr. Selim KILIÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çetin ADIYAMAN  
Temmuz, 2012

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	ix
RESİMLER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xiii
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİYE DUYULAN İHİYAÇ .....	6
1.1.ENERJİ KAVRAMI.....	6
1.2.ENERJİ KAYNAKLARI.....	7
1.3.YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELME.....	13
1.3.1.Enerji İhtiyacının Sürekliliği ve Güvenliği .....	14
1.3.2.Çevresel Faktörler .....	15
1.3.2.1.Küresel Isınma.....	16
1.3.2.2. Sera Etkisi .....	18
1.3.2.3. Asit Yağmurları .....	23
1.3.3. Küresel Isınmaya Karşı Uluslararası Gelişmeler .....	24
1.3.3.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) .....	25
1.3.3.2. Kyoto Protokolü .....	28
1.3.3.2.1. Ortak Yürütme Mekanizması .....	30
1.3.3.2.2. Temiz Kalkınma Mekanizması.....	31
1.3.3.2.3. Emisyon Ticareti Mekanizması .....	32
1.3.3.3. Türkiye ve Kyoto Protokolü.....	33

## İKİNCİ BÖLÜM

<b>YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....</b>	<b>37</b>
<b>2.2. GÜNEŞ ENERJİSİ.....</b>	<b>38</b>
2.2.1. Güneş Enerjisiyle Düşük Sıcaklıkların Elde Edilmesinde .....	40
Kullanılan Teknolojiler .....	40
2.2.2. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi .....	42
2.2.3.Güneş Pillerinden Elektrik Üretimi.....	43
2.2.4. Güneş Enerjisi Kullanımının Olumlu Yönleri.....	45
2.2.5. Güneş Enerjisi Kullanımında Yaşanan Olumsuzluklar.....	46
<b>2.3. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ .....</b>	<b>47</b>
<b>2.4. RÜZGÂR ENERJİSİ.....</b>	<b>54</b>
2.4.1. Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi.....	57
2.4.2. Rüzgâr Enerjisi Kullanımının Olumlu Yönleri.....	58
2.4.3. Rüzgâr Enerjisi Kullanımında Yaşanan Olumsuzluklar .....	60
<b>2.5. TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİ .....</b>	<b>60</b>
<b>2.6. JEOTERMAL ENERJİ.....</b>	<b>64</b>
2.6.1.Jeotermal Enerjiden Faydalanma .....	67
2.6.2. Jeotermal Enerji Kullanımının Olumlu Yönleri .....	71
3.6.3. Jeotermal Enerji Kullanımının Olumsuz Yönleri .....	72
<b>2.7. TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ.....</b>	<b>73</b>
<b>2.8. BİYOKÜTLE ENERJİSİ.....</b>	<b>79</b>
2.8.1. Biyokütle Enerjisi Kullanımının Olumlu Yönleri.....	84
2.8.2. Biyokütle Enerjisi Kullanımının Olumsuz Etkileri.....	85
<b>2.9. TÜRKİYE'DE BİYOKÜTLE ENERJİSİ .....</b>	<b>86</b>
<b>2.10.HİDROELEKTRİK ENERJİ .....</b>	<b>88</b>
2.10.1. Küçük Hidroelektrik Santraller.....	90
2.10.2. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumlu Yönleri .....	91
2.10.3. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumsuz Yönleri .....	93
<b>2.11. TÜRKİYE'DE KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER .....</b>	<b>94</b>
<b>2.12.HİDROJEN ENERJİSİ.....</b>	<b>97</b>
2.12.1.Hidrojen Enerjisi Kullanmanın Olumlu Yönleri .....	99



2.12.2.Hidrojen Enerjisi Kullanmanın Olumsuz Yönleri .....	100
<b>2.13. TÜRKİYE’DE HİDROJEN ENERJİSİ.....</b>	<b>101</b>
<b>2.14. DENİZ KÖKENLİ ENERJİ KAYNAKLARI.....</b>	<b>105</b>
2.14.1. Deniz Kökenli Enerjinin Olumlu Yönleri .....	106
2.14.2. Deniz Kökenli Enerjinin Olumsuz Yönleri .....	107
<b>2.15. TÜRKİYE’DE DENİZ KÖKENLİ ENERJİ.....</b>	<b>108</b>

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI .....</b>	<b>111</b>
<b>3.1. AVRUPA BİRLİĞİ’NDE YENİLENEBİLİR ENERJİYE BAKIŞ.....</b>	<b>111</b>
3.1.1. Avrupa Birliği ve Enerji Şartı Antlaşması.....	111
3.1.2. Beyaz Kitap .....	112
3.1.3. Yeşil Kitap .....	114
3.1.4. AB İklim Değişikliği Paketi (20-20-20).....	115
<b>3.2.TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ .....</b>	<b>115</b>
<b>3.3.TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI.....</b>	<b>119</b>
3.3.1. Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Hedefleri .....	126
3.3.2.Yenilenebilir Enerjinin Önündeki Güçlükler .....	128
3.3.3. Yenilenebilir Enerji ve Özelleştirme.....	129
3.3.4. Yenilenebilir Enerji Politikaları İle İlgili Öneriler.....	135
<b>3.4.ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....</b>	<b>138</b>
<b>SONUÇ.....</b>	<b>141</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>147</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>163</b>

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	9
Tablo 1.2: Dünya’da 2006 Yılına Göre Birincil Enerji Üretim / Tüketim Yüzde Payları.....	10
Tablo1.3: Dünya Bilinen Fosil Yakıt Rezervlerinin Kullanılabilme Süresi (Yıl).....	10
Tablo 1.4: Türkiye’de Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Birim: BİN TEP).....	12
Tablo 1.5: Sera Etkisine Neden Olan Gazlar ve Kaynakları.....	19
Tablo 1.6: Enerji Üretim ve Tüketiminden Kaynaklanan Sera Gazları.....	22
Tablo 1.7: BMİDÇS Taraf Ülkeler ve Yükümlülükleri.....	27
Tablo 1.8: Türkiye'nin 1990-2009 Yılları Arası Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları.....	34
Tablo 2.1: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerji Potansiyeli.....	47
Tablo 2.2: Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı.....	48
Tablo 2.3: Türkiye'de Güneş Kolektörleri Yardımı ile Elde Edilen Enerji Miktarı Tahmini.....	49
Tablo 2.4: Dünya'nın Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Kıtalar Göre Dağılımı.....	56
Tablo 2.5: Bazı Avrupa Ülkeleri'nin Teknik Rüzgâr Enerji Potansiyeli ve Kurulu Rüzgâr Güçleri (2005 Yılı Verileri).....	57
Tablo 2.6: Jeotermal Enerjinin Sıcaklık Değerine Göre Kullanım Yerleri.....	68
Tablo 2.7: Dünya Jeotermal Enerji Teknolojileri Üretim ve Kapasite Gelişimi (1995-2005).....	69

Tablo 2.8: Jeotermal Enerjiyi Elektrik Üretiminde Kullanan	
Ülkeler ve Kurulu Güç Kapasiteleri.....	70
Tablo 2.9: Türkiye’de Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretim Santralleri.....	74
Tablo 2.10: Türkiye’de Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin	
Mevcut Durumu (Mart 2006).....	76
Tablo 2.11: Biyokütle Kaynakları ve Elde Edilme Alanları.....	81
Tablo 2.12: Hidroelektrik Santrallerin Kurulu Güç Potansiyeline Göre	
Sınıflandırılması.....	90
Tablo 2.13: Türkiye’de Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunluğu.....	109
Tablo 3.1: AB’de Enerji Kaynaklarının Toplam Enerji Tüketimi ve	
Elektrik Üretimindeki Payı (2005 Yılı verileri).....	112
Tablo 3.2: Kişi Başı Enerji Tüketimi (2010 yılı).....	117
Tablo 3.3: YEK Destekleme Mekanizmasında Belirtilen Destekleme Fiyatları....	123

## RESİMLER LİSTESİ

Resim:2.1 Güneş Kollektörleri.....	41
Resim 2.2: Güneş Enerjisini Yoğunlaştıran Sistemler.....	42
Resim 2.3: Güneş Pillerinin Bazı Kullanım Alanları.....	44
Resim 2.4: Güneş Ocakları.....	52
Resim 2.5: Rüzgâr Enerjisi.....	55
Resim 2.6: Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150 °C'den yüksek).....	67
Resim 2.7: Biyokütle Enerji Kaynakları.....	80
Resim 2.8: Hidroelektrik Enerji.....	89
Resim 2.9: Küçük Hidroelektrik Santraller.....	91
Resim 2.10: Türkiye'de Üretilen Hidrojen İle Çalışan Araçlar.....	104
Resim 2.11: Deniz Kökenli Enerji Kaynakları.....	106

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	16
Şekil 1.2: Sera Etkisi.....	18
Şekil 1.3: Kyoto Protokol'üne Katılım.....	29
Şekil 2.1: Türkiye Güneş Radyasyonu Haritası (KWh/m <sup>2</sup> -Yıl).....	49
Şekil 2.2: Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi İçin Teşvik Verilen Yerler.....	51
Şekil 2.3: Niğde Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Tarafından Projesi Hazırlanan Taşınabilir Güneş Santrli.....	53
Şekil 2.4: Türkiye Rüzgâr Haritası.....	61
Şekil 2.5: Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi ( MW/Yıl ).....	63
Şekil 2.6: Jeotermal Sistemin Şematik Gösterimi.....	65
Şekil 3.1: Türkiye’de Enerjide Dışa Bağlılık Oranları.....	118
Şekil 3.2: Türkiye’de Kaynak Bazında Yenilenebilir Enerji Potansiyel ve Kurulu Güç (2010 yılı sonu verileri).....	120
Şekil 3.3: Elektrik Üretiminde Kaynakların %'lik Payı (2030 Yılı Hedefleri).....	128
Şekil 3.4: Türkiye'de Elektrik Üretiminde Kamu ve Özel Sektör Payları.....	131
Şekil 3.5: 2002-2012 Yılları Arasında Konutlarda Kullanılan Elektrik Fiyatları...	134

## KISALTMALAR LİSTESİ

a.g.e.	:	Adı geçen eser
Ar-Ge	:	Araştırma ve Geliştirme
<sup>0</sup> C	:	Santigrat Derece
a.e.	:	Aynı eser/yer
a.g.b.	:	Adı geçen belge
a.g.g.	:	Adı geçen gazete
a.g.m	:	Adı geçen makale
a.g.t.	:	Adı geçen tez
a.y	:	Aynı yazarın sonraki bir yerde belirtilmesi
AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
AC	:	Alternatif Akım
AGÜ	:	Az Gelişmiş Ülkeler
Akt.	:	Aktarma
b.a.	:	Eserin bütününe atıf
bkz.	:	Bakınız
bkz.yuk.	:	Eserin kendi içinde yukarıya atıf
bkz:a	:	Eserin kendi içinde aşağıya atıf
BMİDÇS	:	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CFC	:	Kloroflorokarbon
CH <sub>4</sub>	:	Metan gazı
CO <sub>2</sub>	:	Karbondioksit
ÇED	:	Çevresel Etki Değerlendirmesi

Çev.	: Çeviren
DC	: Doğru Akım
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DMİ	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DVK	: Damga Vergisi Kanunu
Ed.	: Editör/yayına hazırlayan
EGÜ	: En Az Gelişmiş Ülkeler
EIT	: Ekonomileri Geçiş Sürecinde Olan Ülkeler
EİE	: Elektrik idaresi Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GSYH	: Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla
HES	: Hidroelektrik santral
ICHET	: Birleşmiş Milletler Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
İDO	: İstanbul Deniz Otobüsleri A.Ş.
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
KEP	: Kilogram eşdeğeri petrol
KHES	: Küçük Hidroelektrik Santral
KWh	: Kilo Watt Saat
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
m <sup>3</sup>	: Metre küp

MEB	:	Milli Eğitim Bakanlığı
MHES	:	Mini Hidroelektrik Santral
MİGEM	:	Maden İşleri Genel Müdürlüğü
mm <sup>3</sup>	:	Milimetre küp
MÖ	:	Milattan Önce
MS	:	Milattan Sonra
MTEP	:	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	:	Mega Watt
MWe	:	Mega Watt Elektrik
N <sub>2</sub> O	:	Azot oksit
ODTÜ	:	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
OECD	:	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomi İşbirliği ve Organizasyonu )
PUMUM	:	Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
RESSİAD	:	Rüzgâr Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği
s.	:	Sayfa
t.y.	:	Basım tarihi yok
TBMM	:	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEDAŞ	:	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	:	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP	:	Ton Eşdeğer Petrol
TETAŞ	:	Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
TL	:	Türk Lirası
TRT	:	Türkiye Radyo ve Televizyon Kurumu
TÜBİTAK	:	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu



TWh	:	Tera Watt Saat
UNIDO	:	Birleşmiş Milletler Sınâ Kalkınma Örgütü
USD	:	Amerika Birleşik Devletleri Doları
vb.	:	Ve benzeri
vd.	:	Çok yazarlı eserlerde ilk yazardan sonrakiler
WWF	:	World Wildlife Fund. (Doğayı Koruma Derneği)
y.y.	:	Basım yeri yok
YEGM	:	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEK	:	Yenilenebilir enerji kaynakları
yy	:	Yüz Yıl

## GİRİŞ

Enerji, günümüzde en önemli tüketim maddelerinden biri ve modern hayatın devamı için vazgeçilmez bir araçtır. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen faktörlerin başında enerji tüketimi gelmektedir. Bugün sahip olduğumuz modern yaşam düzeyinin korunması ve rahat yaşamın sürmesi için doğrudan ve dolaylı olarak enerji tüketmek zorundayız. Modern hayatın devam etmesi için gereken araçların üretilmesi ve bu araçların iş yapabilmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. İnsanların ısınma, barınma, korunma, beslenme, ulaşım, aydınlanma gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerji gereklidir. Enerji bu özellikleri nedeniyle insan hayatında her zaman en çok ihtiyaç duyulan kaynak olmuştur. Gelişen teknolojik aletler, artan nüfus, serbest piyasa sonucu oluşan rekabetçi koşullar, yeni iş imkânları oluşturma çabaları toplumları aşırı tüketime yöneltmiştir.

İlk çağlarda ısı ve ışık elde etmek için kullanılan enerji, bilgi çağını yaşadığımız günümüzde hemen her alanda faydalanılan bir ihtiyaç haline gelmiştir. Geçen zaman içerisinde enerji insanların en önemli tüketim malzemesi olmuştur. Dünyadaki gelişmeler, enerjinin ekonomik, askeri ve siyasi gelişmelerin her zaman merkezinde olduğunu ve olacağını göstermektedir<sup>1</sup>.

Tüketmek zorunda olduğumuz enerjinin bugün büyük bir çoğunluğu çevreye zarar veren yenilenemeyen enerji kaynaklarından; çok az bir kısmı ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının çevre ve insan sağlığına verdiği zararlar büyük boyutlara ulaşmıştır. Enerji üretiminde çevresel faktörlerin göz önünde tutulması gerektiği daha 1974 yılında uluslararası boyutta konuşulmaya başlanmıştır. O günden bu yana Birleşmiş Milletler çatısı altında yapılan görüşmeler ile iklim değişikliği ve çevre kirliliği konusunda önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Günümüzde enerji üretiminde

---

<sup>1</sup> M. Faruk Demir, **Enerji Oyunu**, İstanbul, Ayrım Yayınları, 2010: 15-21.

çevrenin korunması gerektiği düşüncesi büyük ölçüde genel kabul gören bir yaklaşım haline gelmiştir.

Enerji üretiminde yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının sürdürülebilirliğini kaybettiği, kabul edilmesi gereken bir gerçektir. Bu durumda, sanayi devrimiyle birlikte kullanımı giderek artan fosil yakıtların çevreye verdiği zararları göz ardı eden yaklaşımlar, yerini çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına terk etmeye başlamıştır. Hava, su, toprak kirliliğinden bitki örtüsünün ve hayvanların yok olmasına kadar uzanan çevre sorunları, bu sorunlardan etkilenen insanlarda gelecekte dünyanın yaşanabilir bir yer olmaktan çıkacağı endişesine yol açmıştır. Bu endişe ile beraber, çevrenin korunmasına karşı daha hassas davranılması gerektiği anlaşılmıştır. Çevreye zarar veren etkenlerin azaltılması için yapılması gerekenler araştırılmaya başlanmış, uluslararası boyutta yapılan sözleşme ve protokollerle uygulamaya konmuştur.

Dünyada, çevreye zarar vererek canlıların yaşam alanlarının yok olmasına neden olan etkenlerin başında, enerji üretiminde kullanılan fosil kökenli enerji kaynaklarının yaygın olarak kullanılması gelmektedir. Bu kaynaklar, sanayi devriminden günümüze kadar geçen sürede sanayide, ulaşımda, konutlarda en önemli enerji sağlayıcısı olarak kullanılmaktadır. Önümüzdeki otuz kırk yılda da kullanılacağı tahmin edilmektedir. Sınırlı rezervlere sahip fosil kökenli kaynaklar bir süre sonra tükenecektir. Fakat toplumların ihtiyaç duyduğu enerji tükenmeyeceği gibi artarak devam edecektir. Yaşanabilir bir dünya için, artan enerji ihtiyacının çevreye en az zarar verecek kaynaklardan karşılanması zorunludur. Çevre dostu enerji olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynakları konusunda dünyada önemli bir potansiyele sahip olan Türkiye’de bu kaynakların öncelikli tercih edilmesi ekonomik, sosyal ve çevre açısından birçok avantajı beraberinde getirecektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sağladığı avantajlara rağmen, üretim maliyetlerinin yüksekliği, ileri teknoloji gerektirmesi gibi nedenlerle istenen düzeyde değildir. Türkiye’de son yirmi yılda enerji tüketimi artarken enerji üretimi aynı oranda artmamış, artan enerji ihtiyacı da ithal edilen petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil kökenli kaynaklardan karşılanmıştır. Enerji tüketiminde dışa bağımlılık oranı 1995 yılında %40 iken, 2011 yılında %72 seviyelerine çıkmıştır. Bu durum ulusal bütçeyi olumsuz etkileyerek ekonomik sorunları da beraberinde

getirmektedir<sup>2</sup>. Dış ticaret açığının %40'ını da enerji giderlerinin oluşturması bunun en önemli göstergesidir.

Bu tezin amacı, yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji politikalarının değerlendirilmesidir. Bu çerçevede, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri ortaya koymaktır. Tezde, Türkiye'de sürdürülebilir bir enerji politikası oluşturmak için bugüne kadar neler yapıldığının araştırılması; ihtiyaç duyulan enerjinin, kesintisiz, uygun fiyat ve çevreye etkilerinin de dikkate alarak karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının rolü ve öneminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca, enerji ve çevre ile ilgili karşımıza çıkan; "geleneksel enerji kaynaklarının kullanımının çevreye ve insan sağlığına verdiği zararlar, çevre sağlığı ve güvenliği için yenilenebilir enerjinin taşıdığı önem, enerji ihtiyacının sağlanmasında yenilenebilir enerjinin rolü, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının olumlu ve olumsuz yönleri, Dünya'da ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyel durumları, bu potansiyelin ne kadarının kullanılabilirdiği, enerji ihtiyacının hangi kaynaklardan karşılanacağına dair kısa ve uzak hedefler, Türkiye'de enerji politikalarında izlenen özelleştirme çalışmalarının olası etkilerinin neler olduğu" gibi sorulara cevap aranmaktadır.

Bu tezde, araştırma, inceleme, bilgi toplama ve yorumlama yöntemleri kullanılarak ulaşılan bilgiler bir bütün hale getirilmiştir. Ulaşılan bilgiler analitik olarak ele alınarak, elde edilen bulgulardan hareketle eksikliklerin belirlenmesine yönelik sentez yaklaşımı araştırma yöntemi olarak kullanılmıştır. Güncel veriler ilgili kuruluşlarla yapılan telefon görüşmelerinden, resmi kurumların internet sayfalarının incelenmesinden, yetkili kişilerden alınan elektronik postalardan, gazetelerden, son açıklanan raporlardan ve internet kaynaklarından sağlanmıştır. Ayrıca bu konuda yazılan kitaplardan, bilimsel dergilerden, yayınlanmamış doktora ve yüksek lisans tezlerinden, sempozyum bildiri kitaplarından yararlanılmıştır.

Bu çalışmada ele alınan konular, enerji kavramı, enerji kaynaklarının sınıflandırılması, geleneksel enerji kaynakları olan fosil kökenli enerjinin

---

<sup>2</sup> Levent Aydın, Enerji Politikalarının Türkiye Ekonomisi Üzerine Etkileri: Türkiye için Genel Denge Analizi, **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Ankara,2007: 3.

kullanımının çevre için verdiği zararlarıdır. Fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımı sonucu oluşan küresel ısınmanın olumsuz etkilerine maruz kalmamak ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için yeni, temiz, çevre ile dost enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynakları kullanmanın gerekliliği belirtilmektedir. Türkiye’de enerji kullanımı ve enerji temininde yenilenebilir enerjinin yeri, bu kaynaklarının potansiyel durumu ve günümüzdeki kullanım oranları ele alınmaktadır. Yenilenebilir enerji ile ilgili politikalar, Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırılmalı olarak belirtilmektedir. Ayrıca, 2005 yılında çıkarılan yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili kanun, bu kanunun yürürlüğe girmesinden sonra yaşanan gelişmeler ve sorunlardan bahsedilmiştir. Geleceğin enerji kaynaklarından daha iyi faydalanabilmek için yapılması gereken çalışmalar konusunda görüşler ortaya konmuştur.

Çalışmanın birinci bölümünde enerji kavramının tanımı yapılmakta, enerji kaynaklarının sınıflandırılması hakkında bilgi verilmektedir. Mevcut kullanılan enerji kaynakların daha ne kadar kullanılabilceği anlatılmaktadır. Türkiye’de enerji üretiminde yararlanılan kaynakların kullanım durumu, yıllara göre artan enerji ihtiyacı, modern hayatın sürebilmesi için gerekli olan enerji ve fosil kökenli kaynakların geleceği ele alınmaktadır. Dünya’nın ve Türkiye’nin karşı karşıya olduğu çevresel kirlilikler, iklim değişikliği gibi sorunlardan kurtulmak için alınması gereken önlemler tartışılmaktadır. Dünya genelinde iklim değişikliği ile mücadele etmek için yapılan çalışmalar, bu çalışmalar sonucunda alınan önlemler ve dünya ülkelerinin yerine getirmesi gereken sorumluluklar üzerinde durulmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde dünyada kullanımı hızla artan temiz, güvenli çevre ile dost enerjiler olan; güneş, rüzgâr, biyokütle, hidrojen, jeotermal, hidroelektrik, deniz kökenli enerji kaynaklarının geçmiş ve günümüzdeki kullanım durumu, olumlu-olumsuz yönleri ele alınmaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının sahip olduğu potansiyel, geçmişte ve günümüzde kullanım durumları gelişmiş ülkeler ile karşılaştırılmalı olarak irdelenmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kullanımı ile yeni ve farklı uygulama örneklerine yer verilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, Avrupa Birliği’nde enerji kullanımı, yenilenebilir enerji konusunda yapılan çalışmalar, yasal düzenlemeler, 2020 yılı enerji üretim hedefleri ve kullanılacak enerji kaynakları konusu ele alınmaktadır.

Türkiye’de enerji kullanımı ve enerji kaynakları ile ilgili 2005 öncesi ve 2005 sonrası dönem konusunda bilgi verilip, günümüze kadar uygulanan enerji politikaları, bu politikalarda yenilenebilir enerjinin yeri incelenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı kanun doğrultusunda yapılan çalışmalar belirtildikten sonra, enerji üretiminde 2023 yılı hedefleri konusunda yapılan açıklamalar ele alınmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı konusunda son yıllarda yapılan yasal düzenlemelerin önemi üzerinde durulmaktadır. Ayrıca, enerji kaynaklarının özelleştirilmesi ile ortaya çıkan tablonun olumlu ve olumsuz yönleri irdelenmektedir. Yine bu bölümde, çevre sorunlarının önlenmesi için verimli enerji kullanım yöntemleri ile önemli miktarda enerji tasarrufu yapılabileceği ele alınan bir diğer konudur.

Çalışma, sonuç ve değerlendirme kısmı ile bitirilmektedir. Burada yapılan araştırma ve bulgular değerlendirilmekte; enerji ihtiyacının kesintisiz olarak ve çevreye zarar vermeden sağlanabilmesi için devlet tarafından alınması gereken önlemlerin neler olabileceği konusu üzerinde durulmaktadır. Yenilenebilir enerji potansiyeli son derece yüksek olan Türkiye’de bu kaynaklardan yeterince yararlanılması için yapılması gerekenler tartışılmaktadır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİYE DUYULAN İHTİYAÇ

#### 1.1.ENERJİ KAVRAMI

Fiziksel anlamda iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, kök olarak yunanca “en” ve “ergon” kelimelerinin birleşiminden oluşan “energeia” kelimesinden gelmektedir. Buradaki en, iç olarak, ergon ise iş olarak tanımlanmaktadır. Kelime anlamı iç-iş olarak karşımıza çıkan enerji günümüzde makinelerin, elektrikli aletlerin kısacası, günlük yaşantımızı kolaylaştırmak için kullandığımız onlarca aletin çalışması, iş yapabilmesi için gerekli olan kaynak olarak ifade edebileceğimiz bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Enerji soyut bir kavramdır. Enerji yaptığı iş ile ölçülüp değerlendirilebilir. Bisiklet pedalını çevirmek, saç kurutma makinesini çalıştırmak, arabaları hareket ettirmek birer iştir ve hepsi için enerjiye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla enerji, cisimlerin hareket etmesine ya da yer değiştirmesine neden olur. Enerji; kinetik, potansiyel, ısı, nükleer enerji, güneş enerjisi vb. türlerde olabilir ve bu türlerin birinden diğerine dönüşebilir<sup>3</sup>.

Günlük hayatın sürdürülebilmesi, yaşamın devamı için enerji vazgeçilmez bir kaynaktır. Toplumların değişimi, tarih boyunca geliştirdikleri ve kullandıkları enerji kaynaklarına bağlı olmuştur. Enerji, insanlığın başlangıcı ile birlikte var olan bir kavramdır. İnsanoğlu ilk başlarda iş yapabilmek için kendi gücünden istifade ederken, daha sonra doğadan daha fazla yararlanmak, daha çok iş üretmek için hayvanların gücünden yararlanmaya başlamıştır. Ateşin bulunmasıyla önceleri odun, daha sonra kömür enerji kaynağı olarak kullanılmış, bunu buhar gücünden yararlanma izlemiştir. Günümüzde birçok enerji kaynağı bulunmaktadır<sup>4</sup>.

Doğadaki temel enerji kaynağı güneştir. Bitkiler doğrudan güneş enerjisini alarak, bunu fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürürler. Doğada enerji,

---

<sup>3</sup> Cemal Ertaş, **Fizik 9 Ders Kitabı**, Ankara, Paşa Yayıncılık, 2011: 84-87.

<sup>4</sup> Ruşen Keleş, Can Hamamcı, Aykut Çoban, **Çevre Politikası**, 9. Baskı, Ankara, İmge Kitabevi Yayınları, 2009: 149.

mekanik, kimyasal, nükleer, elektrik, ısı, ışık enerjileri gibi çok değişik biçimlerde bulunabilmektedir ve her enerji türü, başka bir enerjiye dönüşebilmektedir<sup>5</sup>. “Enerjinin Korunumu Kanunu”na göre, enerji bir şekilden diğer şekle dönüşür, fakat hiçbir zaman yok olmaz veya yeniden yaratılamaz. Genel olarak, evrenin toplam enerjisi korunmakta sadece şekil ve yer değiştirmektedir. Farklı bir ifade ile dengeli bir sistemde tüm enerji girdileri ile çıktıları birbirine eşittir<sup>6</sup>.

Enerji, denildiğinde ilk olarak aklımıza insanların hayatını kolaylaştıran elektrikli aletlerin çalışmasını sağlayan “elektrik enerjisi” gelmektedir. İş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerjinin, durgun ya da hareket halinde bulunan yüklü parçacıkların yol açtığı fiziksel olgu olarak tanımlanan elektriğe dönüşmesi için enerjinin mekanik ya da ısı enerjisi biçiminde bulunması gereklidir. Mekanik ya da ısı enerjisinin elektriğe dönüştürülmesiyle elde edilen ve tüketicilerin kullanımına sunulan enerjiye, elektrik enerjisi denilmektedir<sup>7</sup>.

İlerleyen teknoloji ve modern hayat tarzı enerjiyi olmaz ise olmaz noktasına getirmiştir. Elektrik, petrol ve kömürün olmadığını bir an düşünecek olursak, sıradan olarak yaptığımız birçok işin çıkmaza girdiği, günlük hayatın felç olduğu bir durumla karşı karşıya kalacağımızı görürüz. Nasıl ki, vücudumuz yürümek, koşmak, konuşmak, düşünmek için enerjiye ihtiyaç duyuyorsa, modern toplum da tıpkı vücudumuz gibi enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinimlerden ilk akla gelenleri ise; ulaşım, haberleşme, üretim, nakliye, aydınlanmadır. Enerji olmadan modern toplumların ayakta kalamayacağı çok açık bir şekilde gözükmektedir.

## 1.2.ENERJİ KAYNAKLARI

Herhangi bir yolla enerji üretilmesini sağlayan kaynaklar, enerji kaynakları olarak tanımlanır<sup>8</sup>. Enerji kaynaklarına üretim durumu dikkate alınarak bakıldığında yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak iki başlık altında incelenebilir.

---

<sup>5</sup> Ertaş, 2001: 87.

<sup>6</sup> Hasan Ertürk, **Çevre Bilimlerine Giriş**, Bursa, Ceylan Matbaacılık, 1996: 15.

<sup>7</sup> Örgen Uğurlu, “Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları” **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara,2006: 2.

<sup>8</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji\\_kaynaklar%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji_kaynaklar%C4%B1),(20.02.2012)



**Yenilenemeyen Enerji Kaynakları:** Yenilenemeyen enerji kaynakları da temel olarak iki türdür. Bunlar; petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kaynaklar ile nükleer enerjiden oluşmaktadır. Bu kaynaklar, rezervleri sınırlı (hatta bir gün tükenecek) olduğu için yenilenemeyen kaynaklar olarak nitelendirilmektedir. Bu kaynaklar oluşumundan daha hızlı tükenen enerji kaynaklarıdır. Çünkü bu yakıtların oluşması için milyonlarca yıl gerekmesine karşın tüketilmesi çok kısa sürmektedir<sup>9</sup>.

**Yenilenebilen Enerji Kaynakları:** Sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilir. Bu kaynaklar güneş ışığı, rüzgâr, akan su, hidrojen, biyolojik süreçler, okyanus kökenli ve jeotermal olarak sıralanabilir<sup>10</sup>. Yenilenebilir enerji kaynakları, tüketildikçe hızlı ve süratli bir şekilde doğal döngü içerisinde yeri doldurulabilen, yani tükenmeyen enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen kaynaklar gibi tükenmeyerek, kısa süre içinde yenilenme özelliğine sahip oldukları için yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır.

Enerji kaynaklarının yaygın olarak kullanılan bir diğer sınıflandırma yöntemi ise birincil ve ikincil enerjiler sınıflandırmasıdır. Burada temel ayırım enerji kaynağının elde edilmesi ile ilgilidir.

**Birincil Enerji Kaynakları:** Doğada hazır olarak bulunan enerji kaynaklarıdır. Örneğin, petrol, kömür, rüzgâr, güneş gibi enerji kaynakları birincil enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu enerjiyi yaratan kaynaklar doğrudan kullanıldıkları gibi ikincil enerjiye dönüştürülerek de kullanılmaktadır. Bu kaynaklar; “yenilenemeyen” ve “yenilenebilir” kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır<sup>11</sup>.

**İkincil Enerji Kaynakları:** Bir işlem sonucu elde edilmiş enerji kaynaklarıdır. Nükleer enerji, hidrojen ve elektrik enerjisi gibi kaynaklar örnek olarak verilebilir. Bu tür bir enerjinin ortaya çıkması için birincil enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır.

---

<sup>9</sup> Ertaş, a.g.e.,2011: 92.

<sup>10</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir\\_enerji](http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji), (02.10.2011)

<sup>11</sup> Ahmet Nuri Gülay, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”, **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir,2008: 4.

Birincil enerji kaynaklarından ikincil enerji kaynaklarını (nükleer, hidrojen ve elektrik enerjisi gibi) elde edebilmek için, termik santraller, nükleer santraller ve petrol rafinerileri gibi yüksek teknoloji gerekmektedir.

*Tablo 1.1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması*

ENERJİ KAYNAKLARI	
1) Birincil Enerji Kaynakları	2) İkincil Enerji Kaynakları
1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	1. Elektrik Enerjisi
a) Fosil Kaynaklar (Petrol, Doğal gaz, Kömür)	2. Hidrojen Enerjisi
b) Nükleer Enerji	3. Nükleer Enerji
2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	
a) Geleneksel Kaynaklar (Hidroelektrik, Klasik Biokütle)	
b) Yeni Kaynaklar (Güneş, Rüzgâr, KHES, Jeotermal, Gelgit, Dalga, Biokütle)	

Kaynak: Seyhan Onbaşıoğlu, Neden Yenilenebilir Enerji ?, Termodinamik Dergisi, Yıl: 14, Sayı: 128, Ekim 2005: 59., kaynaktan faydalanılarak hazırlanmıştır.

Sanayi devriminden sonra artan makineleşme, nüfus artışı ve yükselen kentleşme oranı ile enerji ihtiyacı her geçen gün büyümüştür. Enerji ihtiyacı büyük bir oranda fosil yakıtlardan karşılanmıştır. Ekonomik anlamda ciddi oranda kalkınma sağlanmış, sanayi sektörü hızla gelişmiştir. Bu gelişmeler yaşanırken çevre sorunları da yaşanmaya başlamıştır. Fosil yakıt kullanımının neden olduğu çevre sorunlarının en önemlileri; küresel ısınma, asit yağmurları, nükleer radyasyondur. Bu sorunların insan sağlığını olumsuz yönde bu kadar etkilediği başlangıçta bilinmemesine karşın enerjiyi kontrol edenin iktidarı ve dünyayı kontrol ettiğinin anlaşılması üzerine enerji kaynaklarının kontrol altına alınması için, enerji uğruna savaşlar yapılmaya başlanmış, ortaya çıkan kimi sorunlar görmezden gelinmiş, kısacası enerji uğruna her şey göze alınmıştır. Bu durum fosil yakıt kullanımının çevreye verdiği zararların uzunca bir zaman göz ardı edilmesine neden olmuştur<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> İsmet Akova, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Ankara, Nobel yayın dağıtım, 2008: 2.

*Tablo 1.2: Dünya’da 2006 Yılına Göre Birincil Enerji Üretim / Tüketim Yüzde Payları*

Petrol	Kömür	Doğalgaz	Hidrolik	Nükleer enerji	Yenilenebilir enerji
36,8	26,6	22,9	6,3	6,0	1,4

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, [www.dektmk.org.tr/enerji-kongresi](http://www.dektmk.org.tr/enerji-kongresi), Temmuz 2006, (17.01.2011)

Tablo 1.2’de görüldüğü gibi dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %92 si gibi çok büyük bir oranı yenilenemeyen enerji kaynaklarından sağlamaktadır. Bunun en önemli sebebi kolay ulaşılan, taşınan ve tüketilen fosil yakıtların varlığıdır. Enerji tüketiminde ilk sırayı %36,8’lik payla petrolün aldığı, kömürün %26,6’lık paya sahip olduğu ve %22,9’luk payla son yıllarda giderek artan kullanımıyla doğal gazın üçüncü sırada geldiği görülmektedir. Ülkemizde de doğal gaz kullanımı son yıllarda giderek artmıştır. Gerek konut gerek sanayi sektöründe ve en önemlisi elektrik üretiminde doğal gaz kullanımı artarak devam etmektedir.

*Tablo1.3: Dünya Bilinen Fosil Yakıt Rezervlerinin Kullanılabilir Süresi (Yıl)*

Bölge	Petrol	Doğalgaz	Kömür
Kuzey Amerika	12	20	231
Orta ve Güney Amerika	41	52	269
Avrupa ve Avrasya	22	60	241
Ortadoğu	81	>100	399
Afrika	32	88	270
Asya Pasifik	14	41	92
Toplam Dünya	41	65	155

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, [www.dektmk.org.tr/enerji-kongresi](http://www.dektmk.org.tr/enerji-kongresi), Temmuz 2006, (17.01.2011)

Dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %92 gibi büyük bir oranın karşılandığı fosil yakıtların kullanılabilir rezervlerinin gösterildiği Tablo 1.3 incelendiğinde; şu an

itibariyle en çok kullanılan enerji kaynağı olan petrolün 41 yıllık kullanım süresinin kaldığı görülmektedir. En fazla rezerve sahip bölgenin ise 81 yıllık süre ile Ortadoğu bölgesi olduğu belirtilmiştir. Enerji ihtiyacının fazla olduğu Amerika ve Avrupa kıtasında petrol rezervlerinin tükenmek üzere olduğu Kuzey Amerika’da 12 yıl, Avrupa ve Avrasya’da ise 22 yıl gibi yakın gelecekte tükeneceği hesaplanmaktadır<sup>13</sup>.

Enerji ihtiyacında petrolden sonra en fazla ihtiyaç duyulan ve kullanılan doğalgazın dünyadaki rezervlerinin de petrole yakın durumda olduğu, 65 yıllık kullanım süresinin kaldığı görülmektedir. Tıpkı petrolde olduğu gibi doğalgazda da üretim ve tüketimin gerçekleştirildiği ülkeler farklılık göstermektedir. ABD ve AB dünya toplam doğalgazının yaklaşık %40’ını kullanmaktadır. Afrika, Ortadoğu ve Orta Asya toplam üretimin yaklaşık %45’ini gerçekleştirmektedir, rezervlerin de yaklaşık %75’ine sahip durumdadır<sup>14</sup>. Doğalgaz da tıpkı petrol gibi asıl tüketim bölgelerine uzak yerlerde çıkarılan, yani çoğunlukla üretildiği yerde tüketilmeyen bir enerji kaynağıdır. Bu da doğalgazın uzun mesafeler boyunca güvenli bir şekilde taşınmasını gerektirmektedir. Doğalgazın üretildiği bölgeden tüketileceği bölgeye etkin ve verimli bir şekilde taşınması için genellikle boru hattı kullanılmakta, bunun yanında deniz yolu ile sıkıştırılmış doğalgaz taşımacılığı yapılarak da ihtiyaç duyulan bölgelere sevk edilmektedir.

Enerji üretiminde %26’lık pay ile ikinci sırada bulunan kömür, diğer fosil yakıtlara oranla rezerv oranı en fazla olan kaynaktır. Dünya bilinen toplam kömür rezervinin 155 yıl olduğu belirtilmektedir. Petrol ve doğal gaz rezervleri dünyanın belli yerlerinde toplanmışken, kömür rezervlerinin dünya geneline daha dengeli dağılmış durumdadır. Dünya enerji tüketiminin %80’inin gerçekleştiği gelişmiş ülkelerde, özellikle ABD ve AB’de fosil yakıtlar içerisinde en fazla rezerve sahip olan enerji kaynağı kömürdür<sup>15</sup>.

Tablo1.4’de görüldüğü gibi ülkemizde 2006 yılında toplam enerji tüketimi yaklaşık 98 milyon ton petrol enerjisi eşdeğeri olmuştur. Bu enerjinin de büyük bir çoğunluğunun kömür, petrol ve doğalgazdan elde edildiği anlaşılmaktadır. 2006 yılında toplam enerji ihtiyacının yaklaşık %31’inin petrol, %29’unun doğalgaz,

---

<sup>13</sup> Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, www.dektmk.org.tr/enerji-kongresi, Temmuz 2006, (17.01.2011)

<sup>14</sup> Akova, a.g.e.2008: 8.

<sup>15</sup> Akova, a.g.e.2008: 7-8.

%30'unun kömür, %3'nün hidroelektrik ve kalan %7'sinin de yenilenebilir (rüzgâr, jeotermal, güneş) ve ticari olmayan kaynaklar (odun+hayvan ve bitki artıkları) tarafından karşılandığı görülmektedir. Türkiye'de enerji üretilen kaynaklardan linyit, hidrolik, odun, hayvan ve bitki artıkları yerel olarak üretilebilirken enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu oluşturan petrol ve doğal gazın çok az bir kısmı yerel kaynaklardan elde edilebilmektedir.

*Tablo 1.4: Türkiye'de Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Birim: BİN TEP)*

Yıl	Taş Kömürü	Linyit	Petrol	Doğalgaz	Rüzgâr	Güneş	Odun	Hayvan ve Bitki Art.	Hidrolik	Toplam: BİN TEP
1970	2883	1732	7958	0	0	0	3845	2128	261	18.8
1980	2824	3970	16074	21	0	0	4730	2953	976	31.9
1990	6150	9765	23901	3110	0	28	5361	1847	2060	52.6
2000	9933	12519	32297	13728	3	262	5081	1376	2721	78.8
2005	12514	9326	32192	24726	5	385	4146	1179	3483	89
2006	14721	11188	32551	28867	11	403	4023	1146	3886	97,9

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İstatistikleri,  
[http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI\\_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/4314/2](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/4314/2) (31.01.2012)

1970 yılında Türkiye'nin nüfusu 35 milyon<sup>16</sup> iken, 2011 yılı nüfusu 74 milyon<sup>17</sup> olarak gerçekleşmiştir. Nüfus yüzdeleri olarak %107 oranında artmıştır. Aynı dönemde enerji tüketimi artış oranı ise %148 olmuştur. Enerji tüketim oranının nüfus artışından çok daha hızlı bir şekilde arttığı ve artmaya devam edeceği

<sup>16</sup> <http://www.belgenet.com/arsiv/nufus.html> ( 12.12.2011)

<sup>17</sup> [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb\\_id=39&ust\\_id=11](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=39&ust_id=11) ( 12.12.2011)

görülmektedir. Bu durum enerji ihtiyacının karşılanması için yeni çalışmaların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir.

1973 petrol krizi, enerji probleminin gündeme gelmesinde en önemli etkenlerden birisi olmuştur. Enerji kaynaklarının korunması ve yeni enerji türlerinin geliştirilmesi giderek daha büyük oranda önem kazanmıştır. Nükleer enerji kaynakları, özellikle nükleer santral kazaları ve radyoaktif atıkların zararsız hale getirilmesi sorunları nedeniyle tartışmalara konu olmaktadır<sup>18</sup>. Ayrıca nükleer santrallerde meydana gelen kazalar sonucu yayılan radyasyon çok geniş alanlara yayılarak uzun süre olumsuz etkisini göstermektedir. Dünya elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık %16'sı nükleer santrallerden karşılanmaktadır<sup>19</sup>. Gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan nükleer enerjinin son derece tehlikeli bir kaynak olduğu yaşanan 1986 Çernobil ve 2011 Fukişima felaketleri ile gözler önüne serilmiştir.

Türkiye'de ve dünyada enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Fosil yakıtlara dayalı enerji kaynaklarının tükenmekte olması ve artan enerji talebi ülkeleri enerji sorunuyla karşı karşıya getirmiştir. Ayrıca petrol, kömür ve nükleer enerji gibi kaynakların üzerine geliştirilen politika ve planlarda çevresel faktörlerin göz ardı edilmesi, her geçen gün yeni çevre sorunları yaşanmasına neden olmaktadır. Bu sorunların çözümü için farklı enerji üretim yöntemleri arayışları zorunlu hale gelmektedir.

### **1.3.YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELME**

Sanayi devrimi ile hızlanan enerji tüketimi, ikinci dünya savaşından sonra çok daha büyük boyutlara ulaşmıştır. Günümüzde teknolojinin getirdiği yeniliklerle rahat ve kolay bir hayat yaşanmaktadır. Böyle bir yaşam için var olan teknolojilerin sürekliliğinin sağlanmasında ihtiyaç duyulan enerjinin %85 gibi büyük bir oranı yenilenemeyen enerji kaynaklardan elde edilmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının elde edilmesi ve kullanımı sırasında doğaya çeşitli zararlar verilmekte ve bu faaliyetler dünyamızdaki canlı yaşamını tehdit etmektedir. Tabii ki bu enerji

---

<sup>18</sup> Çağatay Güler ve Zakir Çobanoğlu, **Enerji ve Çevre**, Ankara, Aydoğdu Ofset, 1997: 15.

<sup>19</sup> Türkiye Enerji Raporu, DEK-TMK Yayın No: 0004/2007, Ankara, 2007: 13.

çeşitleri tükeninceye kadar kullanılmalıdır. Fakat kullanılırken çevrenin zarar görmeyeceği, yani kendini yenileyebilme kapasitesinin aşılmayacağı bir denge tutturulmalıdır.

Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunun ithal edilmesi, dolayısıyla enerjide dışa bağımlı hale gelinmesi, telafisi olmayan çevre sorunlarının oluşması yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgiyi artırmıştır. Bu ilginin diğer bir nedeni de yenilenebilir enerji türlerinin yaygınlaştırılmasının, yerel iş alanları oluşturup işsizlik ve göç gibi sosyal sorunlara çare olabilmesidir. Yeni iş alanları oluşturan yenilenebilir kaynaklar ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayarak, ithalat için harcanan döviz giderlerini azaltarak dış ticaret açığının giderilmesine de katkıda bulunacaktır.

### **1.3.1.Enerji İhtiyacının Sürekliliği ve Güvenliği**

Yaygın olarak kullanılan fosil kökenli yakıtlar özellikle son iki yüzyıl içerisinde, üretim teknolojilerinin gelişmesi ve ucuz olması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakları karşısında önemli bir üstünlük sağlamıştır. Dünya genelinde üretim ve dağıtım konusunda petrol ve kömür egemenliğine dayanan enerji çağı, 1973 Petrol Krizi'ne kadar sorunsuz devam etmiştir. Petrol Krizi'nden sonra ilk kez enerji kaynakları konusunda bir güvensizlik ortamı oluşmuştur. Bu güvensizlik ortamı, bütün dünyada yeni ve yenilenebilir kaynaklara karşı yoğun bir ilgiye yol açmıştır<sup>20</sup>. 1980'lerin ortalarında petrol fiyatları düşmüş ancak, petrol krizi sonucu ortaya çıkan enerji güvenliği sorunu kalıcı hale gelmiştir. Bunun sonucu olarak da "enerjinin çeşitlendirilmesi" konusu, enerji politikalarının vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını zorunlu kılan sebeplerden biri de halen kullanılan enerji kaynaklarından olan petrol, doğal gaz ve kömürün yakın gelecekte tükenecek olmasıdır. Dünya enerji tüketiminde fosil yakıtların kullanım oranının yaklaşık %85 olduğu istatistik verilerden anlaşılmaktadır. Bu rezervlerin yakın gelecekte tükeneceği bir gerçektir. Bilenen rezervler itibarıyla

---

<sup>20</sup> Ahmet GÜRBÜZ, "Enerji Piyasası İçerisinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri Ve Önemi" Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, 13-15 Mayıs 2009: 3.

petrol 41 yıl, doğal gaz 65 yıl ve kömür ise 155 yıl sonra tükenecektir<sup>21</sup>. Fosil yakıt kullanımının bu hızla gittiği düşünülürse, yaklaşık elli yıl sonra dünya enerji tüketiminde fosil yakıt kullanılma ihtimali kalmayacaktır.

Türkiye’de enerji üretimi tüketimi karşılamadığı için, enerji ihtiyacı %71 gibi yüksek bir oranda ithalat yoluyla karşılanmaktadır<sup>22</sup>. İthal edilen enerji kaynakları genellikle petrol, kömür ve doğalgazdır. Fosil kaynakların toplam enerji tüketimindeki oranı ise %90’dır<sup>23</sup>. Enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunun karşılandığı bu kaynaklar, ülkemizi dışa bağımlı hale getirmektedir. Enerji güvenliği ve enerji arzının sürekliliği, ithalata bağımlılığın yüksek olduğu Türkiye için hayati öneme sahiptir. Enerji bağlamında dış kaynaklara bağımlılığın önüne geçilmesi ve herhangi bir kaynaktan ileri gelebilecek bir azalma, tükenme, kesilme, devre dışı kalma gibi aksaklıkların gerçekleşmesine karşı önlemlerin alınması gerekmektedir<sup>24</sup>. Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi bu önlemlerin başında gelmektedir.

Türkiye’de ithal edilen yakıtlarla karşılanan enerjide sık sık sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin; doğal gaz konusunda İran ve Rusya’ya bağımlı hale gelen ülkemiz, doğal gazın çeşitli bahanelerle kesintiye uğraması ve gereksiz fiyat artışları nedeniyle zor durumda kalabilmektedir.

### 1.3.2.Çevresel Faktörler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gerektiren sebeplerden biri de, fosil yakıt kullanımının oluşturduğu çevre sorunlarıdır. Petrol, kömür ve doğalgaz kullanımı ile atmosfere yayılan; karbondioksit (CO<sub>2</sub>) , kloroflorokarbon (CFC), metan (CH<sub>4</sub>), azotoksit (N<sub>2</sub>O) gibi gazlar atmosferin dengesini bozarak, hava kirliliği, asit yağmurları ve küresel ısınma gibi olaylara neden olmaktadır.

Özellikle 1980’li yıllardan sonra gündeme gelmeye başlayan “Küresel Isınma” ve “İklim Değişikliği” gibi kavramların ortaya çıkmasındaki en önemli faktörün fosil yakıt kullanımı olduğu bilinmektedir.

---

<sup>21</sup> Akova, a.g.e. 2008: 17.

<sup>22</sup>Taner YILDIZ, **Türkiye Enerji Politikalarımız**, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 2011: 11.

<sup>23</sup> Ufuk KANTÖRÜN, **Bölgesel Enerji Politikaları ve Türkiye**, Bilgi Strateji Dergisi, Cilt:2, Sayı:3, İstanbul, 2010: 89.

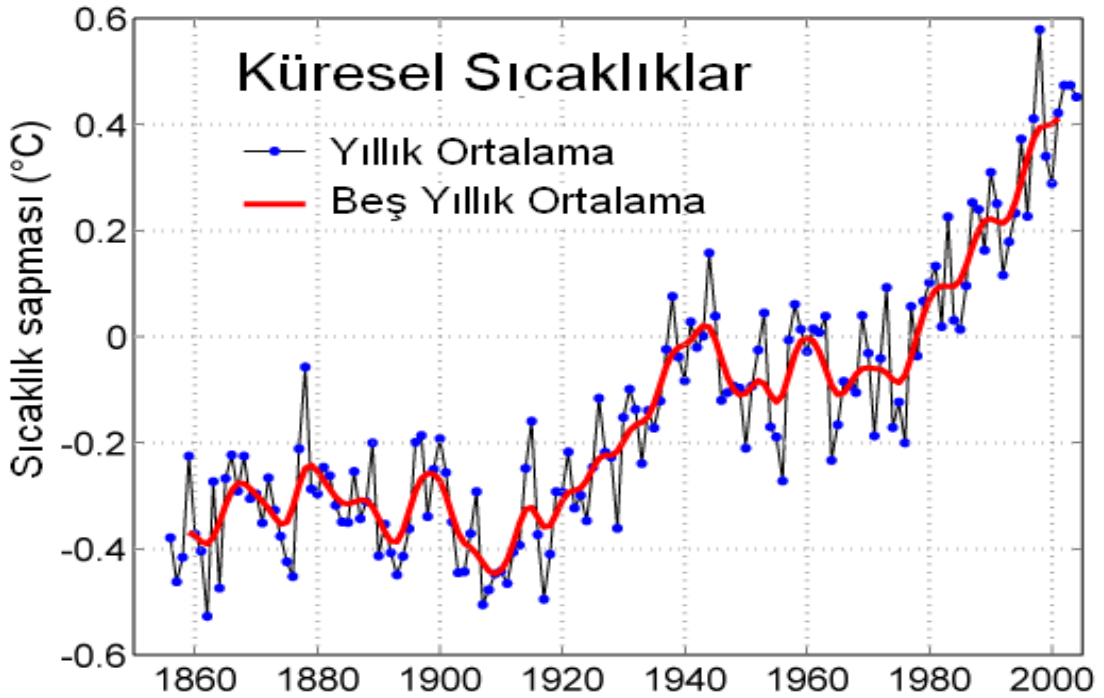
<sup>24</sup> Örgen UĞURLU, a.g.t., 2006: 88.



### 1.3.2.1.Küresel Isınma

Küresel ısınma, atmosferin Dünya yüzeyine yakın kısımlarında ortalama dünya sıcaklığının doğal olarak ya da insan etkisiyle artması olarak tanımlanır<sup>25</sup>. Küresel ısınmayı daha ayrıntılı bir şekilde belirtecek olur isek; Dünya'nın yüzeyi Güneş'ten gelen ışınlar tarafından ısıtılmaktadır. Dünya bu ışınları tekrar atmosfere yansıtılmaktadır. Fakat bazı ışınlar su buharı, karbondioksit, metan vb. gazlar tarafından dünyanın üzerinde oluşturulan doğal bir örtü tarafından tutulur. Bu durum da Dünya'nın ısınmasına neden olur.

Şekil 1.1: Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri



Kaynak: <http://tr.wikipedia.org>, (02.01.2012)

Küresel ısınma yaklaşık elli yıldır ölçülebilir duruma gelmiş ve önem kazanmıştır. Şekil 1.1.de görüldüğü gibi, Dünya'nın atmosfere yakın yüzeyinin ortalama sıcaklığı 20. yüzyılda 0.6 ( $\pm$  0.2) °C artmıştır. İklim değişimi üzerindeki yaygın bilimsel görüş, "son 50 yılda sıcaklık artışının insan hayatı üzerinde fark

<sup>25</sup> Cemal Seçkin Aksay, Osman Ketenoğlu, Latif Kurt, "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği" Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, Sayı 25, KONYA, 2005: 29 -41.

edilebilir etkiler oluşturduğu" yönündedir<sup>26</sup>. Son yüzyılda yağış düzeyinde de değişimler olduğu gözlenmiştir. Yağışlar, kuzey yarımkürenin orta ve yüksek bölgelerinde %5-10 arasında artarken, subtropikal karaların önemli bir bölümünde yaklaşık %3 oranında azalmıştır<sup>27</sup>.

Dünyada yaşamın başladığı dönemden günümüze kadar ortalama yüzey sıcaklığının 3 °C arttığı hesaplanmakta, bu artışın zamana bağlı olarak en yüksek hızını son yarım yüzyıl içinde aldığı belirtilmektedir. Yaklaşık 1 °C'lik daha artış, kutuplardaki buzulların erimesi ve iklim değişiklikleri gibi etkiler oluşturacak, dünyadaki canlı yaşamı için önemli sorunlar ortaya çıkaracaktır.

İklim ile ilgili yapılan çalışmalar, küresel ortalama sıcaklığın önümüzdeki yüzyılda 1,4 ile 5,8 °C arasında artacağını belirtmektedir<sup>28</sup>. Sıcaklık değerlerindeki artışın su döngüsünde değişmelere, kutup bölgelerinde bulunan buzulların erimesine, buzulların erimesinin doğal sonucu olarak deniz seviyelerinin yükselmesine, şiddetli fırtınalara, kuraklık ve çölleşme gibi etkilere sebep olarak canlı yaşamını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyeceği ifade edilmektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın yaptığı bir çalışmaya göre, insanların çeşitli aktivitelerinin küresel ısınmaya katkısında, enerji kullanımının %49, sanayinin %24, ormanların yakılması ve tahribinin %14, tarım aktivitelerinin payı ise %13 olarak tespit edilmiştir. Aynı konuda yapılan diğer araştırmalarda da insanların enerji kullanımının küresel ısınmaya etkisi en yüksek oranda bulunmuştur<sup>29</sup>.

Dünya küresel sıcaklığındaki artış, iki nedene dayanmaktadır. Birinci neden, enerji tüketiminin doğrudan etkisidir. İkinci neden ise fosil yakıtlardan enerji üretmek için gerçekleştirilen yanma olayı sonucu ortaya karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazı çıkmasıdır. Atmosfere karışan karbondioksit gazı küresel ısınmaya neden olmaktadır. Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksit gazının atmosferdeki yoğunluğu, şimdilik normale göre 1,3 kat artmış bulunmaktadır. İnsanlığın önündeki en büyük çevre sorunu, atmosferdeki sera etkisine neden olan karbondioksitin ısı

---

<sup>26</sup> Küresel Isınma, [http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCresel\\_%C4%B1s%C4%B1nma](http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCresel_%C4%B1s%C4%B1nma) , (02.01.2012)

<sup>27</sup> Hasan ERTÜRK, **Çevre Politikası**, Bursa, Ekin Yayınları, 2011: 104.

<sup>28</sup> Murat Türkeş, **Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye**. Tesisat Mühendisliği Dergisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Süreli Yayın 61, 2001: 14-29.

<sup>29</sup> Galip Akın, **Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları**, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, No:46,2006: 29-43.

tuzağı oluşturmamasından ve artan yoğunluğu ile etkisinin giderek artmasından kaynaklanmaktadır<sup>30</sup>.

### 1.3.2.2. Sera Etkisi

Güneşten gelen kısa dalga boylu ışınların yeryüzüne çarptıktan sonra, uzun dalga boylu ısı ışınları şeklinde atmosferdeki sera gazları tarafından tekrar yeryüzüne yansıtılmasıdır<sup>31</sup>. Dünyanın ısınması için sera etkisi gerekli bir durumdur. Fakat fosil yakıtların çeşitli alanlarda tüketimi, atmosferde karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarını giderek fazlalaşması, doğal sera etkisini artırarak küresel ısınmaya neden olur.(Şekil 1.2)

Şekil 1.2: Sera Etkisi



Kaynak: Sera Etkisi, <http://kaliteyonetim.net/?&Bid=575799>, ( 22.01.2012)

Sera gazları, aynen seranın etrafını ve çatısını kaplayan camlar gibi, güneş ışınlarının büyük bir kısmının yeryüzüne kadar ulaşmasını engellemez. Güneş ışınları yeryüzüne çarpınca ısı enerjisine dönüştüğünde dalga boyları değişir. Bu nedenle

<sup>30</sup> Cemalettin Demircioğlu, “Türkiye İçin Sürdürülebilir Enerji Çevre politikaları ”

**Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Yönetim Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, 2003: 22.

<sup>31</sup> Aksay vd. a.g.m, 2005: 31.

sera gazları, bu ısı enerjisi dalgalarının yeryüzünden atmosferin yüksek katmanlarına ulaşmasına engel olurlar. Hatta bu sera gazları yeryüzünden yükselen ısı enerjisi dalgalarının bir kısmını yutar, bir kısmını da yeniden yeryüzüne yansıtır. Sera gazlarının bu etkisine “atmosferin sera etkisi” bu yolla meydana gelen ısınma olayına da, “sera gazları etkisiyle küresel ısınma” denir.

*Tablo 1.5: Sera Etkisine Neden Olan Gazlar ve Kaynakları*

Sera Etkisine Neden Olan Gazlar	Katkı Oranı	Kaynağı
CO <sub>2</sub>	%50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlarının yakılması</li> </ul>
CFC	%22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprey kutularındaki aerosoller</li> <li>• Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler</li> <li>• Özellikle elektronik sanayinde kullanılan temizleme maddeleri</li> <li>• "Aircondition" sistemleri</li> <li>• Sert ve yumuşak köpük üretimi</li> </ul>
CH <sub>4</sub>	%14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pirinç tarlaları</li> <li>• İneklerin mideleri</li> <li>• Biyomasın yakılması</li> <li>• Çöp toplama alanları</li> <li>• Doğal gaz boru hatlarındaki kaçaklar</li> <li>• Kömür madenleri</li> </ul>
Ozon	%7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafik</li> <li>• Termik santrallerdeki yanma olayları</li> <li>• Tropikal ormanların yok olması</li> </ul>
N <sub>2</sub> O	%4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarımda suni gübre kullanılması</li> </ul>

Kaynak: Cemal Seçkin Aksay, Osman Ketenoğlu, Latif Kurt, “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği” Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, Sayı 25, Konya,2005: 32 -41.

İnsan kaynaklı sera etkisine neden olan gazların oluşmasının temel nedenlerinin başında enerji elde etme yöntemleri ve üretilen enerjinin doğanın kendini yenileme kapasitesinin üzerinde tüketilmesi gelmektedir. Enerji tüketiminde

görülen artış enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla atmosfere salınan sera gazı miktarı da giderek artmaktadır.

Tablo 1.5'te sera etkisine neden olan kaynakların; karbondioksit (CO<sub>2</sub>), kloroflorokarbon (CFC), ozon, metan (CH<sub>4</sub>) ve azot oksit (N<sub>2</sub>O) gazları olduğu görülmektedir.

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) Gazı:** Tablo 1.5'te de görüldüğü gibi sera gazlarından biri olan CO<sub>2</sub>, %50'lik bir oranla, doğal sıcaklık dengelerinin bozulmasında en büyük etkiyi yapmaktadır. Son 20 yıldır, atmosfere salınan insan kaynaklı CO<sub>2</sub> gazının yaklaşık dörtte üçü fosil yakıtların yanmasından, geri kalanı da sanayi ve tarımda kullanılan toprakların artmasının yanı sıra özellikle ormanların yok edilmesinden kaynaklanmıştır<sup>32</sup>.

**Metan (CH<sub>4</sub>) Gazı:** Havadan hafif, renksiz, kokusuz bir gazdır. Atmosferde CO<sub>2</sub>'nin 1/200'inden daha az bulunur. Metan moleküllerinin ısı tutma yeteneği CO<sub>2</sub> moleküllerinin 20 katıdır. Atmosferde kalış süresi 10 yıl kadardır. Atmosferdeki metan miktarı CO<sub>2</sub> gibi biyolojik süreçlerden etkilenmez. Günümüzde atmosferdeki metan oranı 18. yy.dakinin 2,5 katı kadar artmış ve hâlâ artmaya devam etmektedir. Metan gazı emisyonlarının yaklaşık yarısı, fosil yakıtların kullanımı, büyük baş hayvan yetiştiriciliği, pirinç tarımı, atıkların gömülmesi gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda, metan gazı artışına bağlı olarak karbonmonoksit (CO) gazı emisyonu da saptanmıştır<sup>33</sup>.

**Azot Oksit (N<sub>2</sub>O) Gazı:** Atmosferdeki sera etkisinin %5'i N<sub>2</sub>O'dan kaynaklanmaktadır. Azot oksit emisyonunun yaklaşık üçte biri, tarıma açık topraklar, büyük baş hayvan yemleri ve kimya sanayi gibi insan faaliyetlerinden ileri gelmektedir<sup>34</sup>. Gübre ve fosil yakıt kullanımını azaltmak azot oksit emisyonunun yayılımını da azaltacaktır. Bununla beraber, bu gaz durgun ve değişmeyen yapısı nedeniyle atmosferde uzun süre kalmaktadır.

---

<sup>32</sup> Cemal Seçkin Aksay, Osman Ketenoglu, Latif Kurt, "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği" Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, Sayı 25, Konya,2005: 32 -33.

<sup>33</sup> Aksay, Ketenoglu ve Kurt, a.g.m.,2005: 34.

<sup>34</sup> A.Rüya Ataman, "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları" , **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara,2007: 31.

**Kloroflorokarbon (CFC) :** Soğutucu ve aerosol püskürtücü olarak sprey kutularında kullanılan, son derece durgun ve değişmeyen bir bileşiktir. Birçok ülkede spreylerde artık kullanılmıyor olsa da dünya çapında bir yasaklama getirilmemiştir. Atmosferik sera etkisinin yaklaşık %10-25'inin CFC'lerden kaynaklandığı sanılmaktadır. CFC'lerin neden olduğu potansiyel atmosferik ısınma oldukça fazladır. Çünkü bu gazlar atmosferde emilir ve her CFC molekülü bir CO<sub>2</sub> molekülünün absorbe ettiğinden yüzlerce hatta binlerce kez daha fazla yeryüzünden yansıtılan kızılötesi ışınları absorbe eder. CFC'lerin atmosferdeki kalış süreleri çok uzundur<sup>35</sup>.

**Ozon:** Troposferdeki ozon küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Diğer sera gazlarının aksine ozonun ömrü çok kısadır. Bu nedenle atmosferde düzgün bir dağılım göstermez. Bu gaz doğrudan doğruya insan etkilerine bağlı olarak atmosfere verilmeyip, diğer insan kaynaklı emisyonların (azot oksitler, hidrokarbonlar, karbonmonoksit vb.) kimyasal değişimlere uğramaları sonucu oluşmaktadır<sup>36</sup>.

Atmosferi oluşturan gazlar içerisinde sera gazlarının oranı çok düşük düzeydedir. Yüzde 0,1 den az oranda bulunmaktadır. Atmosferde düşük oranlarda bulunmalarına rağmen dünyadaki iklim sistemlerinin dengede olabilmesi için, sera gazlarının atmosferdeki oranlarının geçmişteki seviyesinde korunması gerekmektedir. Dünyadaki sıcaklık ortalaması 15°C kadardır. Eğer sera gazları atmosferde olmasaydı yeryüzünün sıcaklığı 33°C daha düşük olacaktı ki; o zaman yeryüzü sıcaklığı -18°C civarında olacağından dünyada canlıların yaşama olasılığı kalmayacaktı<sup>37</sup>. Atmosferdeki sera gazlarının oranı arttığında ise küresel ısınma olayı ile karşı karşıya kalınacaktır. Bunun doğal sonucu olarak kutuplardaki ve yüksek dağlardaki buzullar eriyecek, aşırı sıcaklar nedeniyle bitki ve hayvanların yaşam alanları azalmaya başlayacaktır. Denizler ısındıkça bünyelerindeki erimiş karbondioksit gaz halde atmosfere verileceğinden sera etkisi artarak devam edecektir. Dünya iklim sistemi dengesinin bozulmasının, yaşam koşulları açısından oldukça zor

---

<sup>35</sup> Aksay vd. a.g.m.,2005: 34.

<sup>36</sup> Aksay vd. a.g.m.,2005: 34.

<sup>37</sup> Murat Türkeş, "Küresel İklimin Geleceği ve Kyoto Protokolü", Mülkiye Dergisi, Cilt:32, Sayı: 259, 2008: 104.

şartları ortaya çıkaracağı yönünde görüşler vardır. Genel görüş ise büyük felaketlerin ortaya çıkacağı yönündedir<sup>38</sup>.

*Tablo 1.6: Enerji Üretim ve Tüketiminden Kaynaklanan Sera Gazları*

Faaliyet Türü	Salınan Sera Gazları
<b>Enerji Üretimi</b>	
I. Birincil Enerji Üretimi	
1.1. Kömür madenciliği	Metan, uçucu organikler
1.2. Petrol ve petrol ürünleri üretimi, rafinasyonu, depolanması ve taşınması	Metan, uçucu organikler
1.3. Doğal gaz işleme, taşıma ve dağıtımı	Metan, uçucu organikler
II. İkincil Enerji Üretimi (Enerji çevrimi)	
Termik Santraller	Karbondioksit
<b>Enerji Tüketimi</b>	
I. Ulaştırma sektöründe	
1.1. Motorlu kara taşıtları	Karbondioksit, diazotmonoksit, uçucu organikler
1.2. Hava taşıma araçları	Karbondioksit diazotmonoksit, uçucu organikler
1.3. Tankerler	Karbondioksit, diazotmonoksit uçucu organikler
II. Sanayi sektöründe	
Fosil yakıtların yakılması ile proses, buhar ve ısıtma suyu elde edilmesi	Karbondioksit, metan, diazotmonoksit
III. Konutlarda	
Fosil yakıtlarla evsel ısıtma	Karbondioksit

Kaynak: Sema Alpan Atamer, "Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü", Türkiye III. Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, 'Küreselleşmenin' Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları, TMMOB, EMO, Ankara, 2001: 374.

<sup>38</sup> Akın, a.g.m.,2005: 33.

Sera gazlarının sadece enerjinin üretimi sırasında değil, enerji tüketiminde de olduğu Tablo 1.6' da görülmektedir.

Küresel ısınma ve bunun sonucu oluşan doğal felaketlerin nedeni sera gazlarının varlığından değil, insan aktivitesi sonucu gereğinden fazla atmosferde birikmesindedir. Gereğinden fazla artışın temel nedeni kömür, petrol ve doğal gaz gibi yüz binlerce yılda yeraltında oluşan fosil yakıtların aşırı ve bilinçsiz kullanılmasındandır<sup>39</sup>.

### 1.3.2.3. Asit Yağmurları

Enerji üretmek için termik santrallerde kullanılan fosil yakıtların yanmasıyla oluşan karbondioksit, karbonmonoksit, azot ve kükürtoksit gibi kirletici gazlar atmosfere karışmakta, havada bulunan nemle birleşerek asit yağmurlarına neden olmaktadır. Asit yağmurları düştüğü yerlerde canlı ve cansız varlıkları olumsuz etkileyen bir durumdur<sup>40</sup>. Asit yağmurlarının oluşmasında fabrikalar %40, motorlu taşıtlar %10, konutlar %20 ve termik santraller %30'luk bir paya sahiptir<sup>41</sup>.

Asit yağmurları, bitki ve ağaç yapraklarını yakmakta, topraktaki minerallerin erimesine yol açmaktadır. Bitkiler ise eriyen bu minerallerden kendilerine zararlı olanlarını süzüp, eleme yapamazlar. Asit yağmurları sadece bitkileri öldürmekle kalmaz, aynı zamanda çiftlik ürünlerini de hem nicelik hem de nitelik açısından etkiler. Sebze ve meyveler daha küçük, çoğu zaman biçimsiz ve daha az besleyici olurlar. Asit, bitkilerin hastalıklara karşı da direncini azaltır ve bunun sonucu üretimin azalması, azalan ürünlerin de pahalıya satılması ile ekonomik dengelerin bozulmasına neden olur. Asit yağmurlarının zararı, ormanlarla sınırlı olmayıp, canlı varlıkların yanı sıra, demir yolları, binalar, köprüler ve tarihsel kalıntılar üzerinde de tahribatlara neden olmaktadır<sup>42</sup>.

Asit yağmurları sonucu genel olarak;

- Göl ve akarsulardaki canlı yaşamı olumsuz etkilenir. Buna bağlı olarak ekolojik denge bozulur.

<sup>39</sup> Akın, a.g.m.,2005: 34.

<sup>40</sup> Akova, a.g.e.2008: 16.

<sup>41</sup> Salih Teker, vd. **9. Sınıf Biyoloji**, İzmir, Coşku Yayınları, 2010: 174.

<sup>42</sup> Halil Kumbur vd. "Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Mersin, Ekim 2005: 32-38.



- Toprağın mineral dengesini bozar, ağaçların yeni çıkan yapraklarını yakar.
- Zarar gören ormanların atmosferde biriken karbondioksiti temizleyebilme gücü azalır.
- Yağışlarla toprağa ve içme sularına karışan asitler, suyun kimyasal bileşimini değiştirerek çeşitli hastalıklara neden olurlar.
- Okyanusların yüzeye yakın kısımlarında canlı hayatının tamamen ortadan kalkmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

### **1.3.3. Küresel Isınmaya Karşı Uluslararası Gelişmeler**

Küresel ısınmanın nedeninin, tüm ülkeler tarafından atmosfere salınan sera gazları olduğu konusunda bilim insanları ve ilgili uzmanlar fikir birliğine varmışlardır. Bu nedenle, küresel ısınmaya karşı alınabilecek önlemler, sera gazları salınımının tüm ülkeler tarafından azaltılmasıyla özdeşleştirilmiştir. Ancak sera gazları salınımına neden olan fosil yakıtların kullanılmasının azaltılması çok yönlü ekonomik sorunlar oluşturmaktadır. İşsizlik, büyüme hızının azalması, ticaret gelirlerinin düşmesi, alternatif enerjiler için yeni masrafların yapılması zorunluluğu bu sorunlardan sadece birkaçıdır.

Bilim insanlarının hepsi, fosil yakıt kullanımı yerine, atmosferin karbondioksit yoğunluğunu arttırmayan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasını önermektedirler. Bu konu, birçok dünya zirvesi toplantılarında tartışılmış ve uluslar arası protokol ve sözleşmeler düzenlenmiştir. (1992 Rio, 1997 Kyoto, 2002 Johannesburg gibi). Ayrıca karbondioksit harcayan ormanların tahrip edilmemesi, enerji tasarrufu sağlanması, enerji harcayan ev alet ve gereçlerinde standartların geliştirilmesi, çarpık kentleşmeye son verilmesi de alınması gereken önlemler arasında sayılmaktadır.

Küresel ısınmanın en önemli sebeplerinden olan enerji üretimi sonucu oluşan sera gazı emisyonlarının azaltılması için alınabilecek önlemler genel olarak üç grupta incelenmektedir. Bunlar;

- Yüksek emisyonu sahip fosil enerji kaynakları (petrol, kömür, doğalgaz, vb.) yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgâr, güneş, jeotermal, hidrolik, vb.) kullanılması, fosil kaynakların daha yüksek verimli araç ve cihazlarda kullanılması.

- Fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşan CO<sub>2</sub>'nin tutulması ve yeraltında depolanarak atmosfere verilmesinin önlenmesi.
- Enerji kullanılan tüm alanlarda enerji verimliliğinin artırılarak, enerji tasarrufu konusunda halkın bilinçlendirilmesi, enerji tasarruf yöntemleri hakkında bilinçli bir toplum oluşturulmasıdır<sup>43</sup>.

### 1.3.3.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)

İklim değişikliği, “nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır. Günümüzde sözü edilen küresel iklim değişikliği ise, fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışı ve iklimde oluşan değişiklikleri ifade etmektedir<sup>44</sup>.

İklimdeki değişimlerin gözle görünür hale gelmesi ve bu değişimlerin insan kaynaklı faaliyetler sonucu ortaya çıktığını destekleyen bilimsel çalışmaların artması sonucunda ülkeler 1992 yılında Rio Dünya Zirvesi olarak bilinen toplantıda bir araya gelerek, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni hazırlamışlardır. Sözleşmenin amacı, atmosferde tehlikeli bir boyuta varan insan kaynaklı sera gazlarının iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve belli bir düzeyde tutulmasını sağlamaktır<sup>45</sup>. Bu amaca ulaşmak için gelişmiş ülkeler 2000 yılındaki sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesine indirmek ve gelişme yolundaki ülkelere teknolojik ve mali kaynak sağlamakla yükümlüdürler.

Sözleşme, kararların yer aldığı 26 maddeye ilave olarak iki ek madde içermektedir. Ek-I olarak adlandırılan birinci listede, sözleşmenin imzaya açıldığı tarih olan 1992 yılında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) üye 24

<sup>43</sup> Mustafa Tırıs, “Enerji Üretim ve Kullanım Sektörleri Açısından Yapılması Gerekenler” Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran, 2005: 45.

<sup>44</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri” 13/05/2008 tarih ve B.18.ÇYG.0.02.00.04-020/8366 sayılı, Ankara,2008: 3.

<sup>45</sup>Mustafa Şahin, “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Ve Türkiye”, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Rio Sözleşmesi Kapsamında Türkiye'nin Kapasitesinin Değerlendirilmesi Projesi, Ankara, 2009.

ülke ile Avrupa Birliği üyesi devletler yer almaktadır. Ayrıca pazar ekonomisine geçiş süreci yaşayan Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri ile Eski Sovyetler Birliği'nden ayrılan bazı ülkeler de Ek-I listesindedir. Ek-2 listesinde ise gelişmiş olarak nitelendirilen 24 OECD ülkesi ile AB yer almaktadır.

Sözleşmeye taraf olan, kabul eden, onaylayan ya da katılan ülkeler iklim değişikliği ile ilgili yükümlülüklerini yerine getirmek durumundadırlar. Ayrıca, Sözleşme'nin yaşama geçirilmesi için attıkları adımlar konusunda ulusal bildirim olarak adlandırılan raporlar vermeleri gerekmektedir. Bu amaçla hazırlanacak ulusal programlarda aşağıda belirtilen noktalar yer alacaktır;

- İklim değişikliğine yol açan etmenleri azaltacak uygulamalar,
- Çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi ve transferi çerçevesinde yapılan düzenlemeler,
- İklim değişikliğine uyum sağlamaya yönelik hazırlıklar,
- İklimle ilgili araştırmaları, küresel iklim sistemine ilişkin gözlemleri ve bilgi alışverişini sağlamaya yönelik planlar,
- İklim değişikliği ile ilgili eğitim, öğretim ve halkın bilinçlendirilmesi.

Sözleşmenin temel ilkeleri ise;

- İklim değişikliğinden etkilenecek olan gelişme yolundaki ülkelerin ihtiyaç ve özel koşullarının dikkate alınması,
- İklim sisteminin eşitlik temelinde, ortak fakat farklı sorumluluk ilkesine uygun olarak korunması,
- İklim değişikliğinin önlenmesi için alınacak tedbirlerin etkin ve en az maliyetle yapılması,
- Sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi, alınacak politika ve önlemlerin ulusal kalkınma programlarına uyumlu hale getirilmesi,
- Alınan karşı önlemlerin keyfi, haksız, ayrımcı veya uluslararası ticarete gizli bir kısıtlama oluşturmayacak nitelikte olmasıdır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Haziran 1992 yılında yapılan BM Çevre ve Kalkınma Rio Konferansında imzaya açılmıştır. Sözleşmenin imzaya açılmasından yaklaşık iki yıl sonra üye 50 ülkenin imzalaması

ile 21 Mart 1994 tarihinde resmen yürürlüğe girmiştir. Türkiye, 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla sözleşmeye 189. taraf ülke olarak katılmıştır.

*Tablo1.7: BMİDÇS Taraf Ülkeler ve Yükümlülükleri*

Listeler	Ülkeler	Sorumluluklar
Ek-1	OECD + AB + PEGSÜ (Pazar Ekonomisine Geçiş Sürecindeki Ülkeler) (40 ülke) Türkiye (Özel şartları tanınarak)	Emisyon Azaltımı
Ek-2	OECD + AB-15 (25 ülke) Türkiye (hariç)	Teknoloji Transferi ve Mali Destek Sağlamak
Ek-1 Dışı	Diğer Ülkeler (Çin, Hindistan, Pakistan, Meksika, Brezilya, ...)	Yükümlülükleri yok

Kaynak: <http://www.bayindirlik.gov.tr/turkce/> ( 04.02.2012)

Ek-I taraflarını oluşturan ülkeler; 1992 yılında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyesi olan sanayileşmiş ülkeler, Rusya Federasyonu, Baltık Devletleri, Orta ve Doğu Avrupa'daki kimi devletler ve Ekonomileri Geçiş Sürecinde Olan Ülkeler (EIT)'dir. Ek-I tarafları için geçerli olan temel emisyon yükümlülüğü, bu ülkelerin, 2000 yılındaki sera gazı emisyon düzeylerini 1990'daki düzeye indirmeleri, iklim değişikliğini önleyici yeni politikalar benimsemeleri ve gerekli önlemleri almalarıdır. Düzenleme, bu ülkeleri iklim değişimiyle mücadele konusunda kararlı bir tutum almaya zorlamaktadır<sup>46</sup>.

Ek-II tarafları, EIT tarafları dışında kalan, OECD üyesi diğer Ek-I ülkelerinden oluşmaktadır. Sözleşme uyarınca bu ülkeler, gelişmekte olan ülkelere Sözleşme çerçevesinde emisyon azaltma çalışmalarında finansman kaynağı sağlamak ve iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarına uyum sağlamalarında bu ülkelere

<sup>46</sup> Şahin, a.g.m.:2009: 3.

yardımcı olmakla yükümlüdürler. Bu ülkeler ayrıca, çevre dostu teknolojileri geliştirmek ve bu teknolojilerin EIT taraflarıyla gelişmekte olan ülkelere transferi için uygulanabilir bütün adımları atmak zorundadırlar.

Birleşmiş Milletler tarafından “en az gelişmiş ülkeler” (EGÜ) olarak sınıflandırılan 48 ülke Sözleşme’de özel olarak dikkate alınmıştır. Bunun nedeni, söz konusu ülkelerin iklim değişikliğine yanıt verecek ve bunun olumsuz sonuçlarına uyum sağlayacak kapasitelerinin sınırlı olmasıdır. Dolayısıyla taraflardan, finansman ve teknoloji transferi gibi konularda EGÜ’lerin özel durumunu tam olarak dikkate almaları istenmektedir.

### **1.3.3.2. Kyoto Protokolü**

Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadele sağlamaya yönelik uluslararası protokoldür. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi çerçevesinde imzalanmıştır. Bu protokolü imzalayan ülkeler, sera etkisine neden olan karbon dioksit ve diğer gazların salınımını azaltmaya veya bunu yapamıyorlarsa salınım ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. Protokol, ülkelerin atmosfere saldıkları sera gazı miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmelerini gerekli kılmaktadır. Protokolün temel hedefinin, sera etkisine neden olan faktörlerin en önemlisi olan fosil yakıt kullanımının azaltılarak yerine çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlamak olduğu söylenebilir. Kyoto Protokolü, BMİDÇS’nin sera gazı emisyonlarının azaltılmasına veya sınırlandırılmasına yönelik hukuki açıdan bağlayıcılığı olan bir belgedir<sup>47</sup>.

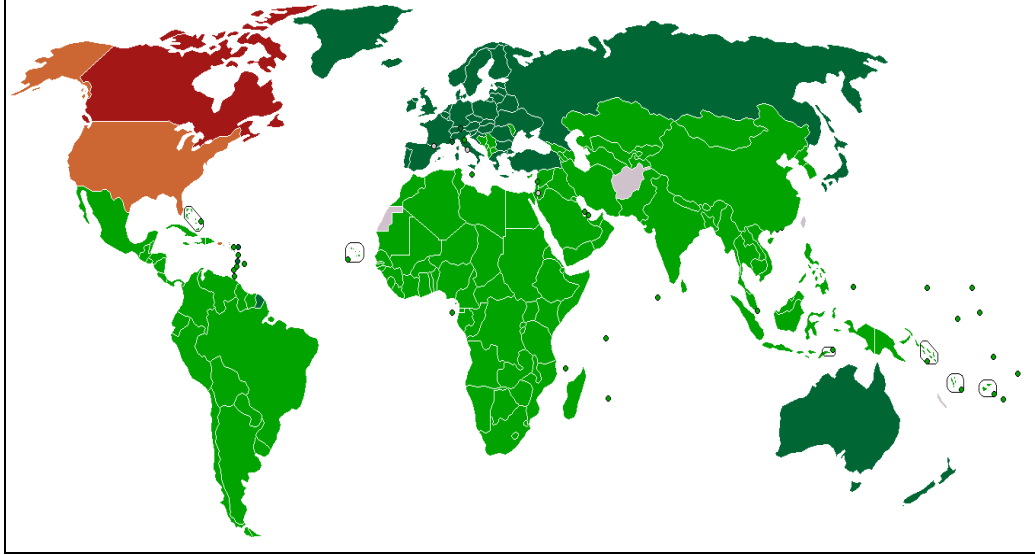
11 Aralık 1997 tarihinde, Japonya’nın Kyoto şehrinde imzalanan protokol, 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girebilmiştir. Çünkü protokolün yürürlüğe girebilmesi için, onaylayan ülkelerin 1990’daki emisyonlarının yeryüzündeki toplam emisyonun %55’ini bulması gerekmekteydi ve bu orana ancak sekiz yılın sonunda Rusya’nın sözleşmeyi imzalamasıyla ulaşılabildiği<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> Şahin,a.g.m.,2009: 4.

<sup>48</sup> Kyoto Protokolü, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_Protokol%C3%BC#Anla.C5.9Fman.C4.B1n\\_Durumu](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokol%C3%BC#Anla.C5.9Fman.C4.B1n_Durumu), ( 04.02.2012)

Şekil 1.3: Kyoto Protokol'üne Katılım



- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| ■ İmzalayan ve onaylayanlar   | ■ İmzalayan; fakat anlaşmayı onaylamayan |
| ■ Yalnız imzalayanlar         | ■ İmzalayan; fakat daha sonra çekilenler |
| ■ İmzalama sürecinde olanlar. | ■ İmzalamayanlar.                        |

Kaynak: [http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_Protokol%C3%BC#Anla.C5.9Fman.C4.B1n\\_Durumu](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokol%C3%BC#Anla.C5.9Fman.C4.B1n_Durumu),  
( 04.02.2012)

Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarını, 2000'den sonra azaltmaya yönelik yasal yükümlülükleri düzenlemektedir. Ek I tarafları, Kyoto Protokolü'nde listelenen sera gazlarını 2008-2012 döneminde 1990 düzeylerinin en az % 5 altına indirmekle yükümlüdür. Fakat bazı taraf ülkeler bu yükümlülük döneminde sera gazı emisyonlarını arttırma ayrıcalığı alırken, aralarında Rusya'nın da bulunduğu bazı ülkeler de sera gazı emisyonlarının 1990 düzeylerine göre herhangi bir değişiklik yapmama ayrıcalıkları almışlardır. AB, hem birlik olarak hem de üye ülkeler açısından % 8'lik bir azaltma yükümlülüğü almıştır<sup>49</sup>.

<sup>49</sup> Murat Türkes "Küresel İklimin Geleceği ve Kyoto Protokolü", Mülkiye Dergisi, Cilt:32, Sayı: 259, 2008: 101-112.

Kyoto Protokolü şu anda yeryüzündeki 181 ülkeyi ve sera gazı emisyonlarının %55'inden fazlasını kapsamaktadır. Sözleşmeye göre;

- Atmosfere salınan sera gazları, 2008-2012 yılları arasındaki dönemde, 1990 yılındaki seviyesinin en az yüzde 5 altına indirilecek,
- Endüstriden, motorlu taşıtlardan, ısıtmadan kaynaklanan sera gazı miktarını azaltmaya yönelik mevzuat yeniden düzenlenecek,
- Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerinin endüstriye yerleştirilmesi sağlanacak, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Fosil yakıtlar yerine, alternatif enerji kaynakları kullanılacak,
- Termik santrallerde daha az karbon çıkartan sistemler, teknolojiler devreye sokulacak,
- Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üreten daha fazla vergi alınacaktır.

Gelişmiş ülkeler, sera gazı emisyon oranlarını azaltmak için uygulayacakları ulusal politikalar haricinde, sera gazı emisyonlarını buna bağlı olarak da iklim değişikliğinin etkilerini azaltma etkinliklerini en düşük maliyetle yüklenmek için, ulusal sınırlarının dışına çıkma kolaylığı sağlamaktadır. “Kyoto esneklik mekanizmaları” olarak bilinen üç mekanizmayı uygulayarak belirlenen hedeflere ulaşabilecekleridir<sup>50</sup>.

Diğer ülkelerle ortak hareketi gerektiren bu esneklik mekanizmaları, üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

#### **1.3.3.2.1. Ortak Yürütme Mekanizması**

Protokol’de yer alan esneklik mekanizmalarından biri, 6. maddede düzenlenen “Ortak Yürütme” mekanizmasıdır. Bu esneklik mekanizmasına göre, Ek I ülkesinin, diğer bir Ek I ülkesinde sera gazı emisyonu azaltmayı amaçlayan bir projeye yatırım yapması sonucunda emisyon azaltma kredisi kazanması ve bunun kendi belirlenmiş salım yükümlülüğüne sayılması; ev sahibi Ek I ülkesinin aktardığı

---

<sup>50</sup> Fatma Özlem Kocaman, “Türkiye’de Sivil Toplum Kuruluşlarının Küresel Isınmaya Bakışı ve Faaliyetleri” **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 2009: 48.

emisyon azaltma kredisinin ise, o ülkenin kendi fazla indirimlerinden düşülmesi şeklinde gerçekleşecektir<sup>51</sup>.

Protokol uyarınca ortak yürütülen projelerde, enerji verimliliğine ilişkin gelişimini tamamlamış ya da yenilenebilir enerjiyi büyük ölçüde kullanmakta olan gelişmiş ülkeler, kendi ülkelerinde karbon vergisi ya da enerji fiyat düzenlemeleri gibi önlemlerle salım yükümlülüklerini yerine getirmeleri daha zor ve pahalı olacağından, diğer ülkelerle ortak yürütülen projeleri gerçekleştirme konusuyla yakından ilgileneceklerdedir. Özellikle kömür ve petrol vb. gibi fosil yakıtlara büyük ölçüde bağımlı olan ve enerjiyi verimli bir şekilde kullanamayan Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri ile eski Sovyetler Birliği ülkelerini içeren Ek II tarafları ise, ortak yürütülen projelerine ev sahibi olmaya istekli olabileceklerdir. Projeler, sanayileşmiş ülkelerden pazar ekonomisine geçiş sürecinde olan Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri ile Rusya Federasyonu'na büyük oranlarda teknoloji ve para aktarılmasını sağlayacaktır. Buna örnek olarak, Hollanda'nın Polonya'da bir yakıt dönüştürme projesinin finansmanı için hazırladığı proje gösterilebilir. Proje olmaksızın güç santralı yılda 0.5 Mton karbondioksit salacaktı. Proje ile salımlar yılda 0.2 Mton 'a düşecektir. Tasarruf edilen 0.3 Mton Hollanda'ya kredi olarak verilecektir ve Polonya'dan çıkarılacaktır. İndirimin nihai bölüşümü taraflar arasındaki anlaşmalara bırakılmıştır<sup>52</sup>.

#### **1.3.3.2.2. Temiz Kalkınma Mekanizması**

Kyoto Protokolü'nde yer alan bir diğer esneklik mekanizması ise, 12. maddede düzenlenen “Temiz Kalkınma Mekanizması”dır. Bu mekanizmada, emisyon hedefi belirlemiş gelişmiş bir ülke, emisyon hedefi belirlememiş az gelişmiş bir ülke ile işbirliğine giderek, o ülkede sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik projeler yaparsa, “Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltma Kredisi” kazanır ve toplam hedeften düşülür. Böylece, gelişmiş ülkelere emisyon azaltıcı yatırımlar yapılacak ve bu yatırımlar sonucunda gelişmiş ülkeler emisyon kotası elde ederek bu kotaları kendi taahhütleri için kullanabileceklerdir. Söz konusu

<sup>51</sup> Türkeş, a.g.m.:2008: 101-112.

<sup>52</sup> Murat Türkeş, Utku M. Sümer, Gönül Çetiner, “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 52, 2000: 84-100.



projelerin BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi tarafından onaylanmış olması gerekmektedir

Gelişmiş ülkeler, gelişme yolundaki ülkelerin gerçekten gereksinim duyduğu yenilenebilir enerji sistemleri ve enerjiyi verimli kullanan teknolojileri sağlama potansiyeline sahiptir. Teşvik edilecek ve lisans verilecek projelerde temiz enerji sistemleri olarak gelişmekte olan ülkelere temiz kömür ve temiz nükleer enerji teknolojilerini yaygınlaştırmak için de fırsat verilebilmektedir. Ancak, bu ülkelerin tümüyle kömüre dayalı enerji üretimi üzerinde yoğunlaşmaları, buna karşılık yenilenebilir enerjileri göz ardı etmeleri gibi kuşular da yok değildir. Temiz kömür ve temiz nükleer enerji projelerine sağlanan indirimlerden çok, sera gazı emisyonlarını azaltmak için daha kalıcı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Kullanılan enerjiyi, enerji verimliliği yüksek, temiz ve yeni teknolojiler ile yenilenebilir enerji sistemlerinden sağlandıkça bu tip projeler gelişecek, daha çok destek bulacaktır<sup>53</sup>.

#### **1.3.3.2.3. Emisyon Ticareti Mekanizması**

Kyoto Protokolü'nün 17. maddesinde düzenlenmiş olan "Emisyon Ticareti Mekanizması", emisyon hedefi belirlemiş ülkelerin, taahhüt ettikleri indirimi tutturmak için, ilave olarak kendi aralarında emisyon ticareti yapabilmelerine imkan tanımaktadır. Söz konusu madde uyarınca, sera gazı emisyonunu belirlenen hedeften daha da fazla miktarda azaltan bir Ek I ülkesi, gerçekleştirmiş olduğu söz konusu bu ek indirimi, başka bir taraf ülkeye satabilmektedir<sup>54</sup>. Bu satış, ülkeler arasında olabileceği gibi ülke içi veya uluslararası sektörler arasında da olabilmektedir.

Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarının uygulanmasına ilişkin yasal kuralların çerçevesi, Temmuz 2001'de kabul edilen Bonn Anlaşması ile çizilmiştir. Kasım 2001'de Fas'ın Marakeş kentinde yapılan BMİDÇS Taraflar Konferansı'nın 7. Toplantısında kabul edilen Marakeş Uzlaşmaları'yla yasal metinlere dönüştürülmüştür<sup>55</sup>.

---

<sup>53</sup> Türkeş, a.g.m.:2008: 101-112.

<sup>54</sup> Kocaman, a.g.t.,2009: 49-50.

<sup>55</sup> Türkeş, a.g.m.,2000: 92.

### 1.3.3.3. Türkiye ve Kyoto Protokolü

Türkiye hem EK-I ülke grubuna hem de EK-II ülke grubuna dahil edilmesi nedeniyle sorumluluklarını yerine getiremeyeceği düşüncesiyle sözleşmeye 2009 yılına kadar taraf olmamıştır. Çevre politikalarının uygulanması esnasında karşılaşılan maliyetlerin bütçe dengelerinde oluşturabileceği olumsuzluklar da sözleşmeye taraf olmama konusunda önemli etken olmuştur. Türkiye protokolde Ek-II grubunda bulunan ülkelere çıkarılması ve sosyalist ülkelere tanınan kolaylıklardan faydalandırılması durumunda sözleşmeye taraf olabileceğini belirtmiştir. Marakeş Taraflar Konferansında Türkiye'nin Ek-II den çıkarılması kabul edilmiştir.

Türkiye'nin, Kyoto Protokolü'ne katılmasının uygun bulunduğu ilişkin kanun tasarısı 05.02.2009 tarihinde, TBMM Genel Kurulunda kabul edilerek yasalaştı<sup>56</sup>. Yasaya göre, Türkiye'nin Protokol'e taraf olmasının sağlayacağı yararlar ise şöyle sıralanmaktadır: “Ülkemizin, kurucu üyelerinden olduğu BM'nin saygın bir ülkesi olarak, Protokol'e taraf olması, uluslararası gündemin en öncelikli ve acil sorunlarından biri haline gelen iklim değişikliği ile mücadele konusundaki kararlılığını ve uluslararası toplumun güvenilir bir ülkesi olduğunu göstermesi bakımından önem arz etmektedir.”

Protokol'e taraf bir Türkiye'nin, Sözleşme'ye taraf ülkeler nazarında itibarı ve 2012 sonrasına ilişkin müzakerelerde ağırlığı artacak, iklim değişikliği ile mücadele konusunda 2012 sonrasının şekillenmesinde ülkemiz kendi koşullarını daha iyi değerlendirebilecektir. Kanun 2012 yılına kadar Türkiye'ye bir yükümlülük getirmemektedir.

Kyoto Protokolü, AB çevre müktesebatının bir parçasıdır. AB, Protokol'ün yerini alacak olan yeni anlaşmayı da müktesebatına dâhil edecektir. Dolayısıyla, 2012 sonrasını önemseyen AB, ülkemizin Protokol'e taraf olarak, geleceğe yönelik hazırlıklarını bir an önce başlatmasını istemektedir.

AB'nin 31 Mayıs 2002'de protokolü kabul edip 2008-2012 yılına kadar başta karbondioksit olmak üzere sera gazı salınımını, 1990'daki düzeyinin %8'i oranında gönüllü olarak düşürmeye başlamış olması, diğer ülkelerle yaptığı ticareti de, Kyoto

<sup>56</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_Protokol%C3%BC](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokol%C3%BC) (18.02.2012)

Protokol'ünü kabul edip etmemelerine göre düzenlemeyi planladığını ilan etmesi, Türkiye'nin Protokol'ü kabul etmesinde önemli bir etken olmuştur<sup>57</sup>.

Kyoto Protokolü, sera gazlarını artıran salımın kontrol altına alınarak zararın azaltılmasıyla birlikte, enerji, tarım, orman, katı atıklar, kıyıların kullanımı, vb. konu ve sektörlerde uyum çalışmaları yapılmasını istenmektedir. Bütün bunlar, protokol ve cezai yaptırım gibi şartlar olmadan, küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinden korunmak için sözleşme imzalanmamış olsa da kendiliğinden yapılması gereken çalışmalardır.

*Tablo 1.8: Türkiye'nin 1990-2009 Yılları Arası Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları*

Toplam Sera Gazı Emisyonları (Mton eş- CO <sub>2</sub> )								
Yıl / Sektörler	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Enerji	132,13	160,79	212,55	241,45	258,56	288,7	276,7	278,33
Endüstriyel Süreçler	15,44	24,2	24,37	28,75	30,7	29,26	29,83	31,69
Tarımsal Faaliyetler	29,78	30,35	27,37	25,84	26,5	26,31	25,04	25,7
Atık	9,68	23,83	32,72	33,52	33,88	35,71	33,92	33,93
TOPLAM	187,03	239,17	297,01	329,56	349,64	379,98	366,49	369,65

Kaynak: Makina Mühendisleri Odası, **Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği**, 3. Baskı, Ankara, MRK Baskı ve Tanıtım Hizmetleri Tic. Ltd. Şti, 2012

Sera gazı emisyonlarının 2009 yılı verilerine göre toplam emisyonlar içinde en büyük payı %75'lik oranla enerji sektörü almaktadır. 1990-2009 yılları arasında ülkemizin toplam sera gazı emisyonları %97,6 oranında artmıştır. Türkiye, özel

<sup>57</sup> Miktat Kadioğlu, **Kyoto Protokolü ve Türkiye**, Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran, 2005: 40.

koşulları çerçevesinde iklim değişikliği etkilerini azaltmak için gösterilen çabalara katkıda bulunmak ve %7 emisyon kısıtlamasını karşılamak için 2010 yılında “Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi”ni hazırlamıştır. Stratejide; enerji, ulaşım, sanayi, tarım ve orman sektörleri için kısa, orta ve uzun dönem hedefler, sera gazı emisyonlarının kontrolü ve azaltılması için belirlenmiş ve stratejinin uygulanması için bir "Eylem Planı" hazırlanmıştır. Alınan önlemler sayesinde 2020 yılı itibarıyla elektrik, endüstri ve yerleşim birimi sektörlerinde 75 Mton karbondioksit emisyon tasarrufu sağlanabileceği tahmin edilmektedir<sup>58</sup>.

Yarı kurak iklime sahip olan ülkemiz için en önemli sorunlardan biri, sıcaklık artışı sonucunda artan buharlaşmanın tarımına yapacağı olumsuz etkilerdir. Atmosferik sera gazlarının artması ve iklim değerlerindeki değişimler, tarımsal üretim dâhil olmak üzere biyolojik çevrede etkilerini göstermektedir. Buna ek olarak meteorolojik koşulların, ülkemiz nüfusunun yaklaşık %45'inin geçimini sağladığı tarımı, dolayısıyla da Türkiye ekonomisini olumsuz bir şekilde etkileyeceği açıktır. Sadece sıcaklıktaki değişim bile, Türkiye'deki tarımsal rekolteyi büyük ölçüde etkileyebilecektir<sup>59</sup>.

Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları içinde Türkiye'nin Sözleşme ve Protokol kapsamında uygulayabileceği en uygun mekanizmanın Ek-I ülkeleri arasında proje karşılığında, karşılıklı anlaşmaya dayalı olarak yapılacak “Ortak Uygulama Projeleri” olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, Türkiye’de sera gazı emisyonlarını azaltmada önemli bir yeri olan enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili projelerin önem kazanacağı belirtilebilir<sup>60</sup>.

---

<sup>58</sup> Makina Mühendisleri Odası, **Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği**, 3. Baskı, Ankara, MRK Baskı ve Tanıtım Hizmetleri Tic. Ltd. Şti, 2012: 17-48.

<sup>59</sup> Kadioğlu a.g.m.,2005: 40.

<sup>60</sup> Göknil Çılgın Yamanoglu, “Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolü” **Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, 2006: 40.

## İKİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Temiz enerji kaynakları ve yeşil enerji olarak da tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları dünyamızın geleceği için hayati önem taşımaktadır. Enerji üretiminde yaygın olarak kullanılan fosil yakıtların yakın gelecekte tükenecek olması, daha da önemlisi fosil yakıt kullanımı sonucu oluşan çevre sorunlarının her geçen gün artarak dünyadaki canlı yaşamını tehdit eder boyutlara ulaşması, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde çoğunlukla herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı olmayan, çevreye zararı ve etkisi geleneksel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan enerji kaynaklarını ifade eder<sup>61</sup>. Dünyada var olan ve gerçekleşen doğal olaylar sonucunda elde edilebilen bu enerjiler; hidroelektrik enerji, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biokütle enerjisi, okyanus kaynaklı dalga ve gel-git enerjisidir. Bu kaynaklar kullanıldıkça tükenmez, kısa süre içerisinde yenilenir.

10 Mayıs 2005 tarih ve 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"da "Tanımlar ve kısaltmalar" başlıklı üçüncü maddesinin birinci fıkrasının sekiz numaralı bendinde, yenilenebilir enerji kaynakları (YEK), şöyle tanımlanmıştır: Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarıdır. Yine aynı maddenin birinci fıkrasının on bir numaralı bendinde, bu kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: "Rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar

---

<sup>61</sup> A.Rüya Ataman, "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları", **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara,2007: 97.

alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını ifade eder." şeklinde tanımlanmıştır<sup>62</sup>.

En genel anlatımla, yenilenebilir enerji kaynağı, enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır<sup>63</sup>.

Yenilenebilir enerji kaynakları, genel olarak yedi gruba ayrılmaktadır;

- 1) Güneş Enerjisi
- 2) Rüzgâr Enerjisi
- 3) Jeotermal Enerji
- 4) Biyokütle Enerjisi
- 5) Hidroelektrik Enerji
- 6) Hidrojen Enerjisi
- 7) Deniz Kökenli Enerji Kaynakları

## 2.1.YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Binlerce yıl odun, rüzgâr, su ve gelgit kaynaklı enerjiler birçok medeniyetin yüksek seviyedeki özel üretim sistemlerinde, ticari hayatlarında ve mimari eserlerinde, zaman zaman artarak veya azalarak etkin bir rol oynamıştır<sup>64</sup>. Ünlü gelecek bilimci Alvin Toffler'ın ifadesiyle "Birinci Dalga" toplumlarının enerji kaynağı, 18. yüzyılın sonlarında başlayan Sanayi Devrimi'nin öncesine kadar bu kaynaklar olmuştur<sup>65</sup>. Isınmak veya yemek pişirmek için ağaçlar kesilmiş; tarlalar hayvanlar yardımıyla işlenmiş; gelgitle, akarsuyla işleyen çarklar ve yel değirmenleri kullanılmıştır. Bu kaynakların kullanımı doğanın kendini yenileme hızından az olduğu için doğa kendini yenileyebilme imkânı bulmuş, kesilen ağaçların yerine yenileri gelmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılan bu kaynaklar insan hayatındaki ağırlıklı yerini, 1712 yılında, buhar makinesinin Thomas Newcomen tarafından yapılmasından sonra fosil kaynaklara bırakmaya başlamıştır. İlk olarak, kömür yataklarının demir ve diğer madenlerin eritilmesine yaraması ve buhar makinelerinde

<sup>62</sup> <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/1477.html> (20.02.2012)

<sup>63</sup> [http://www.enver.org.tr/modules/mastop\\_publish/files/files\\_4dddf0f24e934.pdf](http://www.enver.org.tr/modules/mastop_publish/files/files_4dddf0f24e934.pdf), (20.02.2012)

<sup>64</sup> Zeki ŞEN, **Temiz Enerji ve Kaynakları**, İstanbul, Su Vakfı Yayınları, 2002: 16.

<sup>65</sup> Alvin Toffler, **Üçüncü Dalga**, Çev. Ali Seden, İstanbul, Altın Kitaplar Basımevi, 1996: 46.

uzun mesafelere taşınabilmesiyle sanayileşme hızlı bir biçimde artmıştır. 1859 yılında ABD'nin Pennsylvania eyaletinde Edwin L.Drake'in açtığı kuyuyla petrol, ilk kez ticari olarak işletilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. 20. yüzyılın başında, içten yanmalı motor devriminin insanların günlük yaşamına girmesi ise o güne kadar enerji gereksiniminin yaklaşık % 90'ını sağlayan odun gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin azalmasına neden olmuştur<sup>66</sup>.

Ancak, 1970 yıllarında ortaya çıkan petrol krizleri ve enerji fiyatlarında yaşanan yükseliş, bir taraftan enerji kaynaklarının nasıl daha verimli kullanılacağını, diğer taraftan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir. 1980'lerde petrol fiyatlarında görülen önemli düşüş, fosil kaynakları tekrar cazip hale getirdiyse de, 1990'lı yıllardan itibaren gelişmeye başlayan temiz çevre bilinci, geleneksel enerji üretim ve tüketiminin hem çevre hem doğal kaynaklar üzerinde yerel ve küresel seviyede olumsuz etkileri olduğunun anlaşılmasını sağlamıştır<sup>67</sup>.

Genel olarak tanımlanan ve tarihsel gelişimi belirtilen yenilenebilir enerji kaynakları bu bölümde daha ayrıntılı olarak açıklanarak, olumlu ve olumsuz yönleriyle ortaya konulacaktır.

## 2.2. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş, dünyaya 150 milyon km uzaklıkta bulunan sıcak gazlardan meydana gelmiş bir küttedir. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan ve hidrojen gazını helyuma dönüştüren füzyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkan çok güçlü bir enerjidir. Oluşan bu enerji ışınım yoluyla uzaya yayılmaktadır. Güneş enerjisinden çok az bir kısmı dünyaya gelerek, burada yaşamın ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Güneşin ömrünün beş milyar yıldan fazla olduğu göz önüne alınırsa, güneş ışınlarının, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağı olacağı görülür. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız olarak da temel oluşturmaktadır. Örneğin; farklı bölgelerin güneş tarafından farklı miktarda ısıtılması sonucu ortaya çıkan sıcaklık ve buna bağlı basınç farklılıkları, rüzgârların oluşmasına neden olur. Fosil yakıtlar, yüzyıllar önce güneşten aldığı enerji sayesinde

<sup>66</sup> <http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/renewable.html>, ( 02.05.2012)

<sup>67</sup> Atilla Gürbüz, "Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Ülkemizdeki Durum", AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları Çalıştayı-3 (19.09.2003), Ankara, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı, 2003: 89.

başkalaşıma uğrayarak bugünkü kullanılan şekline gelmişlerdir. Ayrıca dünyadaki tüm yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için de güneşe ihtiyaç vardır<sup>68</sup>.

Güneş enerji sistemleri, Güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı teknoloji olarak belirtilmektedir. Güneş enerjisinden istifade edebilmek için insanların yaptığı çalışmalar çok eski tarihlere dayanmaktadır. Kaynaklara göre, ilk defa Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere konularak güneş ışınlarının içeri alınmasını ve kuzey kısımların yüksek yapılarak rüzgârın önlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Archimedes (M.Ö. 250)'in ise içbükey aynalarla güneş ışınlarını odaklayarak 30-40 metre uzaklıktaki Sirakuza'yı kuşatan Roma gemilerini yaktığı mitolojik kaynaklarda belirtilmektedir. Güneş enerji sistemleri ile ilgili çalışmalar 1600'lü yıllarda Galile'nin merceği bulmasıyla gelişme göstermiştir. İlk olarak 1725 yılında Belidor tarafından güneş enerjisi ile çalışan bir su pompası geliştirilmiştir. Fransız bilim adamı Mohuchok 1860'da parabolik aynalar yardımı ile güneş ışınlarını odaklayarak elde ettiği enerji ile küçük bir buhar makinesini çalıştırmaya uğraşmış, güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deneyler yapmıştır<sup>69</sup>.

Güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşması 1950'li yıllardan itibaren artmaya başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Japonya'da 1950-1955 yıllarında on binlerce su ısıtıcısı kullanılmıştır. Aynı yıllarda ABD'de Bell Telefon Laboratuvarları tarafından, güneş radyasyonunu doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaiik pil üretimi gerçekleştirilmiştir. Avrupa'da özellikle Akdeniz kuşağında yer alan Fransa ve İtalya'da güneşli su ısıtıcıları kullanılmaya başlanmıştır. Fransa'da 1 MW gücünde bir güneş fırını da yapılmıştır. Güneş enerji teknolojisinin, ilk yatırım maliyetlerinin yüksekliği, bu yıllarda ucuz olan petrol ve doğal gaz karşısında rekabet gücünü sınırlamıştır. Fakat 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizine bağlı olarak ortaya çıkan enerji sorunu güneş enerjisi teknolojilerini tekrar gündeme getirmiş ve bu konudaki çalışmalar artmaya başlamıştır<sup>70</sup>.

Yeni ve temiz enerji kaynaklarının çok önemli konuma geldiği günümüzde yapılan çalışmalarda güneş enerjisi, sınırsız bir enerji olması, tükenmez niteliği,

---

<sup>68</sup> Türkiye Çevre Vakfı, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara, Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, Ankara, 2006: 35.

<sup>69</sup> İsmet Akova, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Ankara, Nobel yayın dağıtım, 2008: 34.

<sup>70</sup> Akova, a.g.e.2008: 35.



çevre kirliliğine yol açmaması, ayrıca iletim ve dağıtım sorunu bulunmaması, ilk kurulum maliyeti düşünülmez ise bedava bir enerji kaynağı olması gibi özellikleriyle büyük önem kazanmış durumdadır<sup>71</sup>. Yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler olması, çok kısa zamanda kurulabilmesi, uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması, temiz bir enerji kaynağı olması gibi nedenlerle dünya genelinde fotovoltaik elektrik enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır<sup>72</sup>.

Güneş enerjisi günümüzde konut ve iş yerlerinin ısıtma ve soğutulmasında, yemek pişirmede, sıcak su temin edilmesinde, yüzme havuzu ısıtılmasında, sera ısıtması, tarım ürünlerinin kurutulmasında kullanılmaktadır. Sanayi ve ulaşım sektörlerinde de güneş enerjisinden yararlanılmaya başlanmıştır. Örneğin; güneş ocakları, güneş fırınları, güneş pişiricileri, deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları, sinyalizasyon sistemlerinde ve elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılmaktadır<sup>73</sup>.

Güneş enerjisi teknolojileri genel olarak üç gruba ayrılarak incelenebilir. Bunların birincisi, güneş enerjisinden düşük sıcaklık elde edilmesinde kullanılan sistemler, ikincisi güneş ışınlarını yoğunlaştırarak elektrik üreten sistemlerdir. Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. Üçüncüsü ise, güneş ışınlarından doğrudan elektrik üreten sistemlerdir. Güneş pilleri veya fotovoltaik piller de denen bu yarı iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

### **2.2.1. Güneş Enerjisiyle Düşük Sıcaklıkların Elde Edilmesinde**

#### **Kullanılan Teknolojiler**

Düşük sıcaklık elde edilmesinde en yaygın olarak kullanılan teknoloji “Güneş Kollektörleri” olarak adlandırılan teknolojidir. Bu sistemlerde güneş ışınları kollektörlerde soğrulur, soğrulan bu ışınlar sistem içerisinde borulardaki suyu ısıtır. Isıtılan su; evlerin ısıtılmasında, sıcak su temininde, seraların ısıtılmasında, sanayi tesisleri için sıcak su temininde kullanılır.

---

<sup>71</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 41.

<sup>72</sup> Kamil B. Varınca ve M. Talha Gönüllü, **Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma**, I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi 21-23 Haziran, Eskişehir, 2006: 270.

<sup>73</sup>Varınca ve Gönüllü, a.g..e., 2006: 271.

Resim:2.1 Güneş Kollektörleri



Kaynak:<http://gunesenerji.tk/gunes-enerjisinden/gunes-enerji-sistemleri-nasil-calisir.asp>, (24.02.2012)

Güneş kolektörlerinin, özellikle ekvatora yakın konumda bulunan ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede kullanım alanı bulunmaktadır. ABD, Japonya, Fransa, İtalya, Yunanistan, İsrail gibi ülkelerde bu sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneşli günlerin çok az olduğu İsveç gibi bir ülkede bile  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de, güneş kolektörlerinde  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de sıcak su elde edilebilmektedir<sup>74</sup>. En fazla güneş kolektörü olan ülke 15 milyon  $\text{m}^2$  ile ABD'dir. Bunu 9-10 milyon  $\text{m}^2$  ile Japonya ve Türkiye izlemektedir<sup>75</sup>.

Güneş kolektörleri dışında da ısıl güneş enerjisi sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bunlardan bazıları; güneş havuzları, su arıtma sistemleri, ürün kurutma sistemleri ve güneş ocakları gibi örneklerdir<sup>76</sup>.

Güneş ocakları, çanak şeklindeki yapılarda güneş ışınlarının toplanarak elde edilen ısıdan yararlanmak üzere oluşturulmuş araçlardır. Bu ocaklarda yemekler pişirilebilmekte, su ısıtılabilir. Dünyada güneş enerji potansiyeli yüksek olan Çin, Hindistan, Pakistan, Kenya gibi ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır<sup>77</sup>.

<sup>74</sup> Akova a.g.e.2008: 48.

<sup>75</sup> Hidrolik ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu, Güneş Enerjisi Alt Çalışma Grubu Raporu, (Çevrimiçi) [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Enerji\\_Grubu\\_Raporu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Enerji_Grubu_Raporu.pdf) Ankara, 2007: 8.

<sup>76</sup> <http://www.gunessistemleri.com/isil.php>, (24.02.2012)

<sup>77</sup> Akova a.g.e.,2008: 52.

### 2.2.2. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi

Güneş enerjisinden faydalanılarak yüksek sıcaklıklar elde edilip, günümüzde en çok ihtiyaç duyulan enerji türlerinden olan elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu tür enerji üretiminde birkaç yöntem kullanılmaktadır<sup>78</sup>. Bunlar; parabolik oluk kolektörleri, parabolik çanak kolektörleri ve merkezi alıcı tipte (yoğunlaştırıcı) olabilmektedirler (Resim 2.2).

Parabolik oluk kolektörde güneş ışınlarının toplayıcılarda yoğunlaştırılması ile 400°C sıcaklığa kadar çıkabilen yüksek ısılar elde edilmektedir. Yüksek sıcaklıklara ulaşan sıvı maddeler, elektrik elde edilmek üzere santrallere gönderilmekte ve burada elektrik enerjisi elde edilmektedir.

Parabolik çanak sistemlerinde ise odaklı güneş enerjisi toplayıcılarıyla 1400°C sıcaklığa kadar çıkabilen yüksek sıcaklıklar elde edilebilmektedir. Yüksek sıcaklıkta su ve buhar elde edilebilmektedir. Elde edilen su ya da buhar enerjisi endüstri tesislerinde doğrudan kullanılabilirdiği gibi elektrik üreten santrallerde de kullanılabilir.

*Resim 2.2: Güneş Enerjisini Yoğunlaştıran Sistemler*



Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/gunes/yogunlastiricilar.html>.(24.02.2012)

Merkezi alıcılı sistemler, iki üniteden oluşmaktadır. Bunlar, alıcıyı taşıyan bir kule ve güneş ışınlarını alıcıya yansıtacak aynalardan oluşmaktadır. Bu sistemde de yüksek sıcaklıklar elde edilerek, elektrik jeneratörlerinin çalışması için gereken sıcak su ve buhar elde edilebilmektedir<sup>79</sup>.

<sup>78</sup> Akova, a.g.e.2008: 54.

<sup>79</sup> Akova a.g.e.2008: 57.

Bu sistemler temelde aynı yöntemle çalışmaktadır. Sadece güneş enerjisini toplama yöntemleri, yani kullanılan kollektörler bakımından farklılık göstermektedirler. Toplama elemanı olarak parabolik oluk kollektörlerin kullanıldığı güç santrallerinde, çalışma sıvısı kollektörlerin odaklarına yerleştirilmiş olan absorban boru içerisinde dolaştırılır. Daha sonra, ısınan bu sıvıdan kızgın buhar elde edilir. Parabolik çanak kollektörler kullanılan sistemlerde de ya aynı yöntem kullanılır ya da merkeze yerleştirilen bir motor yardımı ile direkt olarak elektrik üretilir. Merkezi alıcılı sistemlerde ise, güneş ışınları düzlemsel aynalar yardımı ile alıcılara yansıtılır. Alıcıda ısıtılan çalışma sıvılarından klasik yollarla elektrik elde edilir<sup>80</sup>.

### 2.2.3.Güneş Pillerinden Elektrik Üretimi

Güneş ışığının doğrudan elektriğe dönüştürülebileceği fikrini keşfeden 1839 yılında Fransız Kimyager Becquerel'dir. 1950'li yıllarda ABD'deki Bell Laboratuvarları'nda silisyumun fotovoltaiik etkisini keşfedilerek % 5 verimle çalışan bir güneş pili üretimi başarılmıştır<sup>81</sup>. Güneş hücreleri, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Güneş hücreleri fotovoltaiik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Hücrenin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir<sup>82</sup>.

Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Günümüzde bu oran %33'e kadar çıkarılmıştır. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş hücresi modülü ya da fotovoltaiik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt'tan Megawatt'lara kadar sistemler oluşturulabilir<sup>83</sup>.

Güneş pilleri, elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan her yerde kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamalara bağlı olarak, akümülatörler,

<sup>80</sup> <http://www.eie.gov.tr/turkce/yeek/gunes/yogunlastiricilar.html>. (24.02.2012)

<sup>81</sup> [http://www.alternaturk.org/gunes\\_pili\\_tarih.php](http://www.alternaturk.org/gunes_pili_tarih.php). (24.02.2012)

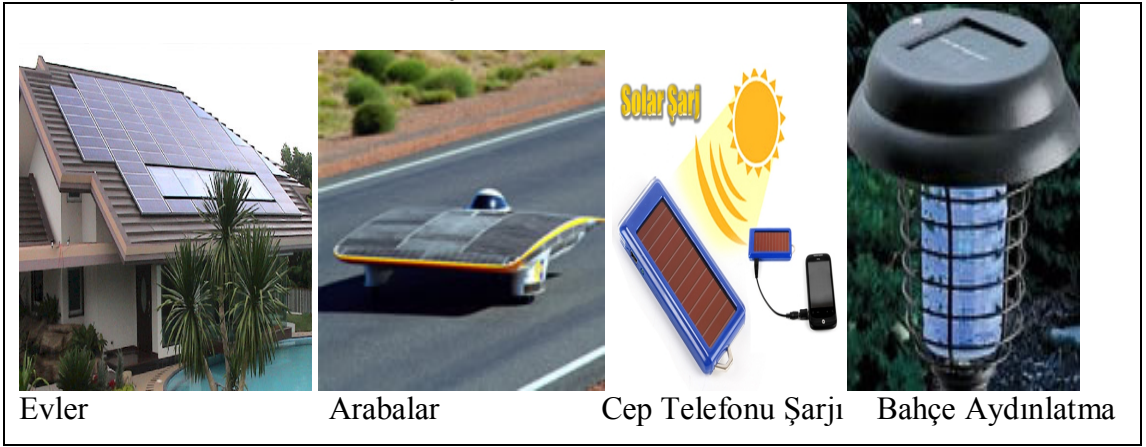
<sup>82</sup> Türkiye Çevre Vakfı., a.g.e.,2006: 50.

<sup>83</sup> Türkiye Çevre Vakfı., a.g.e.,2006: 51.

akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi oluşturulup, günümüzde özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımının zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılabilir.

Güneş pili sistemlerinin ulusal elektrik şebekesinden bağımsız olarak kullanıldığı tipik uygulama alanları bulunmaktadır. Bunlar; haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri, elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan ölçümler, hava gözlem istasyonları, bina içi ya da dışı aydınlatma sistemleridir. Ayrıca yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması, tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompası, orman gözetleme kuleleri, deniz fenerleri, ilkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri, deprem ve hava gözlem istasyonları, ilaç ve aşı soğutma gibi çok farklı alanlarda da yararlanılmaktadır.

*Resim 2.3: Güneş Pillerinin Bazı Kullanım Alanları*



Kaynak: <http://www.alternaturk.org/gunes-enerjisi-kullanim-alanlari.php> (24.02.2012)

Güneş pili santralleri ile elektrik üretimi, gelişmiş ülkelerin birçoğunda gerçekleştirilmektedir. Fakat kurulum maliyetlerinin yüksekliği, güneş ışınlarının sürekli olmaması gibi nedenlerle kullanımı sınırlı kalmıştır.

Dünyadaki güneş pili kurulu kapasiteleri incelendiğinde; Almanya'nın %36, Japonya'nın %36, ABD'nin %12,5, Çin, Hindistan, İspanya, Hollanda, Fransa ve İtalya gibi gelişmiş ülkelerin payının ise %1 civarında olduğu görülmektedir. Verilerden de anlaşılacağı üzere bu konuda Almanya, Japonya ve ABD'nin güneş

pilleri santralleri konusunda önemli çalışmalarının olduğu, dünyadaki toplam kurulu gücün yaklaşık %85 gibi büyük bir oranını ellerinde bulundurdukları görülmektedir<sup>84</sup>. Güneş etki kuşağı içerisinde bulunmayan Almanya ve Japonya'nın bu konuda dünyada liderlik etmeleri dikkat çeken bir durumdur.

#### **2.2.4. Güneş Enerjisi Kullanımının Olumlu Yönleri**

Güneş enerjisi, son derece çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. En önemli çevre sorunlarından biri olan küresel ısınmanın, sebeplerinden olan CO<sub>2</sub> salınımı güneş enerji santrallerinde oluşmamaktadır. Güneş enerjisi kullanımı, diğer fosil yakıtların özellikle sera etkisi yaratıcı gaz emisyonlarının ve diğer kimyasal atıkların önüne geçerek çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır. Güneş enerji teknolojileri geleneksel enerji kaynakları ile kıyaslandıklarında çevresel avantajlara sahiptir. Bu avantajlar işletme sırasında atık ürün yokluğu, düşük sera gazları emisyonları, zehirli gaz emisyonlarının olmaması, elektrik şebekesi iletim hatlarının azalması, su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi olarak belirtilebilir. Bunun yanında önemli ölçüde istihdama katkıda bulunarak sosyal ve ekonomik yönden kazanç sağlamaktadır.

Güneş pilleri ise dayanıklı, güvenilir ve uzun ömürlüdür. Elektrik şebeke hattı bulunmayan yerlerde güneş pillerinin kullanımı daha ekonomik olabilmektedir. Çünkü güneş pili sistemlerinde bir kez yatırım yapıldıktan sonra başka masraf olmamaktadır. Her ev, kendi enerjisini çatısına kurduğu güneş pilleri ile karşılayabilir. Böylece iletim maliyetleri ve enerjiyi taşıma kayıpları ortadan kalkacaktır<sup>85</sup>.

Güneş enerjisi kullanımını gerekli kılan birçok sebep bulunmaktadır.

Bulardan bazıları;

- Dünyanın birçok yerinde bol miktarda bulunması,
- Dışa bağımlı olmaması,
- Güneş enerjisi sistemleri güvenilir olması, az veya hiç bakım gerektirmemesi,

---

<sup>84</sup> Akova, a.g.e.,2008: 68.

<sup>85</sup> Ataman, a.g.t.,2007: 105.

- Tükenmeyen ve temiz bir enerji kaynağı olması,
- İlk yatırım maliyeti göz önüne alınmaz ise ucuz bir kaynak olması,
- Her tür krizlerin etkisinden uzak olması,
- Oldukça basit teknolojiyle bile yararlanılabilmesi,
- Enerjinin nakil problemi olmadığından ihtiyaç duyulan yerlerde kolayca elde edilmesi şeklinde sıralanabilir<sup>86</sup>.

### 2.2.5. Güneş Enerjisi Kullanımında Yaşanan Olumsuzluklar

Güneş enerjisi kullanımının birçok avantajlı yönü olmasına karşı bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Kullanımı sıvı ve gaz yakıtlara göre kolay değildir. Örneğin; otomobillerde kullanılan güneş pillerinin oluşturduğu güç fosil yakıt kullanılan araçlara oranla çok düşük durumdadır. Güneşin olmadığı durumlarda güneş enerjisi ile çalışan araçların çalışmaması da diğer bir sorundur.

Güneş enerjisinden yararlanmanın önündeki engellerden biri de güneş enerjisinin yayıncı olmasıdır. Bu enerjinin toplanması için geniş yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca gece ve bulutlu günlerde bu kaynaktan enerji üretmek mümkün olmadığından kesintili bir enerji kaynağı olmaktadır. Bu durum elde edilen güneş enerjisinin depo edilmesi zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Akümülatörler ile bu sorun çözülmeye çalışılmaktadır fakat akümülatör maliyetlerinin yüksekliği enerji maliyetini artırdığından bu konuda fazla ilerleme kaydedilememiştir<sup>87</sup>.

Genel olarak güneş enerjisi kullanımında karşılaşılan olumsuzluklar şu şekildedir<sup>88</sup>:

- Başlangıç yatırımı yüksek maliyetlidir.
- Hava koşulları ve gün ışığı oranına göre performansında dalgalanmalar olur.
- Güneş santralleri görüntü kirliliği oluşturabilmekte, çevrim verimlerinin düşüklüğü nedeniyle büyük alan gerektirmektedirler.
- Ana sisteme bağlı değilse gün ışığının olmadığı durumlarda enerji depolama gereklidir.
- Güneş pilleri üretiminde kullanılan bazı malzemelerin toksik olma olasılığı vardır.

<sup>86</sup><http://www.solar-energy.websizeap.com/advice/the-benefits-of-solar-energy-system/?lang=tr>, (24.02.2012)

<sup>87</sup> Akova, a.g.e.,2008: 37.

<sup>88</sup> Ataman, a.g.t.,2007: 106.

- Güneş enerjisi tropikal ve tropikal-altı bölgelerde en fazladır. Oysa tüketim en çok ılıman ve soğuk iklime sahip kuzey ülkelerinde yaygındır.

### 2.3. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ısınım şiddeti verilerinden yararlanarak Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından yapılan çalışmaya göre, Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat) olarak hesaplanmıştır. Ortalama toplam ısınım şiddeti ise 1.311 Kwh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 Kwh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir<sup>89</sup>. Tablo 2.1'de Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin aylara göre dağılımı verilmiştir<sup>90</sup>.

Tablo 2.1: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerji Potansiyeli

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (Kcal/cm <sup>2</sup> -ay) (Kwh/m <sup>2</sup> -ay)		Güneşlenme Süresi (Saat/ay)
Ocak	4,45	51,75	103,0
Şubat	5,44	63,27	115,0
Mart	8,31	96,65	165,0
Nisan	10,51	122,23	197,0
Mayıs	13,23	153,86	273,0
Haziran	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
Ekim	7,73	89,90	214,0
Kasım	5,23	60,82	157,0
Aralık	4,03	46,87	103,0
Toplam	112,74	1311,00	2640
Ortalama	308,0 cal/cm <sup>2</sup> - gün	3,6 Kwh / m <sup>2</sup> -gün	7,2 Saat / gün

Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, (24.02.2012)

<sup>89</sup> Oğuz Türkyılmaz, **Türkiye'nin Enerji Görünümü**, [www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0_ek.pdf) (22.02.2012), ty.: 30.

<sup>90</sup> <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, (24.02.2012)



Türkiye'nin yıllık ortalama güneş ışınımı ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgesel dağılımı ise Tablo 2.2'de gösterilmektedir. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir.

*Tablo 2.2: Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı*

Bölge	Toplan Güneş Enerjisi (KWh/m <sup>2</sup> -Yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

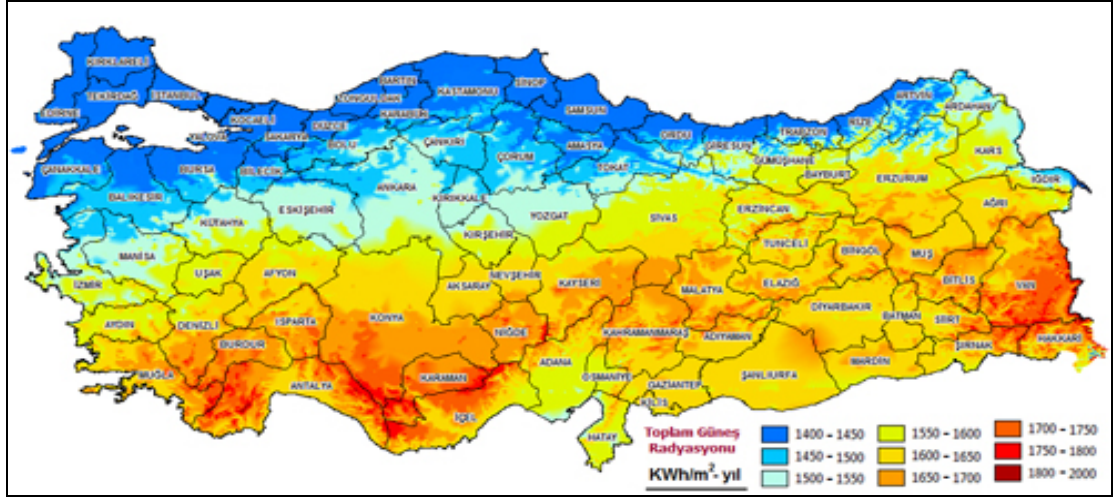
Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgues.html>, (24.02.2012)

YEGM'nin resmi internet sayfasında belirtildiğine göre; Tablo 2.2'de verilen bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek potansiyelinden daha az olduğu, daha sonra yapılan çalışmalar ile anlaşıldığı ifade edilmektedir. Ayrıca 1992 yılından bu yana YEGM ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMI), güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak ölçülmesi amacıyla enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadır. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden %20-25 daha fazla çıkmasının beklendiği belirtilmiştir.

Şekil 2.1'de görüldüğü gibi özellikle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin güneş alma kapasitesi hayli yüksektir. Buralarda yılın tamamında su ısıtıcıları tam kapasite ile su ısıtmada kullanılmaktadır. Diğer bölgelerde ise su ısıtıcıları yılın %70'i kadar bir sürede tam kapasite çalışabilmektedir<sup>91</sup>. Güneş enerjisinden su ısıtmada gösterilen başarıların elektrik elde edilmesinde de gösterilmesi için yapılan yasal düzenlemelerle birlikte çalışmalar artmıştır.

<sup>91</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 40.

Şekil 2.1: Türkiye Güneş Radyasyonu Haritası (KWh/m<sup>2</sup>-Yıl)



Kaynak: <http://www.limitsizenerji.com/multimedia/tuerkiye-jeotermal-haritas> (25.02.2012)

Türkiye'de güneş enerjisi daha çok düzlemsel güneş kolektörleri alanında gelişmiştir. Çoğunlukla sıcak su elde etme amacıyla kullanılmaktadır. Ülkemizde bu alanda faaliyet gösteren birçok firma bulmak mümkündür. Resmi kaynaklara göre bu firmaların sayısının 100'den fazla olduğu bilinmektedir<sup>92</sup>. Güneş kolektörlerinin çoğunluğu Ege ve Akdeniz bölgelerinde kullanılmakta olup, son yıllarda Türkiye'nin diğer bölgelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Güneş kolektörlerinin ürettiği ısı enerjisinin birincil enerji tüketimine katkısı yıllara göre Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

Tablo 2.3: Türkiye'de Güneş Kolektörleri Yardımı ile Elde Edilen Enerji Miktarı Tahmini

Yıl	Güneş Enerjisi Üretimi (bin TEP )
1998	210
1999	236
2000	262
2001	290
2004	375
2007	420

Kaynak: Türkiye Çevre Vakfı, "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları" Ankara, Önder Matbaa, 2006: 41. ve İsmet Akova, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara, Nobel yayın dağıtım, 2008: 61., Kaynaklarından faydalanılarak yapılmıştır.

<sup>92</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 40.

Güneş pilleri alanında, gerektirdikleri yüksek teknoloji sebebiyle Türkiye’de yapılan çalışmalar sınırlı boyutlardadır. Henüz ticari bir ürün olarak oluşturulmasa da Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Ege üniversitesi ve Muğla Üniversitesi'nde deneysel başarılar elde edilmiştir. Özel sektörün de katkısıyla önümüzdeki yıllarda kendi güneş pillerimizi üretebilmemiz planlanmaktadır<sup>93</sup>. Ülkemizde çoğunluğu Orman Bakanlığı Orman Gözetleme Kuleleri, Türk Telekom, deniz fenerleri ve otoyol aydınlatmasında, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Muğla Üniversitesi, Ege Üniversitesi gibi kamu kuruluşlarında olmak üzere küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçlı kullanılan güneş pili kurulu gücü 1 MW' a ulaşmıştır<sup>94</sup>.

Türkiye önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Fakat bu alandaki uygulamalar yeterince geliştirilememiştir. Güneş enerjisi konusunda çalışma yapan kamu kuruluşları, araştırma enstitüleri ve üniversiteler arasında belli bir plan ve program olmaması, bu çalışmaların dağınık ve koordinasyonsuz bir şekilde yürütülmesi güneş enerjisi sistemlerindeki gelinen noktayı yetersiz kılmaktadır.

Günümüze kadar yapılmış çalışmaların ve edinilen tecrübelerin uygulamaya geçebilmesi için güneş enerjisi ile ilgili bağımsız bir üst koordinasyon kurulunun kurulması ve bu kurulun bu konuda çalışan ve faaliyet gösteren tarafları bir araya getirip bilgi alışverişini sağlaması ve gerekli kanuni düzenlemelerin yapılmasını sağlaması güneş enerjisinden yararlanma oranını artıracaktır.

18 Mayıs 2005 tarihinde 5346 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”a ve ekonomi politikalarına paralel olarak büyük ölçüde artan petrol ve enerji fiyatları ve ciddi boyutlara ulaşan çevre kirliliği sonucunda, oluşan enerji bilinci, güneş enerjisi çalışmalarına olan ilgiyi artırmıştır<sup>95</sup>.

---

<sup>93</sup> Türkyılmaz, a.g.m.: 31.

<sup>94</sup> <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html>, (25.02.2012)

<sup>95</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.2006: 63.

Şekil 2.2: Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi İçin Teşvik Verilen Yerler



Kaynak: <http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/duyurular> , (22.02.2012)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 12 Ağustos 2011 tarihinde yaptığı duyuru ile güneş enerjisi yatırımlarının yapılacağı bölgeleri ve şehirleri belirledi. Şekil 2.2’de gösterilen haritaya göre güneş enerjisinden elektrik üretmek için 27 bölgede 38 il belirlendi. En yüksek kapasite 92 megavat (MW) ile Konya’ya verildi. Van ve Ağrı’ya 77, Antalya’ya 58, Mersin’e ise 35, Niğde Nevşehir ev Aksaray’a 26 megavatlık başvuru hakkı verildi. Bakanlığın çalışmasına göre güneş enerjisinde, Türkiye genelinde 2013 yılı sonuna kadar kurulu güç 600 MW’ı geçemeyecek<sup>96</sup>.

Türkiye’de güneş enerjisinin kullanımı, sıcak su elde edilmesi dışında son yıllara kadar bilinmemekte, tanıtımı yapılmamakta ve devletçe teşvik edilmemekteydi. Yapılan yeni yasal düzenlemelerle, özellikle güneş enerjisinden elektrik üretimi konusunda hizmet verecek firmalar ve ilgili sanayi gelişme sağlayabilecektir. İlk yatırım giderleri yüksek olan, ancak yakıt masraflarının olmaması nedeniyle işletme masrafları bulunmayan çevre ile uyumlu, güneş kaynaklı enerji üretim sistemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli uzun vadeli finansman imkânı sağlandığında bu teknolojilerin kullanımı yaygınlaşacaktır. Dolayısıyla enerji üretimi konusunda sıkıntıların yaşandığı günümüzde bu kaynaktan en üst seviyede faydalanmanın yolu açılmış olacaktır<sup>97</sup>.

<sup>96</sup> [http://www.enerji.gov.tr/duyurular/Gunes\\_Enerjisi\\_Duyurusu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/duyurular/Gunes_Enerjisi_Duyurusu.pdf), (24,02.2012)

<sup>97</sup> Varınca ve Gönüllü, a.g.m.,2006: 274.

*Resim 2.4: Güneş Ocakları*



Kaynak: [www.sorgungazetesi.com/haber\\_yazdir.php?haber\\_no=3362](http://www.sorgungazetesi.com/haber_yazdir.php?haber_no=3362), (24.02.2012)

Türkiye’de de Güneş Ocakları ile ilgili örnek bir çalışma yapılmıştır. ODTÜ Mimarlık Fakültesi öğretim görevlisi Prof. Dr. Güner Mutaf tarafından tasarımı yapılan, BM ve Dünya Bankası’nın ortak yürüttüğü projede, güneş ocakları, Türkiye’de ilk kez, Yozgat’ın Sorgun ilçesi Şahmuratlı köyünde kullanılmaya başlandı. Uydu antenleri üzerine ışığı yansıtan jelâtin yapıştırılarak oluşturulan ocaklar, evlerin kapı önlerine monte edilmektedir. Ocaklar, yemek pişirme, su ısıtma işlemlerinde kullanılmaktadır<sup>98</sup>. Bu uygulama ile herhangi bir ücret ödenmeden, is ve dumana maruz kalmadan kırsal kesimde su ısıtılıp yemek pişirilmektedir. Dolaylı olarak ağaçların kesilmesi ve ormanların tahribi önlenmektedir. Ayrıca tezeklerin yakılması da engelleneceğinden, bu kaynakların daha verimli kullanılmasının yolu da açılmış olmaktadır.

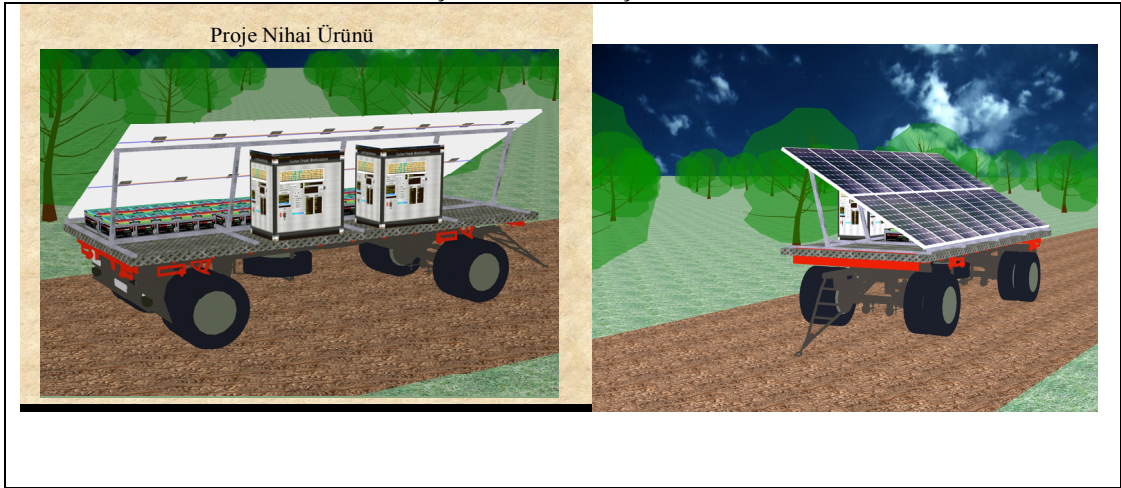
Niğde ilinde güneş enerji teknolojilerinin yaygınlaşması konusunda örnek olacak bir proje yapılmaktadır. Ahiler Kalkınma Ajansı<sup>99</sup> tarafından Tarımsal ve Kırsal Kalkınma Destek Programı kapsamında Niğde Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi’ne hazırlatılan “Tarımsal ve Kırsal Kalkınmada Yenilenebilir Enerji” konulu proje uygulamaya konulmuştur. 310 000 TL bütçe ile hazırlanan projede, taşınabilen

<sup>98</sup> [http://www.sorgungazetesi.com/haber\\_yazdir.php?haber\\_no=3362](http://www.sorgungazetesi.com/haber_yazdir.php?haber_no=3362), (24.02.2012)

<sup>99</sup> Niğde, Nevşehir, Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir İlleri Ahiler Kalkınma Ajansı.

güneş santrali ile 5 KW'lık bir elektrik enerji üretilecektir. Üretilen bu elektrik, kuyulardan su çıkarılmasında, kırsal bölgelerde tarımsal sulamada kullanılabilir. Ayrıca Niğde Belediyesi park ve bahçelerinin sulanmasında yararlanılacaktır. Özellikle elektrik hatlarının ulaşmadığı toprakların suya kavuşmasını sağlayacak olan sistemin, taşınabilir olması sayesinde kullanımı da kolaydır. Projenin, potansiyel enerji kullanıcılarının çevre ile uyumlu yenilenebilir enerji kaynaklarını tanıması ve kullanımını öğrenmesi gibi önemli bir yönü de bulunmaktadır.

*Şekil 2.3: Niğde Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Tarafından Projesi Hazırlanan Taşınabilir Güneş Santrli*



Kaynak: Ahiler Kalkınma Ajansı, “Tarımsal ve Kırsal Kalkınmada Yenilenebilir Enerji” Projesi, Niğde, 2011

Güneş enerji sistemleri teknolojileri geliştikçe kullanım alanı ve kullanıcı sayısı da artmaktadır. Türkiye’de güneş enerjisi en çok konutlarda sıcak su elde edilmesinde kullanılmakta, elektrik enerjisi üretiminde henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır. Konya’da bir üretici tek sistemde hem elektrik hem sıcak su elde edilen güneş paneli üretmiş, üretilen bu sistem Eskişehir’de örnek birkaç evde uygulanmış ve sistem satışa çıkarılmıştır. Bu panellerin özellikle çift taraflı sayaç sistemi ile çok kullanışlı olacağı, ilk yatırım maliyetini dört beş yıl içerisinde karşılayacağı belirtilmektedir<sup>100</sup>.

<sup>100</sup> <http://www.trthaber.com/haber/ekonomi/kullananlar-elektrik-faturasi-odemeyecek-39283.html>, (03.05.2012)

## 2.4. RÜZGÂR ENERJİSİ

Rüzgârların oluşmasının nedeni, güneşin yeryüzünde yol açtığı ısınmanın hava hareketlerine yol açmasıdır. Güneş ışınları, dünyanın değişken olan yüzeylerini nispeten farklı miktarlarda ısıtarak sıcaklık, yoğunluk ve basınç farkları oluşmasına neden olmaktadır. Hava kütleleri, basıncın yüksek olduğu bölgeden alçak olduğu bölgeye doğru hareket halindedir. Basınç farkından kaynaklı bu kütle hareketi, rüzgâr olarak adlandırılmaktadır<sup>101</sup>.

Rüzgâr, alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır, daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar büyük olursa, hava akım hızı o kadar fazla olur<sup>102</sup>. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en gelişmiş, ticari açıdan en uygunu ve çevre sorunlarına neden olmayan enerji türü rüzgâr enerjisidir.

Rüzgâr enerjisi çok eski çağlardan beri kullanılmaktadır. M.Ö.200'de Çin'de basit yel değirmenleri ve su pompalamasında kullanılırken, M.S. İran ve Afganistan dolaylarında yel değirmenlerinin kullanıldığı kaynaklarda belirtilmektedir<sup>103</sup>. Yel değirmenleri Avrupa'da Haçlı Seferleri sonucu kullanılmaya başlanmıştır. Fransa ve İngiltere'de 12. yy'da kullanılan yel değirmenleri, 14. yy'da Hollanda'da geliştirilerek kullanılmıştır<sup>104</sup>. Rüzgâr'dan elektrik üretimi ilk kez Danimarka'da 1894 yılında gerçekleştirilmiştir<sup>105</sup>. Sanayide petrol ve doğal gazın yaygın kullanımı nedeniyle 1980'li yıllara gelinceye kadar rüzgâr enerjisinin kullanım alanı çok gelişmemiştir.

1990'lı yıllarda çevre bilincinin ortaya çıkması, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini destekleyen bir başka gelişme olmuştur. Bu bilinç, geleneksel enerji üretim ve tüketiminin çevre ve doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunun anlaşılmasını sağlamıştır. Ayrıca, atmosferde kirlilik oluşturan emisyon vermeyen rüzgâr enerjisi teknolojilerinin gelişmesinin ve yaygın olarak kullanılmasının önünü açmıştır<sup>106</sup>.

<sup>101</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 67.

<sup>102</sup> <http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r>, (02.03.2012)

<sup>103</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 68.

<sup>104</sup> Akova, a.g.e.,2008: 77.

<sup>105</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r\\_g%C3%BCc%C3%BC](http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r_g%C3%BCc%C3%BC), (02.03.2012)

<sup>106</sup> Akova, a.g.e.,2008: 78.

*Resim 2.5: Rüzgâr Enerjisi*



Kaynak:[http://www.yapi.com.tr/Haberler/ruzgar\\_enerjisi.jpg&w=350,\(02.02.102\)](http://www.yapi.com.tr/Haberler/ruzgar_enerjisi.jpg&w=350,(02.02.102))

Elektriğin, temiz ve yenilenebilir kaynağı olan rüzgâr enerjisi, Dünya’da elektrik enerjisine en kolay ve çabuk dönüştürülebilen bir enerjidir. Rüzgâr enerjisi, bireysel veya küçük alanlar da kullanılabilirdiği gibi büyük üretim merkezlerinde (rüzgâr çiftlikleri) üretilerek ulusal elektrik sistemine bağlanabilmektedir<sup>107</sup>. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayınlanmış bir çalışmaya göre, dünya rüzgâr enerji potansiyeli 53 000 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır. 2004 yılı itibari ile dünyada rüzgâr enerjisi kurulu gücü 40 530 MW iken, 2007 yılında 93 212 MW düzeyine çıkmıştır. Avrupa %74 pay (29 956 MW) ile en büyük rüzgâr enerjisi kullanıcısıdır<sup>108</sup>.

Dünyada en fazla kurulu rüzgâr gücüne sahip olan ülke Almanya’dır. 18427.5MW ile dünyadaki toplam kurulu gücün %31,2’ sine, Avrupa’ daki kurulu gücün %45’ ine sahiptir. Bu ülkeyi 10027 MW ile İspanya izlemektedir<sup>109</sup>.

Dünya rüzgâr enerjisinin kıtalara göre dağılımı incelendiğinde en büyük payın Kuzey Amerika kıtasına ait olduğu görülmektedir. Burada teknik üretim kapasitesi yıllık 14 000 TWh’dır. Doğu Avrupa, Rusya ve Afrika’nın 10 600 TWh

<sup>107</sup> Akova, a.g.e.2008: 78.

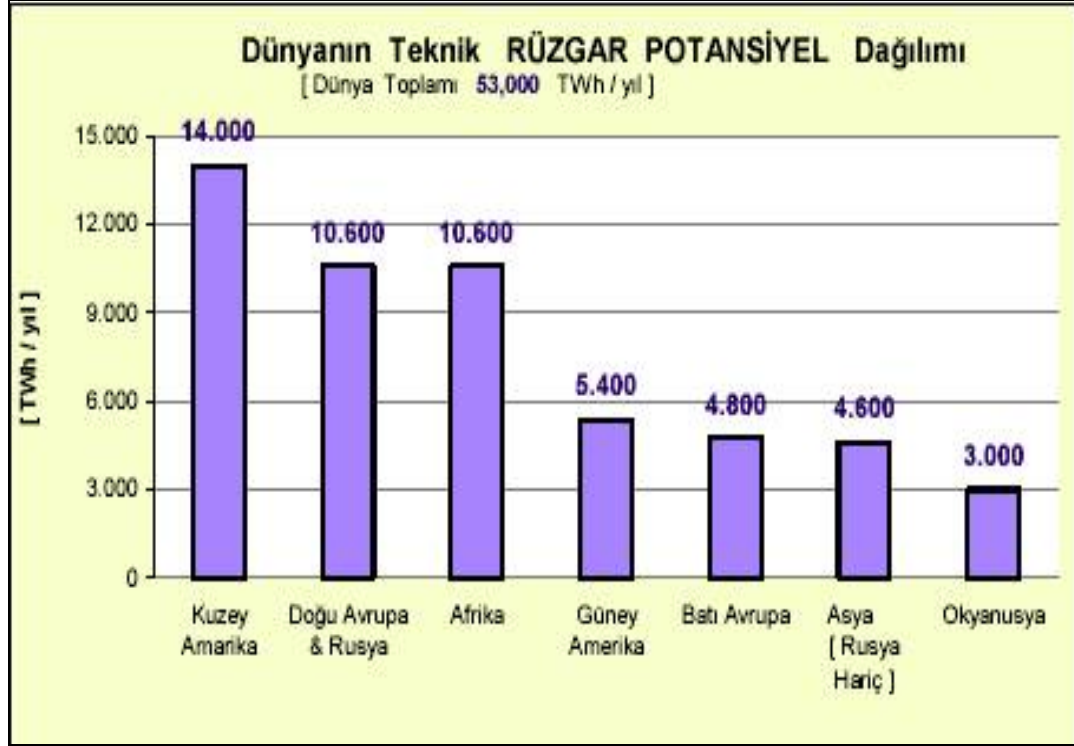
<sup>108</sup> Ataman, a.g.t.,2007: 109.

<sup>109</sup> Önder Güler, “Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu ve Geleceği”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Cilt I, 27-30 Kasım, İstanbul, 2006: 146.



potansiyel ile ikinci sırayı paylaştığı Tablo 2.4'te görülmektedir. Dünyanın hemen her yerinde bulunan rüzgârlardan enerji üretiminde yeterince faydalanılmamaktadır.

Tablo 2.4: Dünya'nın Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Kıtalaraya Göre Dağılımı



Kaynak: [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar\\_en\\_hak.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_en_hak.html), (03.03.2012)

Avrupa ülkeleri ile Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından karşılaştırıldığında, en büyük potansiyelin 166 TWh ile Türkiye'de bulunduğu görülmektedir. İkinci sırada 114 TWh ile İngiltere bulunmaktadır. Dünya rüzgâr enerji üretiminin yaklaşık üçte birini üreten Almanya'nın rüzgâr enerji potansiyeli 24 TWh saat olarak hesaplanmıştır. Bu durum bize rüzgâr potansiyele sahip olmanın tek başına yetmediğini, bunun elektrik enerjisine dönüştürülmesi için teknik bilginin yanında ülkelerin izlediği enerji politikalarının da son derece önemli olduğunu göstermektedir<sup>110</sup>.

<sup>110</sup> Akova, a.g.e.,: 100.

Tablo 2.5: Bazı Avrupa Ülkeleri'nin Teknik Rüzgâr Enerji Potansiyeli ve Kurulu Rüzgâr Güçleri (2005 Yılı Verileri)

Ülke adı	Teknik potansiyel		Kurulu rüzgâr gücü (MW)	Kurulu rüzgâr güç/tek.pot.(%)
	MW	TWh/yıl		
Almanya	12000	24	18427.5	153.56
Avusturya	2000	3	819	40.95
Belçika	2000	5	167.4	8.37
Danimarka	14000	29	3128	22.34
Finlandiya	4000	7	82	2.05
Fransa	42000	85	757.2	1.80
Hollanda	3000	7	1219	40.63
İngiltere	57000	114	1353	2.37
İrlanda	22000	44	496	2.25
İspanya	43000	86	10027	23.32
İsveç	20000	41	509.9	2.55
İsviçre	1000	1	11.6	1.16
İtalya	35000	69	1717.4	4.91
Norveç	38000	76	270	0.71
Portekiz	7000	15	1022	14.6
Türkiye	83000	166	21.84	0.03
Yunanistan	22000	44	573.3	2.61

Kaynak: Önder Güler, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi (Çevrimiçi) [http://dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_10/onderguler.pdf](http://dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/onderguler.pdf),(03.03.2012)

#### 2.4.1. Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi

Rüzgârdan elektrik enerjisi üretimi, rüzgâr türbinleri sayesinde gerçekleşmektedir. Rüzgâr enerjisi üretimi kurulu rüzgâr türbinlerinde esen rüzgârın, pervaneleri döndürmesiyle oluşan hareket enerjisinin jeneratör sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülmesi şeklinde gerçekleşir. Rüzgâr enerjisi türbinleri pervane,

saft ve jeneratörden oluşur. Günümüzde dünyanın birçok yerinde çok sayıda modern yapıda rüzgâr tribünleri üretilmektedir. Rüzgâr türbinleri uzun süre enerji üretebilmektedir. Kesin olmamakla birlikte 20-40 yıl ömürleri bulunmaktadır. Rüzgâr türbinleri ile ilgili birçok araştırma, deneme yapılmış ve günümüz şartları için en uygun türbinlerin, boru şeklinde bir kule, üç kanat ve jeneratörden oluşan modeller olduğu belirtilmiştir<sup>111</sup>.

Rüzgâr türbinleri uygulamaları üç grupta incelenmektedir. Bunlardan ilki, rüzgâr türbinlerinde üretilen enerjinin tamamı veya kullanımdan artan kısmı ulusal elektrik şebekesine aktarılan, şebeke bağlantılı alternatif akım (AC) uygulamalarıdır. İkinci uygulama, ulusal elektrik şebekesinden bağımsız olarak, bulunan yerin enerjisini doğrudan rüzgâr türbinlerinden sağlanması ile gerçekleştirilen, doğru akım (DC) uygulamalarıdır. Üçüncü uygulama ise, meteoroloji istasyonları, demiryolu sinyalizasyonu, deniz fenerleri, yangın gözetleme kuleleri gibi yerlerin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için kullanılan, uzak DC sistem uygulamalarıdır<sup>112</sup>.

Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi her geçen gün artmaktadır. Dünya genelinde rüzgâr enerjisi kurulu gücü 1990 yılında 2.160 MW iken, 2000'de 18 000 MW, 2007 yılında da 93 000 MW'a yükselerek büyük bir ilerleme kaydetmiştir. Bilinen enerji kaynakları içerisinde gelişme oranı en fazla olanı yıllık ortalama %25-30 artış oranı ile rüzgâr enerjisidir<sup>113</sup>. Genel enerji tüketimi içerisindeki payı günümüzde yeterli düzeyde olmasa da giderek artmaktadır.

#### **2.4.2. Rüzgâr Enerjisi Kullanımının Olumlu Yönleri**

Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimine ekonomik açıdan bakıldığında rüzgâr enerji piyasası büyüdükçe, ciddi oranda maliyet düşüşü yaşanmaktadır. Üretim maliyetleri 15 yılda %50'ye varan oranlarda azalmıştır<sup>114</sup>. Bu durum enerji fiyatlarının çok yüksek olduğu günümüzde sevindirici bir gelişme olmasının yanında, ekonomik dengelerin korunmasına da olumlu katkıda bulunacaktır.

---

<sup>111</sup> Akova, a.g.e.,2008: 94.

<sup>112</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.2006: 68.

<sup>113</sup> Akova, a.g.e.,2008: 108.

<sup>114</sup> Örgen Uğurlu, "Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları" **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara,2006: 157.

Rüzgâr enerji sistemleri; üretim, bakım, işletme gibi alanlarda önemli oranda istihdam da sağlayarak işsizlik oranlarının azalmasını sağlamaktadır. İstihdam etkilerine ilişkin en kapsamlı çalışma, 1998 yılında Danimarka Rüzgâr Türbinleri Üreticileri Birliği tarafından gerçekleştirilmiştir. Birliğin istatistiklerine göre; üretilen her 1 MW'lık rüzgâr enerjisi malzemesi için 17 iş-yıl, kurulan her MW güç için ise 5 iş-yıl oluşturduğunu göstermektedir. Dünya genelinde rüzgâr enerjisinin istihdam ettiği kişi sayısı 90-100 bin olarak hesaplanmaktadır<sup>115</sup>. Avrupa Rüzgâr Enerji Ajansına göre, 2020 yılında sektörde çalışanların sayısının 960 000 kişiyi bulması beklenmektedir.

Rüzgâr enerjisindeki hızlı gelişimin en önemli nedenlerinden biri de bu kaynağın çevreye yönelik olumsuz etkilerinin düşük seviyede olmasıdır. Elektrik enerjisi üretimi sırasında doğaya salınan karbon miktarının oldukça düşük seviyelerde oluşu, hava ve su kaynaklarının daha temiz ve daha sağlıklı kalmasını sağlamakla birlikte, küresel iklim değişikliklerinin yaşanmamasına da olumlu etki yapacaktır<sup>116</sup>.

Rüzgâr ile üretilen enerji, Kyoto Protokolü'ne göre yeşil enerji grubuna dâhil olduğundan, enerji ihracına ortam oluşturarak yabancı sermaye girişini artırmada önemli rol oynayabilecektir.

Rüzgâr türbinlerinin kullanım sonrasında tasfiye edilmeleri diğer enerji sistemlerine göre çok daha kolaydır. Rüzgâr yerli bir kaynak olduğu için dünya enerji pazarlarından büyük ölçüde bağımsız olma özelliğine sahiptir. Teknolojinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir. Rüzgâr türbinleri modüler (parçalı-değişebilir) olup, herhangi bir büyüklükte imal edilebilmekte ve tek olarak ya da gruplar halinde kullanılabilir. Rüzgâr türbinlerinin işletmeye alınması, inşaatın başlamasından ticari üretime geçişine kadar, yaklaşık üç ay gibi kısa bir sürede gerçekleşebilmektedir<sup>117</sup>.

Rüzgâr enerji santrallerinin kurulduğu araziler diğer kullanım alanları için bir engel teşkil etmediği için, bu araziler; tarım, hayvancılık gibi değişik alanlarda da

---

<sup>115</sup> Uğurlu, a.g.t.,2006: 158.

<sup>116</sup> Ahmet Nuri GÜLAY, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Programı, **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, İzmir, 2008: 57.

<sup>117</sup> [http://www.soleaenerji.com/ruzgar\\_enerjisi.asp](http://www.soleaenerji.com/ruzgar_enerjisi.asp), (03.03.2012)

kullanılabilmektedir. Ayrıca, ömrünü tamamlayan veya herhangi bir nedenle kullanılmayacak olan santraller söküldükten sonra araziler eskisi gibi kullanıma devam edebilmektedir.

#### **2.4.3. Rüzgâr Enerjisi Kullanımında Yaşanan Olumsuzluklar**

Rüzgâr enerji santrallerinin en önemli sorunlarından bir tanesi arz talep arasında oluşabilecek uyumsuzluklardır. Rüzgârın ne zaman eseceği belli olmadığı için istenilen zamanda istenilen miktarda enerji oluşturmak güçleşmektedir. Enerjiye talebin çok olduğu zamanlarda az enerji üretilebileceği gibi, talebin az olduğu dönemlerde çok enerji üretilebilmektedir.

Rüzgâr santrallerinin görsel ve estetik olarak kişileri rahatsız etmesi, gürültü yapması, kuş ölümlerine yol açması, radyo ve televizyon alıcılarını olumsuz etkilemesi, radarlarda parazitler oluşturması gibi olumsuz çevre etkileri de bulunmaktadır. Türbinlerin haberleşme araçlarında parazit oluşturma etki alanı ise 2-3 km ile sınırlı kalmaktadır<sup>118</sup>. Türbinlerin radar ekranlarında uçak gibi görünüyor olmaları İngiltere’de, Savunma Bakanlığı ve sivil hava trafiği kontrol yetkililerinden gelen itirazlara neden olmuştur. Ayrıca havacılık yetkililerine göre, geniş bir radar görüntü alanı yaratarak yakındaki uçakların fark edilememesine neden olabilen türbinlerin, güvenlik açısından ciddi tehlikeler oluşturduğu belirtilmiştir<sup>119</sup>.

Genellikle rüzgâr türbinlerinin kurulu olduğu alanlardaki ulusal elektrik hatlarının zayıf olması üretilen elektriğin taşınmasında sorun olabilmektedir. Ulusal hatların bu bölgelerde zayıf olmasının nedeni, buralarda elektrik hatlarının toplama değil dağıtım amaçlı olarak kurulmasıdır.

#### **2.5. TÜRKİYE’DE RÜZGÂR ENERJİSİ**

Türkiye’de rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının konu edildiği ilk kanun 2001 yılında Elektrik Piyasası Kanunu’dur. Bu kanunla devletin belirli bir fiyattan alım garantisinden vazgeçmesi düşük seviyede olan rüzgâr enerjisi yatırımlarını azalmasına neden olmuştur. Rüzgâr enerjisiyle ilgili en önemli yasal çalışma ise 10 Mayıs 2005 tarihinde kabul edilen 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji

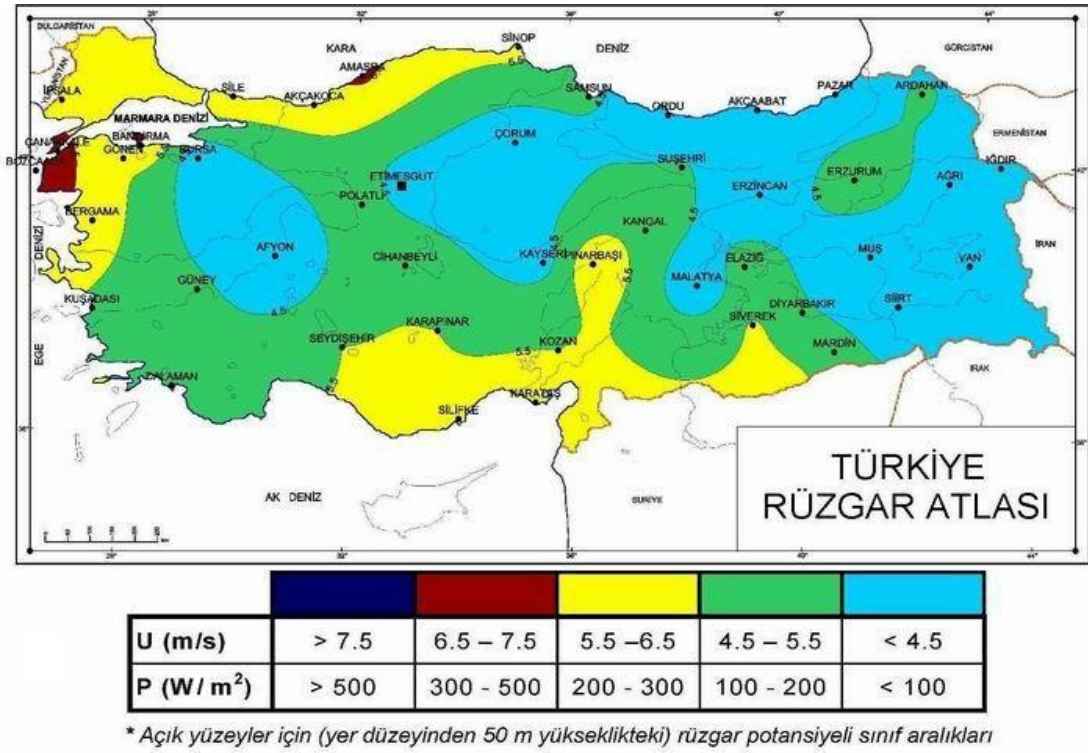
---

<sup>118</sup> Uğurlu, a.g.t.,2006: 158.

<sup>119</sup> Ayşenur Topçuoğlu AKMAN, “Rüzgar Enerjisi” Bilim ve Teknik Dergisi, Mart : 2004: 77.

Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ile ortaya konmuştur. Kanun ile elektrik enerjisine sağlanan alım garanti süresi 7 yıldan 10 yıla çıkarılmış ve 7,3 ABD Doları cent/kWh fiyat tabanı getirilerek bu sektöre yapılacak yatırımların hız kazanması sağlanmıştır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü rüzgâra dayalı elektrik üretimi yapacak yatırımcılara yardımcı olmak için Türkiye’nin rüzgâr enerjisi potansiyeli haritasını (Şekil 2.4 ) hazırlamıştır<sup>120</sup>. Bandırma, Çeşme yarımadası, Hatay, Manisa, Çanakkale’de gerçekleştirilen 150 MW gücündeki santraller kanunun çıkarılmasından sonra ilk kurulan santraller olmuştur.

Şekil 2.4: Türkiye Rüzgâr Haritası



Kaynak: <http://www.mgm.gov.tr/arastirma/yenilenebilirenerji.aspx?sruzgaratlası>, (03.03.2012)

Türkiye rüzgâr enerjisi açısından Tablo 2.5’de görüldüğü gibi 166 TW’lık potansiyeli ile Avrupa’nın en yüksek değere sahip ülkesidir. Fakat rüzgâr enerji potansiyelinin çok az bir kısmını değerlendirebilmektedir. Türkiye’de rüzgâr

<sup>120</sup> Ayhan ALBOSTAN, Yalçın ÇEKİÇ, Levent EREN, “Rüzgâr Enerjisinin Türkiye’nin Enerji Arz Güvenliğine Etkisi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 24, No 4, 2009: 645.

enerjisinden elektrik üretimi amaçlı ilk sistem 1985 yılında İzmir Çeşme Altinyunus Turistik tesislerinde Danimarka'dan ithal edilerek kurulan ve 55/11 KW gücündeki rüzgâr türbinleridir. Burada elde edilen enerjinin ulusal şebeke bağlantısı olmayıp adı geçen tesiste kullanılmaktadır.

Rüzgâr enerji zenginliği sırasıyla Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı alanlarında bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da rüzgârca zengin yörelerin var olduğu bilinmektedir. Ege, Marmara, Doğu Akdeniz gibi rüzgâr gücü yüksek bölgelerimiz, Dünya üzerinde rüzgâr gücü en yüksek olan ilk %30'luk alana girmektedir<sup>121</sup>.

YEGM tarafından yapılan çalışmalarda, rüzgâr enerjisi açısından Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gökçeada, Çorlu ve Çanakkale zengin bölgeler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Bandırma, Bozcaada, Çeşme, Gökçeada, Çanakkale, Karadeniz Ereğlisi, Florya ve Siverek gibi yöresel rüzgâr potansiyeli belirleme çalışmaları da yapılmıştır<sup>122</sup>.

Türkiye'de 1998 yılı itibariyle 8,7 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün artırılmasında önemli ilerlemeler sağlanmıştır. 2006 yılı sonunda şebeke bağlantılı rüzgâr santrali sayısı beşe yükselerek toplam elektrik üretimi 59,1 MW düzeyine yükselmiştir<sup>123</sup>. 2009 yılı sonu itibariyle rüzgâr kurulu gücümüz 802,8 MW düzeyine çıkmıştır. Son yapılan yatırımlarla 2011 yılı sonu itibariyle rüzgâr enerjisi kurulu gücü 1691,8 MW seviyesine ulaşmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun yürürlüğe girmesinden sonra 3.363 MW Kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgâr enerji projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden yaklaşık 1.100 MW Kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir. 2012 yılı itibariyle Enerji Bakanlığı internet sitesinde belirtildiğine göre, 2012 yılı itibariye rüzgâr enerjisi üretimi için lisans verilen tesis sayısı 126'ya çıkmıştır. Lisans verilen tesislerin toplan kurulu gücü de 4465,10 MW seviyesinde bulunmaktadır<sup>124</sup>.

---

<sup>121</sup> Ataman, a.g.t.,2007: 211.

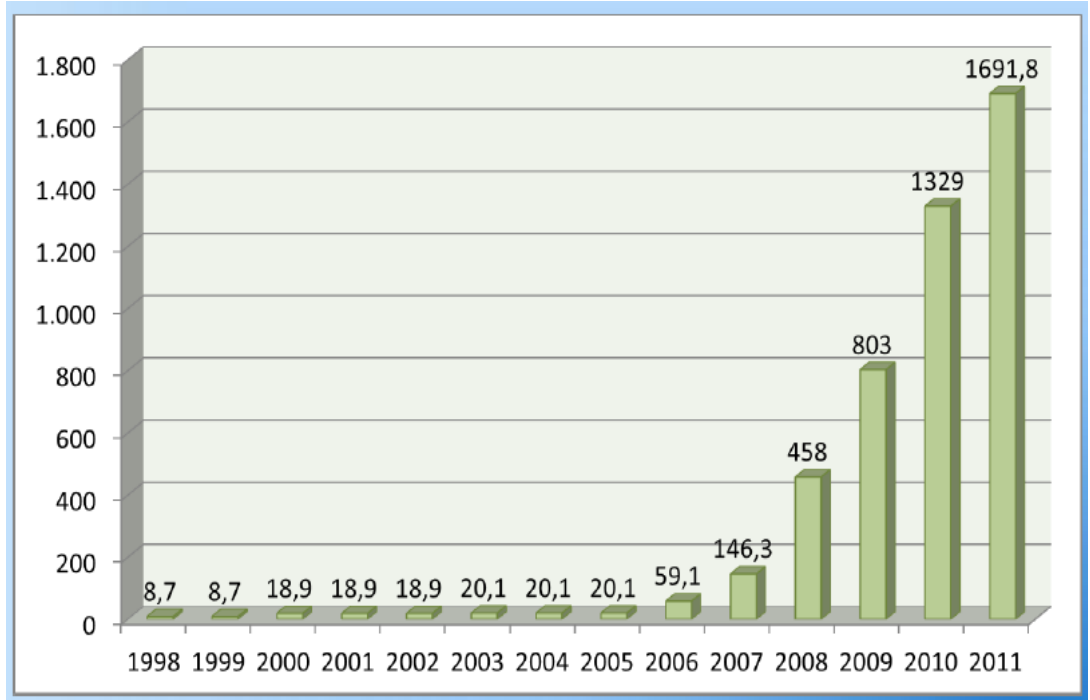
<sup>122</sup> [http://www.mgm.gov.tr/arastirma/yenilenebilirenerji.aspx?sruzgaratlasi,\(03.03.2012\)](http://www.mgm.gov.tr/arastirma/yenilenebilirenerji.aspx?sruzgaratlasi,(03.03.2012))

<sup>123</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 80.

<sup>124</sup> [http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696,\(04.03.2012\)](http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696,(04.03.2012))

5346 sayılı yasada 2010 yılında yapılan değişiklikle rüzgâr enerjisine verilen teşvik miktarı 7,5 Dolar cent /KWh olarak belirlenmiştir. Santral kurulumunda kullanılacak yerli üretim için de ayrıca teşvik verilmiş, toplamda rüzgâr enerjisi alım fiyatı 11,0 Dolar cent /KWh seviyesine kadar çıkarılmıştır. Bu teşvik ve alım garantisi ile son yıllarda rüzgâr enerjisinden yararlanma konusunda ciddi artışlar sağlanmıştır. (Şekil 2.5)

Şekil 2.5: Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi ( MW/Yıl )



Kaynak: Oğuz Türkyılmaz, **Türkiye'nin Enerji Görünümü**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/26dcf5cb8489d70\\_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/26dcf5cb8489d70_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=,), 03 Mart 2012

Türkiye’de, rüzgâr enerjisine dayalı elektrik enerjisi üretiminde önemli bölgelerden biri olması gereken Çeşme bölgesi henüz istenilen ölçüde faaliyete geçirilememiştir. Sebebi ise bölgede üretilecek elektrik enerjisinin yarımadadan ana karaya aktarılması için gereken trafo merkezleri ve iletim hatlarının olmamasıdır. Üretilecek elektriğin ulusal elektrik sisteme aktarılması için gerekli çalışmaların öncelikle yapılması gerekmektedir<sup>125</sup>.

<sup>125</sup> Albostan, vd., a.g.m.,2009: 646.



Akşam Gazetesi'nin 25 Ocak 2012 tarihli haberinde rüzgâr enerjisi yatırımı yapan şirketlerin son bir yıldır ciddi bir sıkıntıyla karşılaştıkları yer almıştır. Şirket temsilcileri, yatırım değeri 3 milyar Euro olan toplam 1.700 megavatlık rüzgâr santrali yatırımına başlayabilmek için Genelkurmay Başkanlığı'ndan izin alınması gerektiğini ve bu izinlerin bir türlü alınmadığını belirtmektedir. Askeri radar sistemlerine zarar verdiği gerekçesiyle rüzgâr enerjisi yatırımları Genelkurmay Başkanlığı'nın iznine bırakılmıştır. Aralık 2010 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Genelkurmay Başkanlığı, EPDK ve TÜBİTAK arasında ortak protokol imzalanmıştır. Buna protokole göre şirketler, EPDK'ya lisans başvurusunun ardından TÜBİTAK'a gitmesi gerekmektedir. TÜBİTAK da söz konusu bölgenin yatırım incelemesini yaparak karar verecektir. Verileri değerlendirme aşamasının ardından nihai karar Genelkurmay Başkanlığı tarafından alınacaktır. Genelkurmay'ın, başvuruları reddetme veya kısmi izin verme şartı bulunmaktadır. Nihai kararlar ise Enerji Bakanlığı aracılığı ile şirketlere duyurulacaktır. Ayrıca şirketlerin, TÜBİTAK incelemesi için de megavat başına 750 lira ödeme yapması gerekmektedir<sup>126</sup>. Haberden de anlaşılacağı üzere Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek isteyen şirketleri oldukça yorucu ve maliyetli bir bürokratik süreç beklemektedir.

## 2.6. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal kelimesi Yunanca geo (yeryüzü) ve therme (ısı) kelimelerinden türemiş olup yer ısısı ya da yeryüzü ısısı anlamına gelmektedir<sup>127</sup>.

Jeotermal kaynak ise, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde mevcut yeraltı ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Jeotermal enerji de bunlardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Ayrıca, herhangi bir akışkan içermemesine rağmen, bazı teknik

---

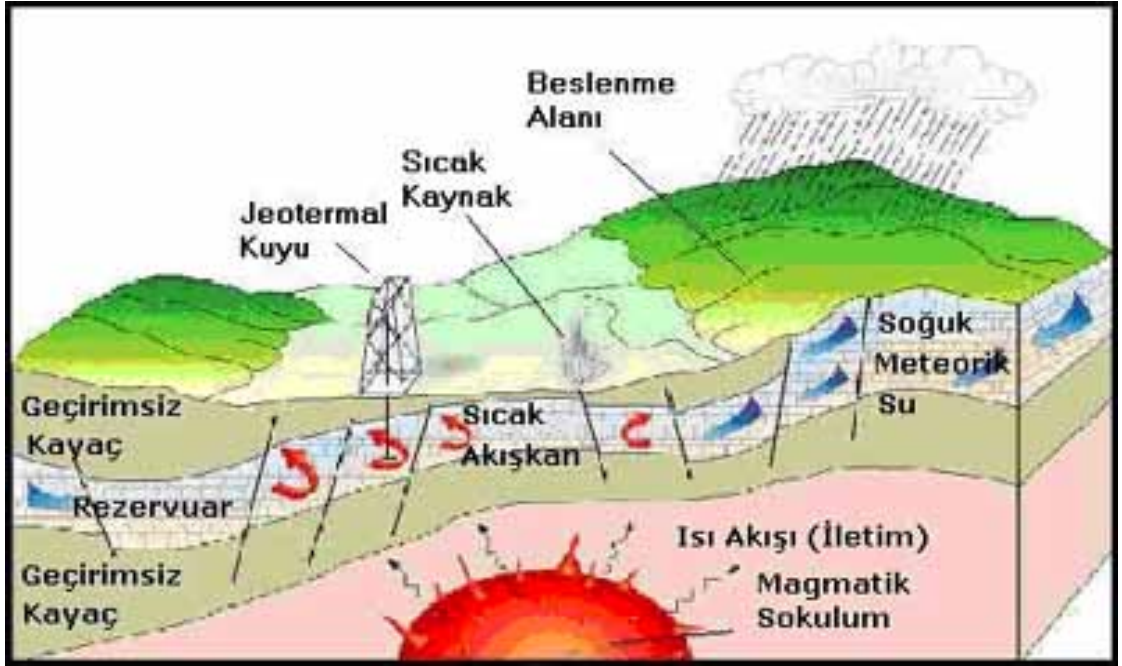
<sup>126</sup> Deniz ÇİÇEK, “Rüzgârın gücü asker yolu bekliyor”, 25 Ocak 2012, Akşam Gazetesi, Ankara, 2012: 6.

<sup>127</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 121.

yöntemlerle ısısından yararlanan, yerin derinliklerindeki "Sıcak Kuru Kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak belirtilmektedir<sup>128</sup>.

Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltında oluşturdukları jeotermal rezervuarlar, jeolojik koşulların devam ettiği, reenjeksiyon (Üretilen jeotermal akışkanların yapay yöntemlerle kullanıldıktan sonra tamamının veya kalan kısmının üretildikleri jeolojik formasyonlara geri gönderilmesi/basılması<sup>129</sup>) işleminin yapıldığı ve beslenme-üretim değerlerine uyulduğu takdirde yenilenebilir olma özelliğini korurlar ve kısa süreli atmosferik koşullardan etkilenmezler<sup>130</sup>.

Şekil 2.6: Jeotermal Sistemin Şematik Gösterimi



Kaynak:[http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/11jeotermal\\_enerji\\_nedir.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/11jeotermal_enerji_nedir.html), (03.02.102)

Jeotermal enerji; yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür<sup>131</sup>. Jeotermal enerjiye dayalı jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> gibi sera etkisine neden olan gazlarının salınımı çok düşük olduğundan temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

<sup>128</sup> Hayrullah Dağistan, **Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi, 2006: 74.

<sup>129</sup> 03.07.2007 tarih ve 5676 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, 17. Madde.

<sup>130</sup> Dağistan, a.g.m.,2006: 74.

<sup>131</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal\\_enerji](http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerji), (04.03.2012)

Jeotermal enerjiden yararlanma tarihi çok eskilere ilk uygarlıklara kadar gitmektedir. M.Ö. 10.000'de Jeotermal akışkandan Akdeniz Bölgesi'nde çanak, çömlek, cam, tekstil, krem imalatında yararlanılmaktaydı<sup>132</sup>. Romalılar ve Çinlilerin doğal sıcak su termal banyolarda ısıtma ve sağlık amaçlı kullandıkları bilinmektedir. 14.yüzyılda Fransa'da köylüler doğal sıcak suyla evlerini ısıtmışlardır<sup>133</sup>. ABD'de ilk olarak 1891 yılında Idaho'da, daha sonra 1900 yılında Oregon'da konut ısıtılmasında kullanılmıştır. 1904 yılında İtalya'nın Larderello şehrinde ilk defa jeotermal buhardan elektrik üretilmiştir<sup>134</sup>.

Jeotermal kaynaklar çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Su yoğunluğuna göre, buhar yoğunluğuna göre ve en sık kullanılan sıcaklık değerine göre sınıflandırma gibi. Sıcaklık içeriğine göre de kabaca üç grupta incelenmektedir. Bunlar;

- 1-Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70 °C)
- 2-Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150 °C)
- 3-Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150 °C'den yüksek)

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki karbondioksit'ten kuru buz eldesinde) kullanılmaktadır. Ancak, orta sıcaklıklı sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkan ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir<sup>135</sup>.

Genel olarak jeotermal enerji buhar veya sıcak su boruları ile güç santraline taşınarak elektrik üretiminde, buhar yâda sıcak su pompalanarak borular vasıtasıyla

---

<sup>132</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada\\_jeotermal.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html), (04.03.2012)

<sup>133</sup> Akova, a.g.e.,2008: 117.

<sup>134</sup> Uğurlu, a.g.t.,2006: 173.

<sup>135</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e.,2006: 97.

aynı zamanda evlerin ısıtılmasında, soğutma sistemlerinde, tarımda, endüstride kullanılmaktadır. Ayrıca yol ve kaldırımlarda karların eritilmesinde de direkt olarak kullanılmaktadır<sup>136</sup>.

*Resim 2.6: Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150<sup>0</sup>C'den yüksek)*



Kaynak:[http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch?text=jeotermal%20enerji&img\\_url=www.yeniresimler.com](http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch?text=jeotermal%20enerji&img_url=www.yeniresimler.com)

Jeotermal kaynaklar dünyanın birçok yerinde mevcuttur. Bu kaynaklar düzensiz olmayıp belli bir jeolojik özellik gösteren kuşaklar şeklinde bulunmaktadır. Alp Himalaya Kuşağı, Orta Amerika Volkanik Kuşağı, And Volkan Kuşağı, Karaib Denizi Kuşağı, İzlanda ve Diğer Atlas Okyanusu Adaları, Doğu Afrika Rift Sistemi dünyadaki önemli jeotermal kuşaklardandır<sup>137</sup>.

### **2.6.1. Jeotermal Enerjiden Faydalanma**

Jeotermal enerjiden hiçbir işlem yapılmadan faydalanma alanları Tablo 2.6'da verilmiştir.

Jeotermal enerjiden teknolojik yenilikler kullanılarak, önemli ölçüde ısı ve elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Jeotermal enerji; 5-10 MW güçte küçük

<sup>136</sup> Ahmet Eniş, **Enerji Politikaları İle Yerli, Yeni Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu, [www.emo.org.tr/ekler/c5689792e08eb2e\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/c5689792e08eb2e_ek.pdf), (04 Mart 2012)

<sup>137</sup> Akova, a.g.e.,2008: 127.

santraller halinde kurulmaya ve geliştirilmeye uygun olması, uzun dönemde hava değişikliklerinden ve kullanıcılardan etkilenmemesi, fosil yakıtların fiyat dalgalanmalarından bağımsızlığı, fiyatının kömürlü termik santrallerle ve doğal gazla rekabet edebilecek kadar düşük olması, kapalı sistemlerde yaydığı emisyon değerinin sıfır olması nedeniyle çevre açısından da önemli bir enerji kaynağıdır. Dünya’da jeotermalin doğrudan kullanımını 4,9 Milyon konut ısıtma eşdeğeridir<sup>138</sup>.

*Tablo 2.6: Jeotermal Enerjinin Sıcaklık Değerine Göre Kullanım Yerleri*

Kullanma Yerleri	Sıcaklık °C
Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma	180
Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, diatomitlerin kurutulması	170
Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması	160
Bayer’s yolu ile alüminyum eldesi	150
Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservecilikte)	140
Şeker endüstrisi, tuz eldesi	130
Temiz su eldesi, tuzluluk oranının arttırılması	120
Çimento kurutulması	110
Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama	100
Balık kurutma	90
Ev ve sera ısıtma	80
Soğutma	70
Kümes ve ahır ısıtma	60
Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi)	50
Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri	40
Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri	30
Balık çiftlikleri	20

Kaynak: [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html), (04.03.2012)

<sup>138</sup> Eniş, a.g.m.,: 308.

Sıcaklığı 200 °C ve daha fazla olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Ancak günden güne gelişmekte olan yeni teknolojiler ile 150 °C' ye kadar düşük hazne çıkışlı akışkandan da elektrik üretilebilmektedir. Son yıllarda geliştirilen ve binary (ikili) çevrim olarak adlandırılan bir sistemle, buharlaşma noktaları düşük gazlar kullanılarak 70°C<T<80°C' ye kadar sıcaklıktaki sulardan elektrik üretilebilmektedir<sup>139</sup>.

*Tablo 2.7: Dünya Jeotermal Enerji Teknolojileri Üretim ve Kapasite Gelişimi (1995-2005)*

	Kapasite (MW)			Üretim Miktarı (TWh/yıl)		
	1995	2005	Değişim (%)	1995	2005	Değişim (%)
Isı	8.664	27.825	221	31,23	72,62	132
Elektrik	6.798	8.912	31	37,74	56,8	50

Kaynak: Ahmet Nuri GÜLAY, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Programı, **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, İzmir, 2008: 77.

Tablo 2.7’de görüldüğü gibi jeotermal enerjinin ısı alanında kullanımında, 1995-2005 döneminde önemli bir gelişme kaydedilmiş; gerek kurulu kapasite, gerekse üretim miktarı açısından % 100’ün üzerinde bir artış yaşanmıştır. Bu teknolojinin uygulama alanları incelendiğinde; su ısıtma, alan ısıtma ve termal tesis-kaplıca uygulamalarının ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Bu üç uygulama alanı, toplam ısı enerjisi kullanımının yaklaşık % 81’ini oluşturmaktadır<sup>140</sup>.

Dünya jeotermal enerji elektrik teknolojisinde kaydedilen ilerleme ısı teknolojisinin oldukça altında gerçekleşmiştir. 2005 yılında, jeotermal enerjiden elde edilen elektrik üretim miktarı 56,8 TWh/yıl olmuştur. Bu rakam Dünya elektrik üretim potansiyelinin, % 1’in altında kaldığının göstergesidir.

Tablo 2.8’de görüldüğü gibi dünya jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ABD % 30,7’lik payıyla ilk sırada yer almaktadır. Filipinler, Meksika, Endonezya ve

<sup>139</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/14jeotermal\\_enerjinin\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/14jeotermal_enerjinin_kullanim_alanlari.html)

<sup>140</sup> Gülay,a.g.t.,2008:78.

İtalya ABD'yi izleyen ülkeler olmaktadır. 2005 yılı verilerine göre, Filipinlerde toplam elektrik üretiminin %27'si, ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'nde %7'si<sup>141</sup>, Nevada Eyaletinin ise %10'u, Nikaragua'da %28'i, El Salvador'da %18'i, Kenya'da %11'i jeotermal enerjiden karşılanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde jeotermal elektriğin ülke ihtiyacına katkısı genelde toplamın %0,1-1'i arasında iken; bu oran bazı ülkelerde %10'u bulmaktadır<sup>142</sup>.

*Tablo 2.8: Jeotermal Enerjiyi Elektrik Üretiminde Kullanan Ülkeler ve Kurulu Güç Kapasiteleri*

ÜLKE	2005 / (MWe)
Amerika Birleşik Devletleri	2544
Filipinler	1931
Meksika	953
Endonezya	797
İtalya	790
Japonya	535
Yeni zelanda	435
İzlanda	202
Costa rica	163
El salvador	151
Kenya	127
Rusya	79
Nicaragua	77
Guatemala	33
Çin	28
Türkiye	20
Portekiz	16
Fransa	15
Etiyopya	7
Papua Yeni Gine	6
Avusturya	1
Tayland	0,3
Almanya	0,2
Avustralya	0,2

Kaynak: [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada\\_jeotermal.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html) (04.03.2012)

Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk beş ülke sıralaması; Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye şeklindedir. Bu beş ülke, genelde düşük

<sup>141</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 104-105.

<sup>142</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 127.

sıcaklıklı jeotermal sahalara sahip olup; söz konusu jeotermal kaynakları, alan ısıtma ve termal tesis-kaplıca uygulamalarında kullanmaktadır. İzlanda, toplam ısı enerjisi gereksiniminin, yaklaşık % 86'sını bu yolla karşılamakta; Türkiye ise, özellikle termal tesis-kaplıca uygulamalarıyla her yıl önemli sayıda turist çekmektedir<sup>143</sup>.

### 2.6.2. Jeotermal Enerji Kullanımının Olumlu Yönleri

Jeotermal enerji kullanımı, fosil yakıtlarının tüketiminin azaltılması ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmurları gibi çevre sorunlarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Jeotermal enerjin çevreye zararlı olmaması için uygun kullanım şekli ile kullanılması gerekir. Yani, kullanılan jeotermal sıvının geri basım yoluyla rezervuara geri verilmesi işleminin mutlaka yapılması gerekmektedir<sup>144</sup>. Akışkanın yer altına geri gönderilmesi, jeotermal enerjinin kullanım ömrünü de uzatmaktadır<sup>145</sup>.

Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> salımı çok düşük olup, özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde sıfırdır. Kömür katkılı santrallerdeki karbondioksit salımı jeotermal santrallerine göre 1600 kat daha fazladır. Doğal gaz santralleri ise, jeotermalin en az 2000 katı daha fazla karbondioksit emisyonuna sahiptir<sup>146</sup>.

Jeotermal enerjiden elde edilen elektriğin birim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına göre daha ucuzdur. Jeotermal enerji ile çalışacak elektrik santrallerinin ilk kurulum maliyeti yüksek olsa da işletme maliyetinin düşük olması ve kullanılan kaynağın herhangi bir maliyetinin olmaması ekonomik getirisinin diğer santrallere göre yüksek olmasını sağlamaktadır<sup>147</sup>.

Jeotermal enerji, yüksek teknoloji gerektirmeyen yerli bir enerji kaynağıdır. Bu nedenle, jeotermal enerjiden yararlanan ülkeler teknolojik ve politik yönden dışa bağılıktan kurtulurken yaşanan uluslar arası krizlerden de korunmaktadır<sup>148</sup>.

<sup>143</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada\\_jeotermal.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html),(04.03.2012)

<sup>144</sup> Akova, a.g.e., 2008: 130.

<sup>145</sup> Günay, a.g.t., 2008: 81.

<sup>146</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 128.

<sup>147</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006 :108.

<sup>148</sup> Akova, a.g.e., 2008: 131.



Jeotermal enerji, kısa süreli meteorolojik olaylardan etkilenmeyen sürekli bir enerji kaynağıdır. Güneş ve rüzgâr enerjisinde olduğu gibi, günlük değişebilen hava olaylarından etkilenmeyen bir enerjidir.

Çok verimli bir enerji kaynağıdır. Doğrudan ısı enerjisi olarak kullanılabilmesi gibi yüksek sıcaklıklarda elektrik enerji elde edilmesinde de yararlanılmaktadır. Ayrıca enerji elde edildikten sonra artan sıcak su farklı alanlarda değerlendirilerek kaynaktan elde edilen verim artmaktadır<sup>149</sup>.

### 3.6.3. Jeotermal Enerji Kullanımının Olumsuz Yönleri

Jeotermal enerji çevre dostu bir kaynak olarak tanınmakla birlikte, jeotermal akışkanın paslanmaya, çürümeye, kireçlenmeye neden olması, içerdiği bor yüzünden atılacağı yüzey sularını kirletmesi su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır<sup>150</sup>.

Jeotermal enerjinin elde edildiği suların yer altı tabakalarında sürekli çevrimi suyun tabakalardaki mineralleri çözerek suyun kirlenmesine, bu suyun kullanımı ile toprakların kirlenmesine ve tuzlanmasına neden olmaktadır. Ayrıca, tüketime sunulan suyun yeraltı su tabakasından çekilmesi, yüzeyin su tutma kapasitesini olumsuz etkilediği gibi su tabakasının da daha derin düzeylere inmesine yol açmaktadır<sup>151</sup>. Çevre dostu bir jeotermal uygulama için önlemlerin alınmasını gereklidir.

Jeotermal enerji kaynaklarının kullanım sürecinde alınması gereken tedbirlerin alınmadığı durumlarda birtakım çevre sorunları yaşanabilmektedir. Örneğin sıcaklık ve gürültü gibi çevre sorunlarının yanı sıra jeotermal sıvının içerisinde bulunan, civa, arsenik, kurşun, lityum, amonyak gibi kimyasal atık maddeler ciddi çevre sorunlarına neden olabilmektedir<sup>152</sup>.

Jeotermal enerjinin kullanımıyla ilgili diğer bir olumsuzluk ise, bu enerji kaynağının yerinde kullanılması gerekli olup, uzak mesafelere taşınmasının sınırlı oluşudur. Günümüzde jeotermal enerji, yaklaşık 100 km'lik mesafeye kadar taşınabilmektedir<sup>153</sup>.

---

<sup>149</sup> Akova, a.g.e., 2008: 131.

<sup>150</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 129.

<sup>151</sup> Uğurlu, a.g.t., 2006: 172.

<sup>152</sup> Akova, a.g.e., 2008: 150.

<sup>153</sup> Gülay, a.g.t., 2008: 82.

## 2.7. TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ

Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı tektonik yapısı nedeniyle jeotermal enerji açısından büyük öneme sahip olup, kaynak zenginliği yönünden dünyada beşinci sırada gelmektedir<sup>154</sup>. Türkiye, Alp-Himalaya Kuşağı'nda yer alan bir ülke olması nedeniyle yüksek bir jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Söz konusu bu potansiyelinin 6 TWh'lik kısmı elektrik enerjisine, 19 TWh'lik kısmı ise doğrudan kullanıma uygundur<sup>155</sup>.

Türkiye, jeotermal potansiyeli ile toplam elektrik enerjisi ihtiyacının % 5'i kadarını, ısıtmada ise ısı enerjisi ihtiyacının %30'u kadarını karşılayabilecek seviyededir. Bunların ağırlık ortalaması hesaplandığında Türkiye elektrik ve ısı enerjisi ihtiyacının %14'ünü karşılayabilecek düzeydedir<sup>156</sup>. Jeotermal kaynaklar çoğunlukla batı, kuzeybatı ve orta Anadolu'da bulunmaktadır<sup>157</sup>.

Haziran 2007 yılı verilerine göre, doğrudan jeotermal enerji tüketiminin % 70,9'u (983 MWt) merkezi ısıtma (konut, sera, termal tesis) alanında gerçekleşirken, geriye kalan % 29,1'lik kısım (402 MWt-215 adet kaplıca eş değeri) termal turizm-tedavi sektörüne aittir. Türkiye, bu sonuçlarla, olası jeotermal enerji potansiyelinin % 7'sinden yararlanmakta ve doğrudan jeotermal enerji kullanımı açısından (jeotermal ısı ve termal turizm alanlarında) dünya beşinciliğini de korumaktadır<sup>158</sup>.

Türkiye'de bilinen 1000 dolayında sıcak su ve mineralli su kaynağı ile jeotermal kuyu mevcuttur. Sıcaklığı 40°C'nin üzerinde olan jeotermal sahaların sayısı ise 170'dir. Bunların 11 tanesi yüksek sıcaklık saha olup elektrik üretimine uygundur. Bunlardan; Aydın-Germencik 232 ° C, Manisa-Salihli-Göbekli 182 °C, Çanakkale-Tuzla 174 ° C, Aydın-Salavatlı 171 °C, Kütahya-Simav 162 °C, İzmir-Seferihisar 153 °C, Manisa-Salihli-Caferbey 150 °C, Aydın-Yılmazköy 142 °C, İzmir-Balçova 136 °C, İzmir-Dikili 130 °C'dir. Türkiye'de elektrik üretimine uygun jeotermal alanlardan Denizli-Kızıldere Sahasında 20 MW gücünde santral kurulmuş olup 12 MW elektrik üretimi yapılmaktadır<sup>159</sup>.

---

<sup>154</sup> Eniş, a.g.m. t.y.,: 308.

<sup>155</sup> Gülay, a.g.e., 2008:1 72.

<sup>156</sup> <http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/turkyede-jeotermal>, (04.03.2012)

<sup>157</sup> Eniş, a.g.m.,t.y :308.

<sup>158</sup> Gülay, a.g.t., 2008: 172.

<sup>159</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 117.

Denizli Sarayköy’de Kurulu bulunan, Türkiye'nin 1984 yılında tesis edilen ilk jeotermal santrali 20,4MW kurulu güce sahiptir. Santralin 2000 yılında 75,5 milyon KWh enerji ürettiği ve Türkiye genelinde tüketime sunulan enerji içindeki jeotermal payın %0.1 olduğu bilinmektedir<sup>160</sup>.

*Tablo 2.9: Türkiye’de Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretim Santralleri*

Jeotermal Santral	Kuruluş Yılı	Kurulu Gücü (MWe)	En Yüksek Sıcaklık (°C)
Dora-I Salavatlı-Aydın	2006	7.35	172
Dora-II Salavatlı-Aydın	2010	9.7	174
Gürmat-Germencik-Aydın	2009	47.4	232
Bereket Enerji-Denizli	2007	7.5	145
Tuzla-Çanakkale	2010	7.5	171
Kızıldere-Denizli	1984	17.8	243
Toplam	-	97,25	-

Kaynak: TMMOB Jeotermal Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara, 2009: 60., ve <http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/turkyede-jeotermal>, (04.03.2012) kaynaklarından faydalanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye’de 2006 yılında işletme halinde olan 21,85 MW’lık jeotermal elektrik üretim kapasitesi, Tablo 2.9’de gösterilen ve halen çalışır durumda olan 6 santralin de açılmasıyla 97.25 MW civarına çıkmıştır<sup>161</sup>. Türkiye’de elektrik üretimine uygun potansiyel içeren 13 adet saha bulunmaktadır ve bu sahalar Batı

<sup>160</sup> Eniş, a.g.m.: 311.

<sup>161</sup> Ümran Serpen, Niyazi Aksoy, Tahir Öngür, **Türkiye’de Jeotermal Enerji Endüstrisinin 2009 Güncel Durumu**, TMMOB Jeotermal Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara, Ekim Ajans Matbaacılık, 2009: 60.

Anadolu'da yer almaktadır. Bu sahaların görünür hale getirilmiş kapasitesi 100 MWe'dir. Tüm sahaların geliştirme çalışmaları yapıldığında bu kapasite 550 MWe çıkacaktır<sup>162</sup>.

Türkiye'nin en yüksek jeotermal potansiyeli orta sıcaklıklı sahalar arasında bulunmaktadır. Bu gruptaki kaynaklar "binary" sistemlerle elektrik üretimi yanında, endüstriyel süreçte ısı olarak doğrudan kullanıma uygundur<sup>163</sup>.

Türkiye' de jeotermal enerji kullanımına ilk olarak ısıtma amacıyla 1964 yılında Balıkesir Gönen'de bir otelde başlanmıştır. Yine 1987 yılında ilk olarak Gönen'de konut ısıtmasında kullanılmaya başlanmış olup, kapasitesi 16,2 MW'tır<sup>164</sup>.

Türkiye'de şu anda; Gönen, Simav, Kırşehir, Kızılcahamam, Afyonkarahisar, İzmir (Balçova + Narlıdere+Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi ve Yerleşkesi), Sandıklı, Kozaklı, Diyadin, Salihli, Edremit, Sarayköy, Bigadiç ve Yozgat (Sarıkaya)'ta jeotermal merkezi şehir ısıtma sistemleri bulunmaktadır. Buralardaki konutlar ve binalar jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır<sup>165</sup>. Jeotermal enerji sistemleri ile ısıtılan konut ve işyerlerinin ödediği ücretler diğer enerji kaynaklarına göre oldukça ekonomik düzeydedir. 2006 yılı verilerine göre Gönen'de konutlar 65 TL, işyerleri 85,5 TL; Kırşehir'de konutlar 48,6 TL, işyerleri 54,2 TL; Kozaklı'da konutlar 57,5 TL, işyerleri 68,5 TL; Salihli'de konutlar ve işyerleri 31 TL aylık ücret ödemektedirler<sup>166</sup>. 2012 yılında ise aylık ücretler, Gönen'de konutlar 90 TL, işyerleri 58TL; Kırşehir'de konutlar 89TL, işyerleri 98TL; Kozaklı'da konutlar 82,5 TL, işyerleri 104,5 TL; Salihli'de konutlar 70 TL, işyerleri 84 TL şeklinde gerçekleşmiştir<sup>167</sup>. Ayrıca sıcak su ve ısınma amaçlı kullanılan jeotermal enerjide, yeni yeni uygulanmaya başlayan "kullandığın kadar öde" sistemleriyle, jeotermal enerji kullanıcıları daha uygun şartlarda bu enerjiden faydalanacaktır.

---

<sup>162</sup> Dağıstan, a.g.m., 2006: 77.

<sup>163</sup> Serpen, vd. a.g.e., 2 009: 57.

<sup>164</sup> Eniş, a.g.m.,: 308.

<sup>165</sup> Orhan MERTOĞLU, Murat MERTOĞLU, Nilgün BAKIR, **Türkiye'de Jeotermal Uygulamalarda Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara, Ekim Ajans Matbaacılık, 2009:155-156.

<sup>166</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 116.

<sup>167</sup> Jeotermal Kaynaklı Belediyeler Birliği (2012), e-posta, jkbmedya@gmail.com, (12.07.2012)

Tablo 2.10: Türkiye’de Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Mevcut Durumu (Mart 2006)

Yer Adı	Isıtılan Konut Sayısı/Kurulu Kapasite	Isıtma Başlama Tarihi	Jeotermal Su Sıcaklığı (°C)	Yatırımcı
Dokuz Eylül Üniv. Kampüsü + Balçova + Narlıdere İzmir	16002 / 3000	1983	137-60	İl Özel İdaresi ve Belediye eşit ağırlıklı A.Ş.'i (Üniversite, Rektörlük tarafından)
Gönen Balıkesir	3400	1987	80	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Simav Kütahya	5000	1991	137	Belediye
Kırşehir	1900	1994	57	İl Özel İdaresi ağırlıklı Belediye A.Ş.'i
Kızılcahamam Ankara	2500	1995	80	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Afyon	4500	1996	95	İl Özel İdaresi ağırlıklı Belediye A.Ş.'i
Kozaklı Nevşehir	1200	1996	90	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Sandıklı Afyon	3600 / 5000	1998	70	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Diyadin Ağrı	150 / 400	1999	70	İl Özel İdare ağırlıklı Anonim Şirket
Salihli Manisa	4100 / 24000	2002	94	Belediye
Sarayköy Denizli	1500 / 5000	2002	140	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Edremit Balıkesir	2000 / 7500	2003	60	Belediye + Özel Sektör A.Ş.
Bigadiç Balıkesir	1500 / 3000	2005	96	Belediye
Sarıkaya Yozgat	180 / 2000	2006	50,5	İl Özel İdare + Belediye+ Özel Sektör beraberliği planlanmaktadır.
Termal tesis ve 635 dönüm sera ısıtması (Şanlıurfa, Dikili, Balçova vb)				Jeotermal sahada yatırım Valilik +Belediye (Sera) yatırımı Özel Sektör

Kaynak: <http://www.geothermalenergy.org/pdf/IGAstandard/EGC/2007/236.pdf>, (04.03.2012)

Türkiye’de kaplıca turizmi hızlı gelişen bir sektördür. Kaplıcaları yılda dört milyon kişinin ziyaret ettiği söylenmektedir. Konaklama tesislerinin daha iyi duruma

getirilmesi durumunda yabancı ziyaretçilerin artması, ülkemizin sağlık turizminde önemli gelirler elde etmesine katkıda bulunacaktır. Türkiye’de Afyon, Balçova, Çeşme, Gönen, Kızılcahamam ve Kozaklı gibi büyük kaplıca bölgeleri bulunmakta, bunun yanında da Adapazarı-Akyazı ve Yalova-Armutlu gibi yerlerde devre mülk ile kaplıca hizmeti verilmektedir. Ayrıca İzmir Çeşme’de 42 km’lik sıcak su boru hattı döşenerek 18 büyük otele termal su taşınmaktadır<sup>168</sup>.

Jeotermal kaynaklardan, ticari anlamda kimyasal madde üretimine bakıldığında; örneğin Dünya genelinde toplam karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretimi 21 000 ton olarak gerçekleşmekte iken, Türkiye’de ( Denizli-Kızıldere ), yılda 120 000 ton kurulu güç kapasitesi olan CO<sub>2</sub> fabrikası bulunmaktadır<sup>169</sup>.

Türkiye'nin jeotermal enerji kullanımı yeterli düzeyde olmasa da son yıllarda yaşanan artışta, ısıtma ve termal turizm-kaplıca uygulamalarına ağırlık verilmesi potansiyelin daha etkin bir şekilde kullanılmaya başlanması etkili olmuştur. Jeotermal enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin geliştirilmesi, kaplıca turizmine yönelik yatırımların artırılması ve kullanım alanlarının çeşitlendirilmesiyle birlikte, jeotermal enerji potansiyelinden daha fazla yararlanılması mümkün hale gelebilecektir.

Türkiye 'de jeotermal enerjiden yeterli düzeyde yararlanamamanın nedenleri teknik, finans ve yönetim sorunlarına bağlanabilir. Teknik sorunlar arasında kaynakların düşük sıcaklıklı olması, üretim sırasında rezervuarda, kuyu içinde ve yüzey donanımlarında kalsit çökmesi ve çevre sorunları yer almaktadır. Türkiye'deki jeotermal enerjinin yeteri kadar hızlı gelişmemesinin en önemli nedenlerinden biri de, uzun yıllardan beri jeotermal enerjiye yeterli yatırım yapılmamasıdır. Düşük sıcaklıklı sahaların yerleşim alanlarının ısıtılmasında, seracılık ve bazı endüstriyel alanlarda kullanılmasını içeren proje ve uygulamalar, devletin belirgin bir jeotermal politikasının yanı sıra yerel yönetimlerin veya şahısların çabalarıyla gerçekleştirilebilir<sup>170</sup>. Örneğin; İzmir, Manisa, Denizli,

---

<sup>168</sup> Serpen, vd. a.g.m., 2009: 59.

<sup>169</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada\\_jeotermal.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html), (04.03.2012)

<sup>170</sup> E. Solmaz ve S.K. Solmaz, **Jeotermal Enerji Kavramı Bursa 'daki Potansiyeli ve Çevre Etkileri**, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, , İzmir, 2001: 285-290.

Aydın, Ağrı, Şanlıurfa, Balıkesir ve Kütahya illerinde, 207.4 MWt kapasite ile 2104 dönüm sera alanı jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır<sup>171</sup>.

Türkiye’de devlet sektörü uzun yıllar yatırım yaptığı jeotermal enerji sektöründen çekilmektedir. 2007 yılında çıkarılan “Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu”ndan sonra özel sektör tarafından jeotermal enerjiye yatırıma büyük bir ilgi duyulmaya başlanmıştır. Yakın bir zamana kadar jeotermal enerjiyi hiç duymayan yatırımcılar, birikimlerini gelecekte önem kazanacak bu enerji sektörüne yatırmak istemektedirler. Özellikle, elektrik üretimindeki avantajı nedeniyle de jeotermal enerji yatırımcılara çok cazip gelmektedir<sup>172</sup>.

2007 yılında çıkarılan “Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu” nun amacı; jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması ve hakların devredilmesi, çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir. Ayrıca bu kanunun yürürlüğe girmesi ile ruhsat haklarının tek mevzuat çatısı altında yürütülmesi amaçlanmış ve Merkezi İdare (MİGEM<sup>173</sup>) ile Yerel İdarenin (İl Özel İdareleri) birlikte çalışma prensibi getirilmiştir<sup>174</sup>.

Jeotermal Kaynaklar Kanunu ve Yönetmeliği uygulamaya girdikten sonra hukuksal, idarî, ekonomik ve teknik alanlarında birtakım sorunlar ortaya çıkmıştır. Yasa uygulanmaya başlandıktan sonra değişik yargı kademelerinde, çeşitli kategorilerde çok sayıda dava açılmıştır ve bunların büyük bölümü sürmektedir. Üç başlı idarî yapı, kurumlar arasında çelişkiler ve anlaşmazlıklara neden olmaktadır. Oluşan sorunlardan dolayı çok sayıda jeotermal saha kapalı kalmıştır. Verilen ruhsatlar ile ilgili de sorunlar ortaya çıkmış ve bir ruhsat pazarı oluşmuştur. Sahalar tehlikeli biçimde bölünmüştür. Sahaların bütünlüğüne, başvuranların niyetlerine, yetkinliklerine bakılmadan başvuru sırasına göre ve sınırsız sayıda arama ruhsatı

---

<sup>171</sup> Serpen, vd. a.g.m., 2009: 58.

<sup>172</sup> Serpen, vd. a.g.m., 2009: 55.

<sup>173</sup> Enerji Bakanlığı’na bağlı olarak görev yapan Maden İşleri Genel Müdürlüğü

<sup>174</sup> Yaver SEVER, Adnan KÖSE, **Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu; Ruhsatlandırma, Projelendirme, Raporlama**, TMMOB Jeotermal Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara, 2009: 1.

verilebildiği için kaynak bulma olanağı olsun olmasın hemen her yer ruhsat alanına dönüşmüştür<sup>175</sup>.

Enerji ihtiyacının her geçen gün arttığı ve pahalandığı günümüzde, jeotermal enerjinin, yenilenebilir, çevreci, ekonomik bir enerji kaynağı olarak kullanılabilmesi için gereken önlemlerin ve kontrollerin eksiksiz yapılması gerekmektedir. Jeotermal enerjinin uygun olarak kullanılmadığı durumlarda yenilenebilir olma özelliğini kaybedeceği ve telafisi olmayan çevre sorunlarına neden olabileceği unutulmamalıdır.

## 2.8. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Giderek artan enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan biri de biyokütle enerjisidir. Biyokütle, enerji kaynağı olarak yararlanılabilen biyolojik kaynaklı maddeleri ifade etmek için kullanılan geniş kapsamlı bir terimdir. Biyokütle enerjisi güneş ve rüzgâr gibi kesintili değil, sürekli enerji sağlayan tükenmez bir enerji kaynağıdır<sup>176</sup>. Her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyal ve ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağıdır<sup>177</sup>.

Klasik olarak biyokütleden yararlanma çok eski çağlara kadar gitmektedir. Ateşin bulunmasından sonra, yemek yapmak ve ısınmak için biyokütle (odun) kaynaklardan yararlanıldığı bilinmektedir. Modern anlamda biyokütle enerjisinden Asurlular ve Perslerin banyo ısıtılmasında biyogaz şeklinde yararlandıkları bilinmektedir<sup>178</sup>. 19. yüzyılda İngiltere’de fosseptiklerde oluşan gazlar sokak aydınlatmasında kullanılmıştır<sup>179</sup>.

Biyokütle enerjisi, güneş enerjisinin bitkiler tarafından dönüştürülmüş şekli olarak tanımlanabilir. Farklı bir ifade ile bitkiler tarafından, fotosentez olayı ile kimyasal olarak depo edilen enerjinin daha sonra çeşitli şekillerde kullanılması

---

<sup>175</sup> Ümran SERPEN, Tahir ÖNGÜR, Niyazi AKSOY, **Hukuk ve Kargaşa: Jeotermal Örneği**, Türkiye’de Jeotermal Enerji Endüstrisinin 2009 Güncel Durumu, TMMOB Jeotermal Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara, 2009: 11.

<sup>176</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 129.

<sup>177</sup> Murat TOPAL, E. Işıl ARSLAN, **Biyokütle Enerjisi ve Türkiye**, 7.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 17-19 Aralık 2008: 242.

<sup>178</sup> Akova, a.g.e., 2008: 154.

<sup>179</sup> Uğurlu, a.g.t., 2006: 167.



olarak belirtilebilir<sup>180</sup>. Fotosentez olayında atmosferdeki karbondioksit kullanılmakta, atmosfere de oksijen verilmektedir. Fotosentez sonucu üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, karbondioksit salınımı açısından korunmuş olmaktadır<sup>181</sup>.

Biyokütle, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da "Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları dahil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlar olarak" tanımlanmıştır. Biyokütleyle örnek olarak, ağaçları, mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkileri, otları, yosunları, evlerden atılan meyve ve sebze atığı gibi tüm organik çöpleri, hayvan dışkılarını ve sanayi atıklarını verilebiliriz<sup>182</sup>.

*Resim 2.7: Biyokütle Enerji Kaynakları*



Kaynak: [http://www.google.com.tr/search?hl=tr&sugexp=frgbl&cp=27&gs\\_id=2&xhr=t&q=biyok%C3%BCtle+enerji+kaynaklar](http://www.google.com.tr/search?hl=tr&sugexp=frgbl&cp=27&gs_id=2&xhr=t&q=biyok%C3%BCtle+enerji+kaynaklar). (06.04.2012)

Biyokütle kaynaklarının kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil tabanlı yakıtların yerine kolaylıkla kullanılabilme olanağının olması, diğer yenilenebilir

<sup>180</sup> Akova, a.g.e., 2008: 153.

<sup>181</sup> <http://tr.wikipedia.org/wiki/Fotosentez>, (06.04.2012)

<sup>182</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 129.

kaynaklardan farklılık göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en fazla kullanılan enerjidir. 2006 yılı verilerine göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji tüketimindeki payı %12,7 düzeyindedir. Bu oran içerisinde en büyük pay %9,9 ile biyokütle enerjisine aittir. Gelecek yirmi ile otuz yılı kapsayan enerji talep tahminleri incelendiğinde, biyokütlenin geleneksel tüketim sürecinin benzer eğilimlerle devam edeceği ve toplam yenilenebilir birincil enerji arzındaki en önemli unsur olma özelliğini koruyacağı tahmin edilmektedir<sup>183</sup>.

Biyokütle enerjisini, klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grupta ele almak mümkündür. Bunlardan birincisi olan klasik biyokütle enerjisi; ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları (tezek gibi)'dir. İkincisi olan modern biyokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıklarının fermentasyon, gazlaştırma gibi modern tekniklerle işlenmesi sonucu elektrik, ısı, sıvı ve gaz yakıt olarak değerlendirilmesidir<sup>184</sup>.

*Tablo 2.11: Biyokütle Kaynakları ve Elde Edilme Alanları*

Biyokütle Kaynağı	Elde Edilme Alanı
Odun	Enerji ormanları, hızlı büyüyen ağaçlar (örnek: söğüt, kavak, okaliptüs), ağaç artıkları
Yağlı tohum bitkileri	Ayçiçeği, Kolza, Soya vb.
Karbonhidrat Bitkileri	Patates, Buğday, Mısır, Pancar, vb.
Elyaf Bitkileri	Keten, Kenef, Kenevir, Sorgum, vb.
Bitkisel Artıklar	Dal, Sap, Saman, Kök, Kabuk, budama atıkları vb.
Atıklar	Hayvansal, Şehirsal ve Endüstriyel atıklar. (Örnek: kanalizasyon çamuru, çöplükler, )

Kaynak: Gizem KURT, Nilüfer NACAR KOÇER, “**Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli Ve Enerji Üretimi**”,Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:26, sayı:3, Kayseri:2010: 241.’den faydalanılarak hazırlanmıştır.

<sup>183</sup> Nazif Hülâgü SOHTAOĞLU, Duygu PAPUR, “**Biyokütle ve Atıkların Küresel Enerji Dengesindeki Rolünün İncelenmesi**”, 5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı, Diyarbakır-2009, Ankara, Emo Yayın, 2009: 209.

<sup>184</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 131.

Modern biyokütle enerji teknolojisi kapsamında biyokütle kaynakları ve elde edildiği yerler Tablo 2.11’de gösterilmiştir. Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (biyodizel, etanol, biyogaz) elde edilerek enerji teknolojisinde değerlendirilmektedir<sup>185</sup>.

Biyokütle genel olarak, ısı sağlamak, yakıt üretmek ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Çevre kirliliğine neden olan endüstriyel, kentsel ve diğer atık maddeler biyokütle enerji teknolojileri kapsamında kullanılmakta ve fosil yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlara ulaşılmaktadır<sup>186</sup>. Biyokütle kökenli, en önemli yakıtlar, dizel motor alternatif yakıtı biyodizel, benzin alternatifi etanol, LPG alternatifi biyogaz olarak sıralanabilir. Bu yakıtlar, sera gazı salınımına neden olmadığından çevreci yakıtlardır.

Biyokütleden elde edilen yakıtlardan en çok kullanılanı biyodizel; kanola, ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların ya da hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol ya da etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir<sup>187</sup>. Dizel yakıt olarak kullanılabilen biyodizel, ekonomik bakımdan uygun ve çevre dostu bir yakıttır.

Çevreci bir yakıt olması nedeniyle biyodizel kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Avrupa Birliği’nde birçok ülkede normal dizel yakıtı belirli oranda karıştırılarak kullanılması zorunlu hale getirilmiş, bu sayede fosil yakıtların çevreye verdiği zararın azaltılması hedeflenmiştir<sup>188</sup>. Karıştırma oranı 2005 yılında %2 olarak gerçekleşirken, 2030 yılına kadar %30’a çıkarılması hedeflenmiştir. Dünya genelinde 20’den fazla ülke çeşitli düzeylerde biyodizelden yararlanmaktadır. Brezilya ve ABD bu konuda öncü ülkelerdir. Biyodizel kullanımının artması fosil yakıt bağımlılığını azaltacaktır<sup>189</sup>.

---

<sup>185</sup> Gizem KURT, Nilüfer NACAR KOÇER, “**Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli Ve Enerji Üretimi**”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:26, sayı:3, Kayseri, 2010: 241.

<sup>186</sup> Uğurlu, a.g.e., 2006: 168.

<sup>187</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 134.

<sup>188</sup> Uğurlu, a.g.t., 2006: 168.

<sup>189</sup> Akova, a.g.e., 2008: 172.

Biyokütleden elde edilen diğer enerji kaynağı olan biyogaz, temel olarak organik atıklardan kullanılabilir gaz üretilmesini belirtir. Diğer bir ifade ile organik maddenin oksijensiz ortamda bakteriler aracılığıyla karbondioksit ve metan gazına dönüştürülmesidir. Biyogaz elde etmek için temel madde olarak bitkisel atıklar, hayvansal gübreler, arıtma çamurları, kent çöpleri, sanayi atıkları vb. kullanılabilir. Tarımda tuzluluğa neden olduğundan kullanılmayan tavuk gübrelerinden de oldukça verimli biyogaz üretimi sağlanabilmektedir<sup>190</sup>. Biyogazın kimyasal yapısı standart değildir. Biyogaz kullanılan kaynağa göre değişebilen, renksiz ve yanıcı bir gazdır. Biyogaz, doğrudan yakıt olarak kullanılabilir gibi, araçlarda motor yakıtı, santrallerde elektrik üretiminde ham madde olarak kullanılabilir<sup>191</sup>.

Biyogazın fosil kaynaklar yerine kullanılması ile karbondioksit ve diğer sera gazı salınımları azaltılmaktadır. Biyogaz üretimi sırasında oldukça az fosil yakıt tüketilir. Evlerin ısıtılmasında ve araç yakıtları yerine biyogazın kullanımı ile %75 oranında sera gazlarında azalma gerçekleşebilmektedir<sup>192</sup>.

Biyokütleden elde edilen diğer enerji kaynağı olan etanol, şeker kamışı, şeker pancarı, patates ve mısır gibi enerji bitkilerinden, ayrıca tarımsal ve selülozik içerikli belediye atıklarından elde edilmektedir<sup>193</sup>. Etanol, hava kirliliğini ve fosil yakıt bağımlılığını azaltmak amacıyla, otomobiller ve diğer motorlu araçlarda, tek başına bir yakıt ya da benzine karıştırılan bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Üretimi sırasında çok fazla enerji kullanıldığı için kullanımı, çok yaygın değildir<sup>194</sup>. ABD, Brezilya, Çin ve Fransa dünyada en çok etanol üreten ülkelerdir. Benzine karıştırılan etanol Brezilya'daki otomobillerin yarısında yakıt olarak kullanılmaktadır<sup>195</sup>.

Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması, termik santrallere benzer olarak, organik maddelerin doğrudan yakılıp oluşan ısıdan yararlanılarak elektrik üretilmesi şeklinde olmaktadır. Ayrıca, değişik tekniklerle biyokütleden elde

---

<sup>190</sup> <http://tr.wikipedia.org/wiki/Biyogaz> (06.04.2012)

<sup>191</sup> Akova, a.g.e., 2008:162.

<sup>192</sup> Vedat YILMAZ, **Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri**, 5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı, Diyarbakır-2009, Ankara, Emo Yayın,2009: 213.

<sup>193</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 144.

<sup>194</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Etanol\\_yak%C4%B1t%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Etanol_yak%C4%B1t%C4%B1) (06.03.2012)

<sup>195</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 144.

edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilebilmektedir. Kentsel atıklardan, çöplerin çürümesi sonucu ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çöp termik santralleri çalıştırılmaktadır. Böylece hem kentsel atıkların depolama sorunu ortadan kalkmakta hem de çöpten enerji üretimi gerçekleştirilmektedir<sup>196</sup>.

### **2.8.1. Biyokütle Enerjisi Kullanımının Olumlu Yönleri**

Biyokütle üretiminde genelde atık maddeler kullanıldığından bu atıkların oluşturacağı çevre sorunları önlenmiş olmaktadır. Yakıt olarak kullanılan biyokütle, ısıtma amacı ile fosil yakıtlar yerine kullanılırsa %75-90 oranında, benzinli ve dizel araçlarda kullanılması durumunda %50-85 arasında sera gazları emisyonunda azalma sağlamaktadır<sup>197</sup>.

Biyokütleden elde edilen enerji kırsal, kentsel her tür yerleşim yerinde, her tür enerji ihtiyacında kullanılabilir, güneş ve rüzgâr enerjisinde olduğu gibi kesintili değil sürekli bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtlarda olduğu gibi taşınarak ve depo edilerek kullanılabilir.

Biyogaz üretimi sırasında ortaya çıkan atıklar, kimyasal gübrelerden daha verimli biyogübre olarak kullanılabilir. Ayrıca biyogaz üretiminde kullanılan hayvansal atıklar, açıkta bırakılmak yerine biyogaz tesisine konulmakla bazı salgın hastalıkların önüne geçilmiş olmaktadır<sup>198</sup>.

Kentler için yok edilmesi büyük sorun olan çöplerden, enerji elde edilmektedir. Kentlerin yakınında kurulan çöp termik santralleri, çöplerin çevrede oluşturacağı kirliliği önemli ölçüde ortadan kaldırmaktadır<sup>199</sup>.

Biyokütle kaynağı olarak ağaç yetiştirilmesi ve bu ağaçlardan enerji olarak yararlanılması olarak tanımlanan enerji ormancılığı, ekonomik, doğal, sosyal vb. özellikleri yanında petrol ve kömüre bağımlılığı ciddi ölçüde azaltacağından, çevre kirliliğini önleyeceğinden ve yenilenebilir kaynak kullanım oranını artıracığından önemlidir. Kanada, enerji ormancılığının, orta ve uzun dönem sonunda ülkenin

---

<sup>196</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 133.

<sup>197</sup> Yılmaz, a.g.m., 2009: 213.

<sup>198</sup> Akova, a.g.e., 2008: 170.

<sup>199</sup> Zuhâl ÖZER, "Yeryüzündeki Gün Işığı Deposu: Biyokütle", Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs 1996: 59.

birincil enerji kaynağı olmasını hedeflemektedir<sup>200</sup>. Ayrıca toprak kayıplarının (erozyon) azaltılması, yeşil alanların artırılması, çölleşmenin önlenmesi ve orman yangınlarının kontrol altında tutulması konularında da enerji ormancılığı etkili olmaktadır.

Biyodizel, üretim teknolojisi diğer alternatif yakıtların üretim teknolojilerine göre oldukça basit ve ekonomiktir. Biyodizel yakıt, motor karakteristik değerlerinde iyileşme sağlayan, kara ve deniz taşımacılığında kullanılabilen, ısıtma sistemleri ve jeneratörlerde kullanıma uygun, mevcut dizel motorlarında hiçbir tasarım değişikliği gerektirmeden kullanılabilen, çevre dostu bir yakıttır. Biyodizel hammaddesi olan yağlı tohum bitkilerinin oluşumları sırasında atmosfere aldıkları CO<sub>2</sub> miktarı ile biyodizel yandığında atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı hemen hemen eşit olduğundan, biyodizel kullanımı atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarını artırmamakta ve böylece küresel ısınmaya yol açmamaktadır<sup>201</sup>.

Genel olarak biyokütle enerjisi kullanımı; petrol ithalatının azalması, çevrenin korunması, yerel iş imkânı oluşturulması, enerji tarımının gelişmesi gibi avantajlar sağlamanın yanında, çöplerin depolanması ile görsel çevre kirliliğini de ortadan kaldırmaktadır. Özellikle biyoyakıtların, gelecekte fosil kökenli yakıtların yerini almaya en yakın yenilenebilir enerji kaynakları oldukları belirtilmektedir.

### **2.8.2. Biyokütle Enerjisi Kullanımının Olumsuz Etkileri**

Biyokütle enerjisi, genel anlamda çevreye uyumlu bir enerji kaynağı olmakla birlikte, kullanılan biyokütle türüne göre bazı çevresel etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, çöp ve benzeri bazı atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan atıklar çevresel sorunlara neden olabilmektedir. Çöp depolanması ve ayrıştırılması esnasında açığa çıkan gazların yanma ve patlama ihtimali vardır<sup>202</sup>. Çöp depolama tesisleri yeterli tedbirler alınmaz ise görsel kirliliğe ve kötü kokulara neden olmaktadır.

Biyokütle enerji kullanımının belki de en tehlikeli ve olumsuz yönü, buğday, arpa, mısır, patates, şeker pancarı, vb. gibi insanların beslenme ihtiyaçlarını

---

<sup>200</sup> Nedim SARAÇOĞLU, "Enerji Ormancılığı Projelerinin Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları", TMMOB Türkiye 1. Enerji Sempozyumu : Bildiriler Kitabı , 1. Baskı, ANKARA, EMO Yayınları, 1996: 50.

<sup>201</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 139.

<sup>202</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 171.

sağladıkları temel besin maddelerinin, çeşitli yol ve yöntemlerle makineler tarafından tüketilmesine neden olmasıdır. Çiftçiler insanların yiyeceği buğday yerine tarlalarına biyodizel ham maddesi ekmekte, bu nedenle gıda fiyatları giderek yükselmektedir. Dünya nüfusunun sekiz milyarı geçtiği, bazı bölgelerde yiyecek ve içecek olmadığından açlıktan ölen insanların olduğu günümüzde, besin kaynaklarının makinelerce tüketilmesi ne kadar fayda sağlarsa sağlasın olumsuz bir gelişme olarak değerlendirilecektir. Çünkü artan dünyada nüfusu karşısında mevcut kaynaklar artmamakta sabit kalmaktadır. Her ne kadar çeşitli teknik yöntemlerle tarımda verim artışları sağlansa da bir süre sonra bu kaynakların insanların beslenmesi için yeterli olmayacağı kanaati oluşmaktadır.

Biyokütle kaynakları kullanımında, insan ve diğer canlıların besin olarak tüketebileceği maddelerin enerji kaynağı olarak kullanılmaması gerekmektedir, buna karşın çevreye zararlı atıklardan, besin olarak kullanılmayan bitkilerden üretilecek enerji sürdürülebilir ve daha çevreci olacaktır.

## 2.9. TÜRKİYE’DE BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Türkiye’de biyokütle kullanımı giderek daha önemli bir düzeye ulaşmakla birlikte geleneksel yöntemler, modern yöntemlere oranla daha ağırlıklı kullanılmaktadır. Biyokütle enerji kaynakları Türkiye’de yüksek bir potansiyele sahiptir. Fakat diğer yenilenebilir enerjilere göre daha gelişme aşamasındadır<sup>203</sup>. OECD'nin bir araştırmasına göre ülkemizde tarım atıkları, orman sanayi atıkları ve hayvan atıklarının toplam 12,8 milyon ton petrole eşdeğer olduğu, bunun da ülke enerji kullanımının %40'ını karşılar durumda olduğu görülmüştür<sup>204</sup>. Türkiye’de biyokütle kullanımında genelde odunlar ve hayvansal atık olan tezekler yakılarak kullanılmaktadır. Bu kullanım hem ekonomik hem de ekolojik açıdan kayıplara neden olmaktadır<sup>205</sup>.

Enerji ormancılığı için, Orman Genel Müdürlüğü’nce 1978 yılında başlatılan projeler ile 2001 yılına kadar 535 000 hektar enerji ormanı tahsis edilmiştir. 2002 yılında hazırlanan acil eylem planında erozyon ve çevresel etkilere maruz kalan

---

<sup>203</sup> Uğurlu, a.g.e., 2006: 168.

<sup>204</sup> Ataman, a.g.e., 2007: 240.

<sup>205</sup> Akova, a.g.e., 2008 :177.

alanlarda, devletle üretici arasında yapılan kontrat karşılığında tarımsal ormancılık ve örtü bitkilerinin yetiştirilmesi sağlanarak, erozyon ile mücadele edilmesi ve ekonomik faaliyetlerin artması hedeflenmiştir<sup>206</sup>. Enerji ormanlarından elde edilecek odun, enerji hammaddesi üretimi amacıyla yetiştirilecek enerji bitkileri ve tarımsal yan ürünler ile atıkların yüksek biyokütle tekniklerle değerlendirilmesi sonucu elde edilecek ısı sayesinde, elektrik ve biyoyakıt türü enerji elde edilebilecektir. Türkiye'de enerji ormancılığı için uygun alanın % 15'i değerlendirilmiş olup, geri kalan % 85'lik alan uygulama beklemektedir. Türkiye'deki iklim ve yetişme ortamı koşulları, bu ormanların kurulmasında kullanılan birçok ağaç türünün kolaylıkla yetiştirilebileceği yapıdadır. Okalipütüs, söğüt, kavak, kızılçam, meşe, dişbudak, karaçam ve akasya bunlardan bazılarıdır. Okalipütüs iki yıl gibi kısa bir süre içerisinde yakıt için istenen düzeyde biyokütle üretmektedir<sup>207</sup>.

Biyodizel üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye koşulları göz önüne alındığında biyodizel üretimi için kullanılan; kanola, ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin tarımı yapılabilmektedir. YEGM tarafından iki yağlı tohum bitkisi kanola ve aspir üzerinde çalışma yapılmıştır<sup>208</sup>. Türkiye'de devlet tarafından kanola ve soya ekimine destek verilmektedir. Tarımı sorunsuz ve maliyeti diğer yağlı tohum bitkilerine oranla az olan kanola, GAP Bölgesi'nde 10 milyon dekar alanda pamuğun yanı sıra dönüşümlü olarak ekilmektedir. Soya ekimi de alternatif olarak yapılabilmektedir. GAP Bölgesi'nde kanola veya soya ekimi ile yılda 1,5 milyon ton biyodizel üretilbileceği söylenebilir<sup>209</sup>. Türkiye'de biyodizel üretimi ilk olarak 2000'li yılların başında Bursa'da gerçekleşmiştir<sup>210</sup>. Türkiye'deki biyodizel üretim kapasitesi 1,5 milyon litre düzeyindedir. Bu üretimin çoğu lisansız üreticiler tarafından gerçekleştirilmektedir<sup>211</sup>.

Türkiye'de biyogaz ile ilgili çalışmalar 1957 yılında başlamıştır. Çalışmaların başlanmasından günümüze kadar çok önemli bir ilerleme sağlanamamıştır. Biyogaz Çevre ve Orman Bakanlığı, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ve Tarım ve Köy İşleri

<sup>206</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 133.

<sup>207</sup> Ataman, a.g.e., 2007: 242.

<sup>208</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenjerji/02-biyodizel/bd\\_eie.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenjerji/02-biyodizel/bd_eie.html) (06.03.2012)

<sup>209</sup> Uğurlu, a.g.t., 2006: 170.

<sup>210</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 142.

<sup>211</sup> Akova, a.g.e., 2008: 177.



Bakanlığınca da bilinen ve desteklenen bir yakıttır<sup>212</sup>. Türkiye’de son zamanlarda biyogazdan enerji eldesine yönelik kamu ve özel sektör yatırımları artmaya başlamıştır. Öncelikle Büyükşehir Belediyeleri çöp atıklarının çözümüne yönelik olarak kompost (gübre) ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamışlardır<sup>213</sup>. Türkiye’de yaklaşık 65 000 ton/gün miktarında çöp toplanmaktadır. Çöplerin düzenli olarak depolanması ve çöplerden çıkan metan gazının uygun koşullarda toplanıp yakılması ile elektrik üretilmektedir. Bu alanda çalışma yapan belediyelerin bazıları: Ankara, İstanbul, Bursa, Kocaeli belediyelerdir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Tuzla’daki biyolojik atık su tesisinden çıkan çamurdan biyogaz ve elektrik elde etmektedir. Enerji üretim sisteminin devreye girmesiyle bir yandan çamur miktarında azalma sağlanmakta, öte yandan da tesiste tüketilen elektriğin yüzde 70’i biyogazla elde edilmektedir<sup>214</sup>. Türkiye biyogaz potansiyeli yaklaşık 25 milyon KWh şeklindedir. Bu potansiyelin değerlendirilmesinin yeşil elektrik eldesi, organik gübre üretimi, atık kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılması gibi AB uyum süreci çalışmalarında ulusal yararları olacaktır<sup>215</sup>.

## 2.10.HİDROELEKTRİK ENERJİ

Hidrolik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Suyun üst seviyelerden alt seviyelere düşmesi sonucu açığa çıkan enerji, türbinlerin dönmesini sağlamak ve jeneratörlerde elektrik enerjisi elde edilmektedir<sup>216</sup>. Su döngüsü olayı ile yeryüzündeki su sürekli yer değiştirmektedir. Bu değişim sayesinde mevcut göl, nehir ve su kaynakları sürekli beslenmektedir. Su döngüsü devam ettiği sürece hidroelektrik yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütleden sonra en çok kullanılan kaynaktır. Yenilenebilir

---

<sup>212</sup> Filiz KARAOŞMANOĞLU, “Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı, İstanbul, EMO Yayınları, 2006: 12.

<sup>213</sup> Uğurlu, a.g.e., 2006: 170.

<sup>214</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 247.

<sup>215</sup> Karaoşmanoğlu, a.g.m., 2006: 12.

<sup>216</sup> Adem Akpınar, Murat Kömürcü, Murat KANKAL, **Türkiye’de Hidroelektrik Enerjinin Durumu ve Geleceği**, WECTNC Türkiye 11. Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı CD, 21-23 Ekim, İzmir, 2009: 2.

enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisinin %92'si, dünya elektrik enerji ihtiyacının %16'sı hidroelektrik kaynaklardan elde edilmektedir<sup>217</sup>.

Su gücünden yararlanma milâttan önce ilk çağlarda su değirmenleri ile başlamıştır. Günümüzde de vazgeçilmez bir enerji kaynağı olma özelliğini korumaktadır<sup>218</sup>. Günümüz koşullarında su gücünden yararlanmak için hidroelektrik santraller (HES) yapılmaktadır. ABD'de, Niagara Enerji Santrali ilk yapılan hidroelektrik santral olarak, dünya genelinde hidroelektrik santral inşaatlarının da öncüsü olmuştur<sup>219</sup>.

*Resim 2.8: Hidroelektrik Enerji*



Kaynak:<http://www.google.com.tr/imgres?q=hidroelektrik+enerji&hl=tr&sa=1280>,(08.04.2012)

Bugün dünyada 160'dan fazla ülke su gücünden faydalanarak enerji üretmektedir. Bu ülkelerin üretmiş olduğu enerji, yaklaşık 3100 TWh/yıl'a ulaşmıştır. Dünya Enerji Konseyi'nin 2010 raporuna göre de, önümüzdeki 20 yılda hidroelektrik santraller aracılığı ile üretilen enerji miktarında önemli bir artış olacağı beklenmektedir<sup>220</sup>.

<sup>217</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 201.

<sup>218</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik”, Haz.,Özcan DALKIR ve Elif ŞEŞEN, Ankara, MRK Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., 2011: 14.

<sup>219</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 143.

<sup>220</sup> Tekiner KAYA, “Türkiye'de Su Gücü ve Küçük Hidroelektrik santraller”, Nevşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:1, Sayı:1, 2011: 208.

### 2.10.1. Küçük Hidroelektrik Santraller

Hidroelektrik santraller kurulu güç potansiyeline göre sınıflandırılmaktadır. Uluslararası alanda bu konuda henüz tam bir fikir birliği sağlanamamıştır. Farklı kurumlar, mini ve mikro hidroelektrik santraller için farklı üst limitler belirleyebilmektedir. Fakat küçük hidroelektrik santraller (KHES) için genel olarak kabul gören tanım, "10 MW'a kadar güç üretebilen hidroelektrik santraller" şeklindedir. Türkiye'de BM Sınâî Kalkınma Teşkilatı (UNIDO) tarafından yapılan sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre HES'ler, ürettikleri güç bakımından 4 ana gruba ayrılmaktadır<sup>221</sup> (Tablo 2.12 ).

*Tablo 2.12: Hidroelektrik Santrallerin Kurulu Güç Potansiyeline Göre Sınıflandırılması*

Santral Çeşidi	Sahip Olduğu Kurulu Güç (KW)
Mikro Hidroelektrik Santraller	0,1 – 100
Mini Hidroelektrik Santraller	101-1000
Küçük Hidroelektrik Santraller	1001-10 000
Büyük Hidroelektrik Santraller	10 000 KW'tan büyük

Kaynak:Türkiye Çevre Vakfı, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara, TÇV Yayın, 2006:201.

Büyük HES'ler gerek yapım aşamasında, gerekse su tutulmaya başlamasından sonra oluşturdukları olumsuzluklar nedeniyle; yapım aşaması daha kısa süren, çevre ile uyumlu ve çevreye vereceği zarar en aza indirilmiş KHES'ler gündeme gelmiş ve bu konudaki yatırımlar artmaya başlamıştır. KHES'ler her ne kadar yeni bir enerji kaynağı olmasa da günümüzde kullanım alanı gün geçtikçe artmaktadır<sup>222</sup>. KHES'ler, özellikle diğer enerji santrallerinin yapılamadığı kırsal bölgelerde artarak kullanılan alternatif bir enerji kaynağıdır<sup>223</sup>.

<sup>221</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 201.

<sup>222</sup> KAYA, a.g.m., 2011: 209.

<sup>223</sup> Ergun UZLU, vd., **Doğu Karadeniz Havzası'ndaki Küçük Hidroelektrik Santrallerin Durumu**, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı UTES'2008, İstanbul, 2008: 459-464.

Resim 2.9: Küçük Hidroelektrik Santraller



Kaynak: <http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch%20hidroelektrik&rpt=image&tld=com.tr>  
(08.03.2012)

KHES'ler büyük ölçekli HES'lere göre, finansman ihtiyacı az, işletme bakım ve onarım maliyeti çok daha düşük olan, kısa sürede inşa edilebilen, taşkın koruma, içme ve kullanma suyu temini, balıkçılık, turizm ve sağladığı istihdam gibi pek çok avantajı bulunan, güvenilir ve temiz yenilenebilir enerji kaynağıdır<sup>224</sup>. KHES'ler, projelendirilme ve inşaat aşamasında fazla zamana ve genellikle büyük yatırımlara gereksinim göstermediklerinden, bölgesel küçük parasal kaynaklarla ve özel kuruluşlarca yapılabilmektedir<sup>225</sup>.

Enerji ile ilgili değerlendirmelerde büyük hidroelektrik enerji santralleri, klasik yenilenebilir kaynak grubunda değerlendirilirken, KHES'ler yeni ve yenilenebilir kaynaklar grubuna dâhil edilmektedir<sup>226</sup>. Dünyada küçük hidroelektrik santrallerin toplam hidroelektrik enerji üretimindeki payı % 5-10 arasında değişmektedir<sup>227</sup>. Dünyadaki kurulu KHES'ler, mevcut durumda, dünya enerji ihtiyacının 40GW'lık bir kısmını karşılamaktadır. Toplam KHES potansiyeli ise dünya çapında 100GW olarak tahmin edilmektedir<sup>228</sup>.

### 2.10.2. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumlu Yönleri

KHES'lerin kullanılması sonucu kazanılacak en önemli avantaj çevre üzerinde yok denecek kadar az etki oluşturmalarıdır. Bu etkinin gerçekleşebilmesi için KHES kurulacak yerin iyi tespiti ve projenin çevreye uyumlu olarak tasarlanması gerekmektedir.

<sup>224</sup> Türkiye Çevre Vakfı, a.g.e., 2006: 202.

<sup>225</sup> Uğurlu, a.g.e., 2006: 174.

<sup>226</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, a.g.e., 2011: 27.

<sup>227</sup> Uzlu, vd., a.g.m., 2008: 460.

<sup>228</sup> Kaya, a.g.m., 2011: 209.

KHES'lerde tutulan suyun bir kısmı, su tutma alanı ile türbin deşarj noktası arasında akacak şekilde tutularak su içerisinde yaşayan canlıların yaşam alanları korunmaktadır<sup>229</sup>.

KHES'ler, elektrik enerjisi üretimi esnasında sera gazı etkisine neden olan gazların atmosfere yayılmasına neden olmazlar. Ayrıca, fosil yakıtların neden olduğu atmosferde artan kirliliği önlemeye yardımcı olan temiz ve çevreci bir enerjidir<sup>230</sup>.

Ulaşımı güç olan ve ulusal sistemden beslenemeyen kırsal bölgelerin enerji ihtiyacının karşılanmasında küçük hidroelektrik santraller önemli rol oynamaktadır<sup>231</sup>. Kırsal kesimlere ulusal elektrik hattından aktarılacak elektrikte oluşacak kayıpları oluşmadan önleyerek ekonomik yarar sağlar.

Hidroelektrik santrallerin yatırım bedelinin büyük bir kısmı yurtiçi harcamalardan oluşmaktadır. Bu da yerli üretimin artması için olumlu bir katkıdır. Santral yatırımında dışa bağımlılık en alt düzeyde olup, KHES'lerde çok az yabancı kaynağa ihtiyaç duyulmaktadır<sup>232</sup>. Türkiye'de bu santraller için gerekli olan su türbinleri imalatı ile ilgili sanayi kurma çalışmaları günümüzde son safhaya ulaşmıştır. Mini, mikro ve hatta küçük hidroelektrik tesislerin makinelerinin tümünün yerli imkânlarla yakın gelecekte yapılması planlanmaktadır<sup>233</sup>.

Bu santrallerin ekonomik ömürleri diğer santrallere göre çok yüksektir. Elli ile iki yüz yıl arasında bir ömre sahiptirler. Büyük hidroelektrik santrallere göre ilk yatırım maliyeti daha düşüktür. KHES kurmak için yapılan harcamalar en fazla on yılda geri kazanılmaktadır. KHES'lerin yapım süresi oldukça kısa olup 2-5 yıl arasında gerçekleşmektedir<sup>234</sup>. Ayrıca sulama barajlarının, içme suyu şebekelerinin ve sulama kanallarının çıkışında elektrik üretmek için KHES kurulabilmektedir.

Bu santraller, kurulduğu bölgede içme ve kullanma suyunun temini için de kullanışlıdır. Yerli kaynaktır. Dışa bağımlı olmadığından yaşanabilecek krizlerden etkilenmez. Gerek enerji, gerekse taşkın koruma, çevre ziraatını geliştirme,

---

<sup>229</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, a.g.e., 2011: 28.

<sup>230</sup> Gülay, a.g.t., 2008: 70.

<sup>231</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, a.g.e., 2011: 28.

<sup>232</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 145.

<sup>233</sup> Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, a.g.e., 2011: 28.

<sup>234</sup> Mahmut Temel ÖZDEMİR, Ahmet ORHAN, Mehmet CEBECİ, **Çok Küçük Hidrolik Potansiyellerin Enerji Üretim Amacı İle Yerel İmkânlarla Değerlendirilmesi**, Ulusal Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Bildiri Kitabı-1, Elazığ, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi yayını, 2011: 371-375.

balıkçılığı destekleme, ağaçlandırma ile çevrenin estetik kalitesini yükseltme gibi olumlu etkileri vardır<sup>235</sup>.

### 2.10.3. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Olumsuz Yönleri

KHES'ler her ne kadar çevreye faydalı enerji olarak görülse de çevre için çok zararlarının olduğunu belirten görüşler de vardır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın hazırlamış olduğu raporda, KHES'lerin pek çok olumsuz etkisi olduğu belirtilmektedir<sup>236</sup>.

KHES'lerin çoğu olumsuz etkisi çevresel alanda yaşanmaktadır. Bu konuda yaşanan en önemli sorunlardan biri, akarsu yatağına bırakılacak su miktarının nasıl belirleneceği konusunun belirsiz olmasıdır<sup>237</sup>. Bu belirsizlikler yerel olarak farklılıklar göstermektedir. Bazen yıllardır düzenli olarak akmakta olan nehirlerde, su yataklarında değişmelere, bazen de azalan su debisi nedeniyle bu bölgelerde yaşayan balıkların ölmesine sebep olabilmektedir. Bölgeye özgü, endemik balık ve canlı türlerinin nesli tükenmektedir<sup>238</sup>.

Nehir yataklarının değişmesi veya nehir yatağına bırakılan su miktarının azaltılması bölgede kalıcı ekolojik değişikliklere neden olabilmektedir.

Depolama özellikleri az veya hiç olmadığından enerji üretimi suyun akış düzenine bağlıdır. Bu sebepten dolayı küçük hidroelektrik santrallerin verimleri düşüktür. Üretimin devamı sistemin teknolojik özelliklerine, bakım ve işletme politikalarına bağlı olarak değişebilmektedir<sup>239</sup>.

KHES'lerin yapıldığı bölgelerde orman tahribatları yapılabilmektedir. Ormanların tahrip edilmesi veya nehir yataklarına bırakılan su miktarının azalması bölge halkının yaşamını olumsuz etkilemektedir<sup>240</sup>.

KHES konusunda yatırım yapmak isteyen işletmecilerin de karşılaştığı bazı sorunlar bulunmaktadır. Bunların bazıları; İlk yatırım maliyetinin yüksekliği ve

---

<sup>235</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 147.

<sup>236</sup> Kaya, a.g.m, 2011: 219.

<sup>237</sup> Selami OĞUZ, **Yenilenebilir Enerji Küçük Hidroelektrik Santraller**, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 17-19 Aralık 2008: 484.

<sup>238</sup> Kaya, a.g.m,2011: 220.

<sup>239</sup> Murat Gökdemir, Murat İhsan Kömürcü, Taylan Ulaş Evcimen, **Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış**, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Sayı:471, Ankara, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Yayını, Ankara, 2012: 22.

<sup>240</sup> Kaya, a.g.m, 2011: 221.

işletmecinin ürettiği enerjiyi kaçta satacağını bilmemesidir. 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı kanunla üretilen enerji için, on yıllık bir süre alım garantisi ve elektrik alım fiyatı belirlenmiştir. Fakat 2015 yılı sonrası durum belirsizliğini korumaktadır. Diğer bir sorun ise, her işletmecinin kendi enerji nakil hattını inşa etme zorunluluğunun bulunmasıdır. Bu durum gereksiz enerji iletim hatlarının yapılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca üretim lisansı almak ve onaylatmak için izlenmesi gereken bürokratik süreç zaman kaybı olmasına neden olmaktadır<sup>241</sup>. Üretim lisansı alma sorunu küçük ve mikro hidroelektrik santraller için 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da, 2011 yılında yapılan değişiklik ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından yayımlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik üretimine ilişkin yönetmelikle birlikte ortadan kaldırılmıştır. Bu değişikliklere göre, mini ve mikro HES'ler için sorumluluk İl Özel İdarelerine verilmiş durumdadır.

## 2.11. TÜRKİYE'DE KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Su gücünden faydalanılarak KHES'lerde üretilen enerji, yağış düzenine bağlı olarak değişmektedir. Türkiye'nin yağış rejimi, mevsimlere ve bölgelere göre büyük farklılıklar göstermektedir. Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı 643 mm<sup>3</sup> olup, bu miktar yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Bu suyun yaklaşık %50'lik bir kısmı buharlaşma yoluyla atmosfere karışırken, %35 lik bir kısmı da akarsu ve dereler vasıtasıyla göl veya denizlere ulaşmaktadır. Geri kalan kısmı da yer altı sularını beslemektedir<sup>242</sup>.

Türkiye'de, 2000 yılı başlangıcında kişi başına düşen brüt su potansiyeli 3000 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Uluslararası değerlendirmelere göre, yıllık kişi başına 10 000 m<sup>3</sup>'ten daha çok su potansiyeli düşen ülkeler su zengini, 10 000 m<sup>3</sup> - 3000 m<sup>3</sup> arasında potansiyele sahip ülkeler kendi kendine yeten; 3000 m<sup>3</sup>-1000 m<sup>3</sup> arasında potansiyele sahip ülkeler su kıtlığı çeken ülkeler olarak kabul edilmektedir. Yıllık kişi başına 1000 m<sup>3</sup>'ten daha düşük potansiyele sahip ülkeler ise su fakiri ülkeler

<sup>241</sup> Oğuz, a.g.m., 2008: 488.

<sup>242</sup> Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, a.g.m., 2012: 19.

olarak değerlendirilmektedir<sup>243</sup>. Bu değerlendirmeleri göz önüne alarak ise Türkiye'nin bilinenin aksine su kıtlığı çeken ülkeler sınırında olduğu görülür. Artan nüfus ve iklim değişikliği gibi etkiler de dikkate alındığında Türkiye de gelecekte su sıkıntısı çekecek ülkeler arasında değerlendirilebilir<sup>244</sup>.

Türkiye'de küçük hidroelektrik santrallerin gelişimi 1902 yılında Tarsus'ta kurulan KHES ile başlamıştır. Bu tarihten itibaren, pek çok bölgede hükümet birimleri, özel sektör ve yerel belediyeler tarafından çok sayıda KHES yapılmıştır. Fakat günümüze kadar öncelik büyük HES'lere verilmiştir. Çevresel faktörler, uluslararası antlaşmalar ve enerji sıkıntısı yaşanırken boşa akan dereler ve ırmakların değerlendirilmesi gibi nedenlerle KHES'lere yapılan yatırımlar yasal düzenlemelerle birlikte son yıllarda artmıştır<sup>245</sup>. Son yıllarda doğalgaz termik santrallerinin yaygınlaşması nedeniyle elektrik üretiminde giderek dışa bağımlı hale gelen Türkiye, bu bağımlılıktan kurtulmak veya azaltmak için ekonomik olarak işletilebilir nitelikteki hidrolik kapasitesinin tamamını değerlendirmek zorundadır.

Türkiye'de 2001 yılına kadar, her türlü amaca yönelik su ile ilgili bütün projeler, ilk etüt aşamasından işletmeye kadar her kademedeki DSİ'nin sorumluluk alanındaydı. 2001 yılında çıkarılan kanun ile enerji üretimi konusunda denetleme ve düzenleme yapma yetkisi Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'na verilmiştir<sup>246</sup>.

Türkiye, teknoloji bakımından her türlü hidroelektrik santrali kurabilecek alt yapı olanaklarına sahiptir. Bunun en iyi örneği, dünyanın sayılı baraj ve santrallerinden olan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nin yapımının, büyük ölçüde yerli firmalar tarafından gerçekleştirilmesidir. Ülkemizde küçük ve orta ölçekli santral kurulabilmek için gerekli olan teknoloji ve yatırımcı da vardır. Büyük HES'lere göre daha kısa zamanda inşa edilebilen, hukukî ve malî yükümlülükleri nispeten az olan KHES'lerin yapımı çok daha kolaydır. Bu nedenle özel sektör daha

---

<sup>243</sup> Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, a.g.m., 2012: 19.

<sup>244</sup> Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, a.g.m., 2012: 23.

<sup>245</sup> Muharrem Aksungur, Orhan Ak, Atilla Özdemir, **Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği**, (Çevrimiçi)

www.fisheriessciences.com/tur/Journal/vol5/.../jfscom2011010.pdf, 08 Mart 2012

<sup>246</sup> [http://www.epdk.gov.tr/web/guest/epdk\\_hakkinda](http://www.epdk.gov.tr/web/guest/epdk_hakkinda) (08.03.2012)



çok bu tip santrallere ilgi göstermektedir. Son birkaç yıldır bu alanda birçok proje yapılmıştır<sup>247</sup>.

Günümüz itibariyle 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde özel sektöre gerçekleştirilecek projelerin sayısı 1595 civarındadır. “Su Kullanım Hakkı Anlaşması” yapılması ve anlaşma ile elde edilen HES kurma lisansı alma süreci “HES Lisans”ını alınır-satılır ticari bir metaya dönüştürmüştür. Bu durum Türkiye’deki birçok akarsuyun kullanım hakkının kontrolsüz biçimde özel sektöre devredilmesine, bunun sonucu olarak, “HES Lisansı Borsası” oluşmasına neden olmuştur<sup>248</sup>.

Toplumlar için hayati öneme sahip olan suyun kamu kontrolünden çıkarak özel sektöre devredilmesi son derece sakıncalı bir durum oluşturmaktadır. Gelişmiş birçok ülke bu konuda özelleştirmeleri tavsiye etmesine rağmen, kendileri kamu kontrolünü bırakmamaktadır. Örneğin; Hollanda Hükümeti, gelişmekte olan ülkelerde su hizmetlerinde özel sektörün katılımı programlarını desteklemesine rağmen, kendi ülkesinde su özelleştirmelerini yasaklamıştır<sup>249</sup>. Son zamanlarda HES yatırımı yapmak amacıyla DSİ ile su kullanım anlaşması yapmış olan birçok ulusal şirketin payları yabancı şirketlere satılmıştır ve satılmak üzeredir<sup>250</sup>. Bu durum, su kaynaklarının kullanım haklarının yabancı şirketlere geçmesine neden olmaktadır. Su kaynaklarını yabancıların kontrolüne veren ülkelerde bir süre sonra; su kalitesinin bozulması, artan su fiyatları gibi sorunlar yaşanmaktadır.

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelikle birlikte, Türkiye’de mikro ve küçük HES yapımı konusunda önemli oranda artış görülmektedir. Ülke genelinde Mart 2011 tarihi itibariyle 2000 civarında başvuru alınmıştır<sup>251</sup>. Önümüzdeki yıllarda birçok akarsu ve derede mikro ve küçük HES’ler kurulacağı anlaşılmaktadır. Bu tip santraller kurulurken çok iyi araştırma yapılması, çevresel değerlendirmelerin çeşitli aldatmacalara göre yapılmaması, bölgenin ekolojik değerlerinin korunması, bölge halkının ihtiyaçlarının göz önüne alınması

---

<sup>247</sup> Erdal AKPINAR, **Nehir Tipi Santrallerin Türkiye’nin Hidroelektrik Üretimindeki Yeri**, Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt : 7, Sayı:2, Erzincan, 2005: 7-8.

<sup>248</sup> Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, a.g.m., 2012: 24.

<sup>249</sup> <http://kentevre.politics.ankara.edu.tr/CinarTayfun.htm>, (08.03.2012)

<sup>250</sup> Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, a.g.m., 2012: 26.

<sup>251</sup> [www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr), (08.03.2012)

gibi birçok faktörün değerlendirilmesi yapıldıktan sonra bu santrallere izin verilmesi gereklidir. Aksi takdirde telafisi olmayacak kayıplar yaşanabilecektir.

## 2.12.HİDROJEN ENERJİSİ

Hidrojen enerjisi birincil enerji kaynaklarından üretilen bir enerjidir. Bu enerjinin kaynağı Hidrojen elementi olup, bu element 1500'lü yıllarda keşfedilmiştir. 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmıştır. Evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Yıldızların ve güneşin yaydığı enerjinin kaynağı, dolayısıyla evrenin enerji kaynağı da yine bu elementtir<sup>252</sup>. Hidrojen pozitif yüklü bir parçacık olan proton ve negatif yüklü bir parçacık olan elektrondan oluşur. Hidrojen atomu bir proton ve bir elektrondan oluşan basit bir elementtir. Ayrıca, nötronu olmayan tek elementtir. Hidrojen eksi 252,77°C'de sıvı hale getirilebilir<sup>253</sup>. Hidrojen doğada tek başına bulunmaz; suda oksijenle birleşik olarak, fosil yakıtlarda, sayısız hidrokarbon bileşiklerde, karbon ve diğer elementlerle birleşik halde bulunmaktadır. Enerji olarak kullanabilmek için hidrojeni ayrıştırmak gerekmektedir. Günümüz şartlarında hidrojeni ayrıştırma pahalı bir işlemdir<sup>254</sup>. Mevcut koşullar hidrojenin maliyetinin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir.

Hidrojen, günümüzde ağırlıklı olarak doğal gazdan buhar reformasyonu sonucu elde edilmektedir. Suyun elektrolizi de bilinen bir yöntemdir. Fakat günümüz koşullarında ekonomik değildir; ekonomik hale getirilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Güneş enerjisinden biyoteknolojik yöntemlerle hidrojen üretimi konusunda geliştirme çalışmaları yapılmaktadır<sup>255</sup>. Ayrıca buhar elektrolizi, termokimyasal ayrıştırma, foto elektrokimyasal gibi üretim yöntemleri ile de hidrojen ayrıştırma çalışmaları yapılmaktadır<sup>256</sup>. İhtiyaç fazlası elektrik enerjisinin

---

<sup>252</sup> Oguz ERTÜRK, vd., **Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Temiz Enerjilerin AB Müktesebatı ve Uyum Sürecindeki Yeri**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi, Bildiri Kitabı, 2006: 338.

<sup>253</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/index\\_hidrojen.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/index_hidrojen.html) (10.03.2012)

<sup>254</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji\\_kaynaklar%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji_kaynaklar%C4%B1),(10.03.2012)

<sup>255</sup> Murat GÜVENDİREN ve Tayfur ÖZTÜRK, **Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Hidrojen Depolama**, Mühendis ve Makina Dergisi, Sayı:523, Ankara, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Ağustos 2003.

<sup>256</sup> Ertürk, vd. a.g.m., 2006: 340.

hidrojen olarak depolanması günümüz için geçerli bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Bu tarzda depolanan enerjinin yaygın olarak kullanılabilmesi yakıt piline dayalı teknolojilerinin geliştirilmesine bağlıdır<sup>257</sup>. Özellikle kesintili enerji kaynakları olan rüzgâr, güneş gibi kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin artan kısmı hidrojen olarak depolanabilmektedir. Depo edilen hidrojen, elektrik üretiminde kullanılabilmesi gibi toplu ulaşım araçlarında ve otomobillerde yakıt pilleri olarak istenildiği zaman kullanılabilir<sup>258</sup>. Yakıt pilleri, çevreye zarar vermeyen ve yüksek verime sahip, bir buhar kazanı veya türbin kullanılmadan, sadece kimyasal reaksiyon ile elektrik enerjisi üretilen enerji dönüşüm teknolojileridir<sup>259</sup>. Yakıt pilleri, taşınabilir bilgisayarlar, cep telefonları gibi mobil uygulamalar için de kullanılabilir<sup>260</sup>.

Enerji gerektiren hemen her alanda kullanımı kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su veya su buharı olmaktadır. Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisine neden olan hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir<sup>260</sup>.

Hidrojen için geleceğin ideal yakıtı denilmektedir. İdeal bir yakıtta bulunması istenen özellikler ise şöyle sıralanabilir. Kolayca ve güvenli olarak her yere taşınabilmeli, her yerde kullanılabilmesi, depolanabilmesi, tükenmez olmalı, birim kütle başına yüksek kalori değerine sahip olmalı, güvenli olmalı, ısı, elektrik veya mekanik enerjiye kolaylıkla dönüşebilmeli, çevre üzerinde hiç olumsuz etkisi olmamalı, çok yüksek verimle enerji üretebilmeli, karbon içermemeli, ekonomik ve çok hafif olmalıdır. Ayrıca hidrojen hızla dağılma özelliğinden dolayı, herhangi bir kaçak anında hızla yukarı doğru uçtuğundan, diğer gazlar gibi tehlikeli değildir. Hidrojenin ısı değeri tüm yakıtlardan fazladır. Bu özelliğinden dolayı, uzay araçlarında sıvılaştırılmış olarak kullanılmaktadır<sup>261</sup>.

---

<sup>257</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/index\\_hidrojen.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/index_hidrojen.html) (10.03.2012)

<sup>258</sup> Ertürk, vd. a.g.m., 2006: 340.

<sup>259</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/yakit\\_pilleri.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/yakit_pilleri.html), (10.03.2012)

<sup>260</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/index\\_hidrojen.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/index_hidrojen.html) (10.03.2012)

<sup>261</sup> Özgür ASLAN, **Hidrojen Ekonomisine Doğru**, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Yıl:6 Sayı:11 Bahar 2007/2, İstanbul, 2007: 283-298.

Hidrojen üretimi gerçekleştirilirken suyun tükenmesi söz konusu değildir, çünkü hidrojenin yanması ile yeniden su oluşmaktadır. Bu nedenle hidrojen enerjisi yenilenebilir bir enerjidir.

Hidrojenin, önümüzdeki 20 yıl içerisinde çok daha aktif olarak kullanılması planlanmaktadır. Fosil yakıt kullanımında yaşanan çevresel sorunlar ve yakın gelecekte tükenme durumlarından dolayı, hidrojen enerjisi ile ilgili son yıllarda özellikle Japonya, İngiltere, ABD gibi gelişmiş ülkelerde yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Bu konudaki en önemli çalışmalardan biri İzlanda'da gerçekleştirilmektedir. 1999 yılında, akaryakıt firması Shell ve otomobil firması Daimler-Chrysler ile İzlanda hükümeti arasında imzalanan anlaşma ile İzlanda'nın hidrojen yakıtlı bir ülke haline getirilmesi amaçlanmaktadır. Hidrojenle çalışan otobüs ve otomobiller üretilip, hidrojen istasyonları açılması<sup>262</sup> düşünülmekte, 2030 yılına kadar da İzlanda'nın tamamen hidrojen enerjisine geçmesi planlanmaktadır. Japonya'da da hidrojen konusunda yoğun çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalardan biri de okyanusta yapay bir ada oluşturularak elektroliz yöntemiyle hidrojen elde edilmesidir. Almanya'da Münih havaalanında çalışan otomobil ve otobüslerde hidrojen enerjisi kullanması yönündeki proje ve Neurenburg yakınlarında mini bir hidrojen enerji sisteminin kurulduğu bir program yürütülmektedir<sup>263</sup>.

### **2.12.1.Hidrojen Enerjisi Kullanmanın Olumlu Yönleri**

Hidrojen enerjisi kullanımının sağladığı en önemli fayda, kullanımı sırasında çevreye herhangi bir zarar vermeyen su ve su buharı üretmesidir. Hidrojen karbon içermediği için fosil yakıtların neden olduğu çevresel sorunlara neden olmaz. Sera etkisine neden olan gazları yaymaz. Kirli hava oluşturmaz ve asit yağmurları oluşturan kimyasal maddeler üretilmesine neden olmaz<sup>264</sup>.

Hidrojen enerjisinin çok geniş kullanım alanı vardır. Motor yakıtı olarak kullanılabilirdiği gibi, elektrik üretiminde, otomobillerde, mobil bilgisayar ve cep telefonlarında, konutlarda güvenle kullanılabilen bir yakıttır. Hidrojen enerjisi

<sup>262</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji\\_kaynaklar%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji_kaynaklar%C4%B1),(10.03.2012)

<sup>263</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/teknolojik\\_gelismeler.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/teknolojik_gelismeler.html),(12.03.2012)

<sup>264</sup> Ataman, a.g.e., 2007: 160.

üretim, dağıtım ve kullanım teknolojileri geliştirilmiştir<sup>265</sup>. Ayrıca hidrojen enerjisinin verimi diğer yakıtlara göre yüksektir. Yaklaşık olarak hidrojen, petrolden iki buçuk kat daha verimlidir. Neredeyse her kullanım durumunda hidrojen, istenen enerji türüne diğer yakıtlara göre çok daha verimli şekilde dönüştürülebilmektedir<sup>266</sup>.

Hidrojen gazı, doğal gaz ve petrol gibi borular aracılığı ile her yere taşınabilmektedir. Doğal gaz için kurulan yer altı boru dağıtım ağının ileride çok az bir değişiklik ile hidrojen içinde kullanılması imkânı vardır. Boru hatları dışında hidrojen, basınçlı olarak veya sıvılaştırılarak tüplere konup, tankerlerle taşınabilmektedir. Ayrıca hidrojen her yerde, bölgesel olarak üretilmektedir<sup>267</sup>.

Hidrojen enerjisinin olumlu bir yönü de çeşitli şekillerde depolanabilir olmasıdır. Sıvılaştırılmış hidrojen, düşük sıcaklıktaki tanklarda ve basınç altında çelik tüplerde de depolanabilir. Aynı zamanda hidrojen metal alaşımlarda metal hidrit olarak da depolanabilir. Metal hidrit ısıtıldığında hidrojen gazı buradan ayrılır.

Diğer yakıtlara göre daha güvenlidir. Havadan daha hafif olduğu için herhangi bir kaçak durumunda hızla yükselerek atmosfere karışır. Yine bir yanma durumunda hidrojen hemen yanar ve yukarı çıkar<sup>268</sup>.

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarınca üretilen elektrik enerjisi hidrojen olarak depo edilebildiği için, bu kaynakların geliştirilmesi için hidrojen enerjisi önem taşımaktadır. Hidrojen, birincil enerji kaynaklarını tamamlamakta ve bunları kullanıcılara istenen yer ve zamanda uygun bir şekilde vermektedir. Hidrojen üretiminde herhangi bir mekanik işlem olmadığından gürültü kirliliği gibi etkilere neden olmaz.

### **2.12.2.Hidrojen Enerjisi Kullanmanın Olumsuz Yönleri**

Hidrojen enerjisi kullanımının karşısındaki en büyük engel, günümüz şartlarında hidrojenin diğer enerji kaynaklarına oranla yaklaşık 3 kat kadar pahalı olmasıdır. Dolayısı ile hidrojenin, elektrik üretiminde, motorlu taşıtlarda, mobil

---

<sup>265</sup> Kamil B. VARINCA, M.Talha GÖNÜLLÜ, **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri**, VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı, UTES 2006, Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, 25-27 Mayıs 2006: 3-12.

<sup>266</sup>T. Nejat VEZİROĞLU, Ö. Faruk NOYAN, **21. Yüzyılın Enerjisi: Hidrojen Enerji Sistemi, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Ankara, 2003: 46.

<sup>267</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/hidrojen\\_tasinmasi.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/hidrojen/hidrojen_tasinmasi.html)

<sup>268</sup> Aslan, a.g.m., 2007: 285.

araçlarda kullanılabilmesi için ekonomik olarak diğer enerji türleri ile rekabet edebilecek seviyelere gelmesi gerekmektedir<sup>269</sup>.

Hidrojen eğer alevli yanma işlemiyle kullanılmak istenirse, az miktarda NO<sub>x</sub> meydana gelmektedir. Hatırlanacağı gibi NO<sub>x</sub> sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya neden olan gazlardan biridir. Hidrojenin yanması sonucu, yanma ürünü olarak ısı ve su buharı açığa çıkmaktadır. Birçok kaynakta oluşun su buharı ve ısının çevreye hiçbir zararının bulunmadığı belirtilirken, bazı görüşlere göre de oluşan su buharının, iklim değişikliğine neden olan gazların arasında yer aldığı belirtilmektedir<sup>270</sup>.

Hidrojen elde edilmesinde su dışında bir kaynak kullanıldığında, çevreye zarar veren gazlar oluşabilmektedir. Bütün biyolojik temelli ve fosil kaynaklardan hidrojen üretildiğinde serbest kalan çok sayıda farklı gaz bulunmaktadır. Açığa çıkan bu gazlardan biri de sera etkisi oluşumuna en çok etkisi olan karbondioksittir<sup>271</sup>.

Üretilen hidrojenin depolanmasında bazı güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bunlardan biri, iyi bir depolama 150 atmosfer veya daha yüksek basınç değerlerini gerektirmektedir. Yüksek basınç ve bu basınca dayanabilecek tankın hafif olma gerekliliği tank tasarımı ve üretimi açısından çok güç olmaktadır. Bir diğer güçlük ise hidrojenin sıvı halde depolanmasında yaşanmaktadır. Hidrojen eksi 253 °C'de sıvı hale geldiğinden çok düşük sıcaklık değerinde depolanmak zorundadır. Sıvılaştırma için gerekli enerji küçümsenmeyecek düzeyde, hidrojenden sağlanacak enerjinin yaklaşık %25'i kadardır<sup>272</sup>. Depolanan hidrojenin korunması ve kapalı yerlerde uzun süre tutulması, kolay sızabildiği için oldukça zordur. Ayrıca, hidrojen oksijenle kontrolsüz bir ortamda patlayarak birleştiğinden oldukça tehlikeli olmaktadır<sup>273</sup>.

### **2.13. TÜRKİYE'DE HİDROJEN ENERJİSİ**

AB uyum yasaları çerçevesinde, Türkiye'nin temiz ve alternatif enerji kaynakları uygulamasında ilerleme kaydetmesi gerekmektedir. Hidrojen enerjisi

---

<sup>269</sup> Güvendiren ve Öztürk, a.g.m., 2003: 3.

<sup>270</sup> Uğurlu, a.g.t., 2006: 176.

<sup>271</sup> Aslan, a.g.m., 2007: 286.

<sup>272</sup> Güvendiren, Öztürk, a.g.m., 2003: 4.

<sup>273</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 161.

lkeleri petrol ve doğal gaz gibi yakıtlar konusunda dışa bağımlı olmaktan kurtardığı için ayrıca önem taşımaktadır.

Enerji konusunda günümüze kadar sürekli dışa bağımlı olan Türkiye'nin, hidrojen enerjisi alanında henüz vakit varken yapılacak çalışmalarla bu durumu tersine çevirme şansı bulunmaktadır. Bugün gelişmiş ülkelerin çoğunda hidrojen enerjisi konusunda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye de sahip olduğu enerji kaynaklarını doğru şekilde değerlendirerek ve hidrojen teknolojileri araştırmalarına hız kazandırarak enerji alanında önde gelen bir ülke olabilecektir. Türkiye coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu rüzgâr, güneş, jeotermal, su gibi temiz enerji kaynaklarına sahiptir. Bu kaynaklardan hidrojen üretimi yapılabilir. Zengin, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip Türkiye'de temiz hidrojen üretimi kolaylıkla yapılabilir. Fakat bu konudaki en büyük engel, bu işlemlerin pahalı olmasıdır. Bu teknolojilerin geliştirilip, uygun maliyetli hale getirilmesi gerekmektedir<sup>274</sup>.

Türkiye'de 1993 yılında ıkarılan 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı erevesinde Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Raporu kapsamında, hidrojen teknolojisine kısaca değinilmekle birlikte, resmileşen kalkınma planında hidrojen enerjisinin adı geçmemektedir. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu tarafından saptanan, 1993-2003 yılı ulusal bilim ve teknoloji politikasında hidrojen yakıtına yer verilmemiştir<sup>275</sup>. Ancak 2003 yılında Türkiye Cumhuriyeti Hkmeti ile Birleşmiş Milletler Sınaf Kalkınma rgt (UNIDO) arasında yapılan anlaşma ile Birleşmiş Milletler Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi (ICHET), kurulması konusunda anlaşılmıştır. İstanbul'da kurulan bu hidrojen araştırma merkezi Türkiye adına hidrojen enerjisi alanında önemli bir adım olmuştur.

ICHET'in çalışmalarından bazıları; bilimsel toplantılar, bilim adamları ve uzmanların katılacağı uygulamalı eğitim programları, Ar-Ge ve teknoloji transferi, danışmanlık hizmeti, hidrojen enerjisi teknolojilerini tanıtma amacıyla katılımcı

---

<sup>274</sup> F. znr TABAKOGLU, Gülbahar KURTULUS ve İ. Engin TRE, **Hidrojen Enerjisi ve Türkiye İçin Sodyum Borhidrürün nemi**, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi, İstanbul, 2006, (evrimii) [www.dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_10/oznurtabakoglu.pdf](http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/oznurtabakoglu.pdf), 15 Mart 2012

<sup>275</sup> Nihat ÖZTÜRK, Mehmet BİLGİ ve Cemali ARSLAN, **Hidrojen Enerjisi ve Türkiye'deki Hidrojen Potansiyeli**, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildirileri, Sözlü Bildiri, Mersin, 2005.

ülkelere yönelik teknolojik ve ekonomik çalışmalar, teknoloji izleme, eğitim ve burs hizmeti sağlamak gibi birçok faaliyeti gerçekleştirmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu bir diğer avantaj da, hidrojen depolamakta kullanılan bor elementinin Türkiye'de bolca bulunmasıdır. Türkiye'nin bor rezervi toplam 851 milyon tondur ve bu rakam bilinen dünya toplam bor rezervinin %72,2'sine karşılık gelmektedir. Borun hidrojen depolamada kullanımı günümüz şartlarında oldukça yüksek maliyetlidir. Bu nedenle hidrojen depolama yöntemi olarak ticarileşmesi bu aşamada gerçekleşmemektedir. Fakat bazı araştırmacılar, önümüzdeki yıllarda fiyatın gerileyeceğini öne sürmektedirler. Türkiye'nin, bor ile hidrojen depolama tekniklerinin geliştirilmesinde önderlik etmesi, ekonomik olarak büyük katkı sağlayacaktır<sup>276</sup>.

Türkiye'nin sahip olduğu avantajlardan biri de Karadeniz'in tabanında kimyasal biçimde depolanmış hidrojen bulunmasıdır. Bu durum Türkiye'nin hidrojen üretimi açısından bir şans olarak değerlendirilmektedir<sup>277</sup>.

Türkiye'de hidrojen enerjisi konusunda son yıllarda başta ICHET olmak üzere TÜBİTAK ve bazı üniversitelerde önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Enerjisini hidrojenden karşılayan mobil ev ile hidrojen yakıtlı golf aracı, scooter ve forklift üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu araçlar, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Şirketlerinden İDO'nun Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojisi Merkezi işbirliğiyle başlattığı projeler sonucunda üretilmiş ve Resim 3.14'te görüldüğü gibi dönemin enerji bakanının katıldığı bir toplantı ile basına tanıtılmıştır<sup>278</sup>. (Resim 2.10)

Karadeniz'deki hidrojen ile ilgili çalışmalar yürüten Dr. Mükerrerem Şahin ve ekibinin, tamamen Türk araştırmacılarla Karadeniz dip sularında yoğun olarak bulunan hidrojen sülfürlü suyu, geliştirdiği bir katalizör sistemi üzerinden geçirerek hidrojen gazı elde etmeyi başardığı 29 Ağustos 2011 tarihli Akşam Gazetesinde belirtilmiştir. Yine aynı haberde hidrojen elde etme yönteminin ekonomik olduğu

<sup>276</sup> Tabakoglu, Kurtulus ve Türe, a.g.m., 2006: 471.

<sup>277</sup> Uğurlu, a.g.t., 2006: 176.

<sup>278</sup> [http://www.ido.com.tr/?page=SubPage&textid=1951&ln=tr,\(15.03.2012\)](http://www.ido.com.tr/?page=SubPage&textid=1951&ln=tr,(15.03.2012))



belirtilmektedir<sup>279</sup>. Deniz dibinde bakteriler tarafından üretilen hidrojen sülfürden, hidrojenin ayrıştırılmasıyla enerji üretilebileceği gibi denizin altında oluşan, balıklar ve diğer deniz canlılarının ölümüne neden olan kirliliğinin de bu yöntemle temizlenebileceği tahmin edilmektedir.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) hazırladığı proje ile hidrojenle çalışan bir tekne yapmayı hedefliyor. Üretimine Tuzla Tersanesi'nde başlanan, Martı adı verilen tekne, Türkiye'de hidrojen gazı ile çalışan ilk tekne olacak. Teknenin, sıkıştırılmış hidrojen gazını atmosferdeki oksijen gazı ile birleştirilerek elektrik enerjisi üreten yakıt hücresi teknolojisi ile çalışacağı belirtilmiştir<sup>280</sup>.

Gebze'deki TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkez'inde üretilen hidrojen enerjisi ile çalışan otomobil dönemin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı tarafından test edilmiştir<sup>281</sup> (Resim 2.10).

*Resim 2.10: Türkiye'de Üretilen Hidrojen İle Çalışan Araçlar*



Kaynak: <http://www.ido.com.tr/?page=SubPage&textid=1951&ln=tr>, (15.03.2012)

ABD'de yaşayan Dünya Hidrojen Enerjisi Derneği Başkanı Prof. Dr. Nejat Veziroğlu, Türkiye hidrojen alanında yatırım yapar ve düşük maliyetle hidrojen üretimini başarabilirse, ülkenin enerji bağımlılığından kurtulacağını belirtmektedir. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mehmet Levent Aksu da

<sup>279</sup> Akşam Gazetesi, Karadeniz'de büyük buluş, 29 Ağustos 2011, <http://www.aksam.com.tr/karadenizde-buyuk-bulus--64346h.html>, 15 Mart 2012

<sup>280</sup> Bugün Gazetesi, Türkiye'de bir ilk daha, 18 Ocak 2011, <http://ekonomi.bugun.com.tr/karadeniz-in-dibinde-buyuk-hazine-167688-haberi.aspx>

<sup>281</sup> <http://www.trthaber.com/haber/bilim-teknik/borla-calisan-araba-yollarda-23115.html> (15.03.2012)

hidrojen ile ilgili yaptığı açıklamada, geçen yüzyılın bilim çevrelerinde “atom çağı” olarak adlandırıldığını, bu yüzyılın da “hidrojen çağı” olduğunu belirtmektedir<sup>282</sup>.

#### **2.14. DENİZ KÖKENLİ ENERJİ KAYNAKLARI**

Deniz kökenli yenilenebilir enerjileri kaynakları; dalga enerjisi, deniz sıcaklık enerjisi, deniz akıntıları, gel-git ve vivace (girdap) enerjileridir. Bu enerji kaynakları diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına oranla yenidir. Okyanus kökenli enerjilerden günümüzde en yaygın olanlar, dalga ve gelgit enerjileridir.

Dalga, rüzgârın deniz ve okyanus yüzeylerindeki hareketleri sonucunda ortaya çıkar. Dalga enerjisi ise, deniz yüzeyinde meydana gelen dalgalardan faydalanılarak üretilen enerjiyi ifade eder. Bu yüzden dalga enerjisine, rüzgâr enerjisinin dolaylı bir şeklidir denilebilir. Dalga enerjisi, dalgalar açısından zengin olan kıyılara ve açık denizlere santraller kurularak elde edilir. Bu santraller deniz yüzeyine kurulabildiği gibi deniz tabanına da kurulabilmektedir. Burada elektrik üretimi, dalgaların su türbinini döndürmesi ile elde edilmektedir. Dalga enerjisi, çevreyi kirletmeyen, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağıdır. Bu enerji ile elektrik üretilebildiği gibi hidrojen üretimi, batarya şarjı gibi depolama işlemleri yapılarak da bu enerjiden kesintisiz faydalanılabilir. Dünya genelinde dalga enerjisinden yararlanma, başta ABD olmak üzere Portekiz ve bazı Avrupa ülkelerinde sınırlı miktarda gerçekleştirilmektedir<sup>283</sup>. ABD'nin Oregon eyaletinde, deniz kıyısından 8 km açığa kurulu, her bir ünite için toplam gücü 40 KW olan Dalga Enerjisi Parkı kurulmuştur.

Deniz kaynaklı enerjilerden biri de gelgit enerjisidir. Farklı bir ifade ile, Dünya ve Ay arasındaki kütle çekiminin neden olduğu okyanus suların yükselip alçalmasından faydalanılarak enerji elde edilmesi yöntemidir. Gelgit enerjisi santralleriyle ilgili bugünkü tasarımlar, gelgit genliğinin büyük olduğu belirli kıyı kesimindeki ırmak ağzına ya da deniz girişine bir baraj yapılmasına dayanmaktadır. Bu sistemde, deniz yüzeyine veya içerisine yerleştirilen türbinler suyun akışıyla döner ve buna bağlı olan jeneratörlerden elektrik üretimi gerçekleşir. Gel-git

<sup>282</sup> Hürriyet Gazetesi “Karadeniz’de Büyük Buluş” 29 Ağustos 2011, <http://hurarsiv.hurriyet.com.tr/goster/printnews.aspx?DocID=18603887>, 15 Mart 2012

<sup>283</sup> <http://www.elektrikuretimi.org/deniz-kokenli-yenilenebilir-enerjiler/>,(18.03.2012)

enerjisinden elektrik elde edilmesi, dünyanın her yerinde mümkün değildir. Gel-git olayı ile elektrik üretilebilmesinin dünyada en önemli örneği Fransa'da Rance ırmağının halicinde kurulmuş olan 750 m uzunluğunda ve 240 MW gücündeki gelgit barajıdır<sup>284</sup>. Dünya'da gel-git enerjisi kullanılarak elektrik üretebilecek ikinci büyük santralin Avustralya da yapılması planlanmaktadır<sup>285</sup>. Güney Kore'de 2011 yılında tamamlanan 254 MW gücündeki Sihwa Gölü santrali Dünya'daki önemli gelgit uygulamalarından biridir<sup>286</sup>.

*Resim 2.11: Deniz Kökenli Enerji Kaynakları*



Kaynak:<http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch?text=okyanus+k%C3%B6kenli+enerji>, (17.03.2012)

Deniz kökenli enerji kaynaklarından biri de vivacedir. 2005 yılında keşfedilen vivace, deniz içerisinde girdap kaynaklı titreşimlerden temiz enerji elde edilmesine yarayan bir enerji dönüşüm makinesidir. Deneme aşamasında olan bu sistemin diğer deniz kökenli enerji kaynaklarından daha avantajlı ve kullanışlı olduğu belirtilmektedir<sup>287</sup>.

#### **2.14.1. Deniz Kökenli Enerjinin Olumlu Yönleri**

Deniz kökenli enerji kaynakları, çevre üzerinde hemen hemen hiçbir olumsuz etkisi olmayan tükenmez ve temiz enerji kaynaklarıdır. Dalgalar rüzgâr estiği sürece, gel-git dünya ile ay arasındaki kütle çekim kuvveti var olduğu sürece devam edecek

<sup>284</sup> Leyla Dolun, **Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan Kaynaklar**, Ankara, Türkiye Kalkınma Bankası A.S. Yayınları, 2002: 50.

<sup>285</sup> M. Akif Çukurçayır ve Hayriye Sağır, **Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları**, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, No:20, Konya, 2008: 257.

<sup>286</sup> <http://www.elektrikuretimi.org/gelgit-enerjisinden-elektrik-uretmek/>(18.03.2012)

<sup>287</sup> Abulkerim Okbaz, **Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinde Yeni Bir Yöntem: VİVACE**, Bilim ve Teknik Dergisi, Aralık, 2011: 64.

olan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yakıt maliyetleri yoktur ve ömürleri uzundur<sup>288</sup>. Gelgit barajı dalgakıran görevini de görerek bulunduğu bölgeyi sel baskınlarına karşı korur. Bu enerjinin, fosil yakıtlara bağımlılığı, küresel ısınmayı, asit yağmurlarını, her türlü kirliliği dolaylı olarak azaltıcı etkisi vardır. Elektrik şebekesinin olmadığı kıyı bölgelerine ve özellikle adalarda elektrik sağlaması gibi olumlu yönleri bulunmaktadır.

Denize bıraktığı hiçbir fiziksel, kimyasal ve organik kirleticisi yoktur. İlk yatırımından başka önemli bir gideri yoktur. Öngörülen enerji ihtiyacına göre büyük ya da küçük olarak yapılabilirler. Büyük dalga boyutu maliyeti düşürür. Deniz üzerinde kurulduğu için, tarım arazilerini yok etmez. Her zaman kesintisiz ve kaliteli enerji üretir. Dalgalardan elde edilebilecek ucuz elektrik enerjisi, yoğun nüfuslu büyük şehirlerde ısınma amaçlı kullanıldığı zaman, hava kirliliğini önlemede önemli katkısı olacaktır<sup>289</sup>.

Deniz kökenli enerji kaynaklarının sağladığı faydaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz<sup>290</sup>.

- Deniz üzerinde kurulduğu için tarım alanlarının korunmasını sağlar.
- Yerel bir kaynak olduğu için dışa bağımlılığı yoktur. Olası krizlerden etkilenmez.
- Santral üzerine oteller, sosyal mekânlar vb. tesisler kurularak turizm amaçlı kullanılabilir.
- Dalyan görevi sayesinde balık neslinin çoğalmasını sağlar.
- Dalga elektrik santralleri ulusal elektrik sistemine bağlanılarak kullanılabilir. Ayrıca dalgaların enerji ihtiyacının çok olduğu kış aylarında daha çok elektrik üretecek olması da diğer bir olumlu yönüdür.

#### **2.14.2. Deniz Kökenli Enerjinin Olumsuz Yönleri**

Deniz kökenli enerji kaynakları kullanmanın bazı olumsuz yönleri bulunmaktadır. Kesintili bir enerji kaynağıdır, günün her saatinde dalga oluşmadığı

<sup>288</sup> Çukurçayır ve Sağır, a.g.m., 2008: 268.

<sup>289</sup> Ataman, a.g.t.: 154.

<sup>290</sup> Tarkan KOCA ve Aydın ÇITLAK, **Dalga Enerjisi**, Yeni Enerji Dergisi, Sayı:4, İstanbul, Doğa Sektörel Yayın, Mayıs-Haziran 2008

gibi gelgit olayı da belli aralıklarla gerçekleşmektedir bu nedenle bu santrallerden sürekli enerji sağlamak günümüz teknolojisi ile zordur. Denizlerde kurulacak santrallerin ilk yatırım maliyeti diğer alternatif enerji kaynaklarına göre oldukça yüksektir<sup>291</sup>.

Her ne kadar çevresel olumsuz etkileri olmasa da meydana gelen değişim, buralarda yaşayan canlı türleri olumsuz etkileyecektir. Kıyıya çok yakın kurulan santrallerde gürültü kirliliği ve estetik açıdan görüntü kirliliği oluşabilmektedir. Kıyılardan uzaklara kurulan santraller deniz taşımacılığı ve balıkçılığı olumsuz etkileyebilmektedir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerji sistemleri ile kaplanması deniz yaşamına zarar verebilmektedir<sup>292</sup>.

## 2.15. TÜRKİYE'DE DENİZ KÖKENLİ ENERJİ

Enerji ihtiyacının her geçen gün arttığı Türkiye'de enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğu dışarıdan satın alınan fosil kökenli yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu durum ise ülke kaynaklarının dışarıya gitmesine neden olarak ekonomiyi olumsuz etkilediği gibi çevre kirliliği gibi zararlı etkilere de sebep olmaktadır. Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olmasına rağmen deniz kökenli enerjilerden faydalanılmamaktadır. Fosil kökenli enerji fiyatlarının hızla artması, dışa bağımlı olması, yaşanan krizler, olumsuz çevre etkileri de göz önüne alınarak temiz ve yenilenebilir bir kaynak olan deniz kaynaklı enerji sistemleri konusunda araştırmaların ve yatırımların yapılması gerekmektedir.

Deniz kökenli enerji kaynaklarından gelgit enerjisi potansiyeli Türkiye'de yoktur. Çanakkale ve İstanbul Boğazları'nda deniz akıntıları varsa da deniz trafiği bu enerjinin kullanılma olanağını sınırlandırmaktadır. Türkiye için söz konusu enerji grubu içerisindeki en önemlisi deniz dalga enerjisidir.

Türkiye'de Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında yapılan ölçümler sonucunda, dalga enerjisi teknik potansiyelimiz; 50 TWh/yıl olarak saptanmıştır. Kullanılabilir kıyı uzunluğumuzun 2600 km sinin toplam brüt dalga gücü potansiyeli, Marmara bölgesi hariç 28GW dir. Güvenilir enerji üretimi ise 9 TWh/yıldır<sup>293</sup>. Bu da

<sup>291</sup> Çukurçayır, Sağır, a.g.m., 2008: 268.

<sup>292</sup> Koca, Çıtlak, a.g.m., 2008: 4.

<sup>293</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 262.

Türkiye’de önemli bir dalga enerjisi potansiyeli var demektir. Uygun tekniklerle, dalga enerjisinden elektrik üretimi sağlanarak Türkiye için ek bir enerji sağlanabilir.

*Tablo 2.13: Türkiye’de Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunluğu*

Bölge	Güç
Karadeniz	1.96-4.22 kWh/m
Marmara Denizi	0.31-0.69 kWh/m
Ege Denizi	2.86-8.75 kWh/m
Akdeniz	2.59-8.26 kWh/m
İzmir-Antalya	3.91-12.05 kWh/m

Kaynak: Mustafa SAĞLAM ve Tanay Sıdkı UYAR, **Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli**, Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, Sayı: 2, Cilt :6, 2010

Tablo 2.13’te görüldüğü gibi Türkiye’nin en yoğun dalga potansiyeline sahip bölgesi Akdeniz ve Ege bölgeleridir, İzmir-Antalya arasında bu değerler en yüksek düzeydedir. Bu nedenle dalga enerjisinden elektrik üretim çalışmalarına başlamak için en uygun yer İzmir-Antalya, özellikle de Dalaman-Finike arasında bulunan denizlerdir. Türkiye’de toplumun genel olarak deniz kıyılarında yaşama eğilimi göstermesi kıyılarda nüfus yoğunlaşmasına neden olduğundan, özellikle bu bölgeler için dalga enerjisi, değerlendirilmesi gereken önemli bir enerji potansiyelidir. Bu aynı zamanda ulusal elektrik hatlarının yükünü azaltarak milli ekonomiye büyük katkı sağlayacaktır<sup>294</sup>.

Deniz dalga enerjisinin kullanılması, Türkiye’nin gündemine profesyonel olarak henüz girmemiştir. Fakat öncül deneme santralleri kurulmuş bulunmaktadır<sup>295</sup>. Dalga enerjisi alanında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2007 yılından itibaren bir çalışma başlatmış, örnek küçük bir sistem kurulmuştur. Bu sistem, denize yerleştirilen dubalar ve jeneratörden oluşmakta, deniz dalgalarının dikey olarak

<sup>294</sup> Mustafa Sağlam, Tanay Sıdkı Uyar, **Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli**, Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, Sayı: 2, Cilt :6, 2010: 34-50.

<sup>295</sup> Mustafa Akın, **Deniz kökenli yenilenebilir enerji nedir?**, [http://www.stratejikanaliz.com/kategoriler/enerji/deniz\\_kokenli\\_yenilenebilir\\_enerji.htm](http://www.stratejikanaliz.com/kategoriler/enerji/deniz_kokenli_yenilenebilir_enerji.htm), 18 Mart 2012

hareketini elektrik enerjisine çevirmektedir. Üretilen elektrik 5 KWh gücünde ve iki eve yetecek miktardadır<sup>296</sup>.

Dalga enerjisinden üretilen elektriğe devlet on yıllık bir alım garantisi vermesine rağmen, bu sistem henüz ekonomik getiri sağlayacak kapasitede olmadığından, yeterli ilgi görmemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji kullanımındaki payının artırılması için Türkiye’de yeterince bulunan deniz kökenli enerjilerin de değerlendirilmesi gerekmektedir.

---

<sup>296</sup> Akın, a.g.m, 2012: 1.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikalarına geçmeden, yenilenebilir enerji konusunda dünyada en fazla yatırım yapan ve bu kaynakları en verimli şekilde kullanan, Avrupa Birliğinin yenilenebilir enerji politikalarına ve bu konudaki hedeflerine kısaca bakalım.

#### 3.1. AVRUPA BİRLİĞİ’NDE YENİLENEBİLİR ENERJİYE BAKIŞ

Avrupa Birliği'nin enerji politikası, AB'nin de temelini oluşturan 1951 yılında kurulan Avrupa Kömür Çelik Topluluğu ve 1958 yılında kurulan Avrupa Atom Enerjisinin Topluluğu ile başlamıştır. 1970’li yıllarda yaşana petrol krizleri sonucu birliğin enerji politikalarında bazı değişiklikler olmuş; “Yeni Enerji Politikası Stratejisi” programı hazırlanarak, arz güvenliğinin artırılmasını, tüketimin azaltılmasını, enerji üretim ve tüketiminde çevrenin korunmasını öngören bir politika oluşturulmasını öngörmüştür.

##### 3.1.1. Avrupa Birliği ve Enerji Şartı Antlaşması

1994 tarihinde Lizbon'da imzalanan ve 16 Nisan 1998 tarihinde yürürlüğe giren Enerji Şartı Antlaşması, enerji arz güvenliğini artırmayı, enerji üretimini, taşınmasını, dağıtım ve kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan, çevre sorunlarını en aza indirmeyi hedefleyen bir belgedir. İçinde Türkiye’nin de bulunduğu 51 devlet ve AB’nin taraf olduğu belge uluslararası hukukta önemli bir yere sahiptir<sup>297</sup>. Antlaşma uluslararası enerji işbirliğini teşvik etmeyi ve kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Antlaşmanın; taraf devletlerdeki yatırımcılar ve ev sahibi devletlerarasındaki uyuşmazlıkları çözmek, enerji verimliliğini desteklemek,

---

<sup>297</sup> Pınar Baklacı ve Esen Akıntürk, **Enerji Şartı Antlaşması**, Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt :7, Sayı :2, İzmir, 2006: 98.



enerji üretim ve kullanımının çevresel etkilerini en alt düzeye indirmeye çalışmak gibi hedefleri bulunmaktadır<sup>298</sup>.

AB’de, 1990 yılından itibaren enerji politikalarının özelleştirilmesi ve rekabetçi bir piyasa oluşturulması yönünde çalışmalar yapılmıştır. AB’de enerji politikaları 1995 yılından itibaren Beyaz Kitap, Kyoto Protokolü ve Yeşil Kitap raporlarına göre belirlenmiştir.

*Tablo 3.1: AB'de Enerji Kaynaklarının Toplam Enerji Tüketimi ve Elektrik Üretimindeki Payı (2005 Yılı verileri)*

Enerji Kaynakları	Toplam enerji üretimindeki pay	Elektrik üretimindeki pay
Doğal Gaz	24,00%	19%
Katı Yakıtlar, Kömür	18,20%	30%
Nükleer	14,40%	31%
Petrol	36,80%	5%
Yenilenebilir	6,40%	15%
Diğer	1,00%	-

Kaynak: Arzu YORKAN, *Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri*, <http://www.bilgestrateji.com/store/dergi1/arzuorkan.pdf>, 25 Mart 2012

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi AB enerji ihtiyacının çok büyük bir kısmını yenilenemeyen fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Kullandığı enerjinin yaklaşık yarısını ithal yoluyla karşıladığı için dışa bağımlıdır. Enerji tüketiminde en büyük paya sahip olan doğalgaz ve petrol üretimi AB’de sınırlı olduğundan, birlik enerji ihtiyacının büyük bölümünü ithalat ile karşılamaktadır. Avrupa Birliği’nin fosil kaynaklara olan ihtiyacının artarak devam etmesi beklenmektedir. 2030 yılında fosil kaynakların toplam enerji ihtiyacındaki payının %85 civarında olacağı tahmin edilmektedir.<sup>299</sup>

### **3.1.2. Beyaz Kitap**

AB enerji politikasında en önemli değişim 1995 yılında yayınlamış olan “Avrupa Birliği için Bir Enerji Politikası COM (682)1995” adlı Beyaz Kitap’la yapılmıştır. Bu kitapta üç öncelik tespit edilmiştir: Bu öncelikler; enerji güvenliğinin

<sup>298</sup> Esra Demir, *Enerji Şartı Anlaşması*, (Çevrimiçi) <http://www.mfa.gov.tr/enerji-sarti-anlasmasi.tr.mfa>, 26 Mart 2012

<sup>299</sup> Ufuk Kantörün, *Bölgesel Enerji Politikaları ve Türkiye*, Bilgi Strateji Dergisi, Cilt:2, Sayı:3, İstanbul, 2010: 78-111.

sağlanması, rekabetçi bir enerji piyasasının oluşturulması ve çevrenin korunması olarak belirtilmiştir. Bu kararlar, bu tarihten sonraki enerji politikalarında temel dayanaklardan biri olarak yol gösterici olmuştur<sup>300</sup>.

Arz güvenliği ile ilgili, ABD’de uygulanan 90 günlük ulusal tüketime eşdeğer petrol stoku bulundurulma uygulamasının benzer bir biçiminin AB genelinde uygulanması Beyaz Kitap’ta dile getirmiştir. AB, 2002’de aldığı bir kararla üye ülkelerin petrol stoku tutma süresini 120 günlük tüketime eşdeğer olarak belirlemiştir. Her üye ülkeye bir stok tutma kurumunun kurulması mecburiyeti getirilmiştir. Doğal gazda ise üye devletlere 60 günlük tüketime eşdeğer stok tutma zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca üye ülkeler herhangi bir kriz durumunda birbirlerinin stoklarını kullanabileceklerdir<sup>301</sup>.

1997 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hareket Planı Üzerine Beyaz Kitap COM (97) 599 final, adlı yeni bir rapor yayınlanmıştır. Bu rapor, öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması için strateji ve eylem planını gündeme getirmiştir.

Beyaz Kitap’ta, başta iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının emisyonunu ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla %6’lık paya sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarının AB’de kullanımının 2010 yılına kadar %12 seviyesine çıkartmak için yapılması gereken çalışmalar ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar; iç pazar önlemleri, topluluk politikalarını güçlendirme önlemleri, destekleme, atılım için kampanya, üye devletlerarasında işbirliğini geliştirme olarak belirlenmiştir<sup>302</sup>. Beyaz Kitap’ta, yenilenebilir enerji kaynaklarının ithalata olan bağımlılığı azalttığı ve arz güvenliğini sağladığı, karbondioksit emisyonunu azalttığı ve yeni iş sahalarının açılmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir.

AB arz güvenliğinin yanında çevreye verdiği önemi, çevre konusunda en önemli uluslararası sözleşme olan Kyoto Protokolünü imzalayarak göstermiştir. Bu protokolün gereği olarak sera etkisine neden olan karbon emisyonlarının azaltılması için, kirlilik oluşturan firmalara belli emisyon değerleri belirlenmiş, Karbon

---

<sup>300</sup> Arzu Yorcan, **Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Etkileri**, Bilge Strateji Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, 2009: 29-50.

<sup>301</sup> Yorcan, a.g.m., 2009:29-50.

<sup>302</sup> Kurt Deketelaere, **AB Yenilenebilir Enerji Politikası ve Hukukuna Bakış**, (Çevrimiçi) <http://www.belgeler.com/blg/2epm/ab-yenilebilir-enerji-politikasi>, 25 Mart 2012

Sertifikası ve Yeşil Enerji Sertifikası uygulaması getirilmiştir. Yeşil Enerji Sertifikası uygulaması ile geleceğin enerjisi olarak görülen su, rüzgâr ve güneş gibi enerji sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanımının artırılması hedeflenmiştir<sup>303</sup>.

### 3.1.3. Yeşil Kitap

Beyaz Kitap'tan sonra, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili en acil ve önemli tartışma konularını ve önlemleri gündeme getirerek, hedefleri, bu hedeflerin önünde duran engelleri, bu engelleri ortadan kaldırmak üzere izlenecek yolları ve kullanılacak araçları belirlemek üzere 2000 yılında Yeşil Kitap olarak bilinen rapor hazırlanmıştır<sup>304</sup>. Bu raporda toplumların sosyal istikrarı enerji arzına bağlanmaktadır. Yine bu belgede Komisyon'un enerji kaynaklarını çeşitlendirmesinin yanı sıra, tedarikçileri de çeşitlendirilmesi önerilmektedir. Enerji sıkıntılarının yaşanmaması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik stratejiler geliştirilerek bu yönde çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmektedir.

Enerji talebinin kontrol altına alınması ve enerjide verimliliği konu alan ikinci bir Yeşil Kitap'ta 2005 yılında yayınlanmıştır.

Diğer bir Yeşil Kitap'ta 2006 yılında yayınlanan "Enerji Arz Güvenliği için Avrupa Stratejisi" belgesidir. Bu kitapta enerji konusunda bir bütün olarak yapılması gerekenler sıralanmıştır. Enerji alt yapısı için yatırım yapılması gerekliliği, AB'nin enerji kaynakları konusundaki bağımlılığı, dünya ölçeğinde fosil yakıtlara yönelik artan enerji talebi, çevresel sorunlar ve enerji pazarı oluşturulamaması gibi önemli sorunlar belirtilmiştir. Ayrıca, üyeler arasında dayanışmanın önemine ve enerji kıtlığı oluşması durumunda müracaat edilecek ortak bir acil enerji stoku oluşturulması üzerine vurgu yapmış ve ülkelerin koordineli bir şekilde kullandıkları enerji çeşitlerini sürdürülebilir ve birbirine uyumlu hale getirmelerini önermiştir. Bu kitap, AB'nin enerji konusundaki ihtiyaçlarını üç temel başlık altında incelemiştir. Bu başlıklar; sürdürülebilirlik, rekabetçilik ve güvenlik olarak ifade edilebilir<sup>305</sup>.

---

<sup>303</sup> Jale Çokgezen, AB Çevre politikası ve Türkiye, Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt: XXIII, Sayı:2, İstanbul, 2007: 99.

<sup>304</sup> Ataman, a.g.t., 2007: 79.

<sup>305</sup> Emirhan Göral, **Avrupa Enerji Güvenliği ve Türkiye**, Avrupa Araştırmaları Dergisi, Cilt: 19, Sayı: 2, yy., 2011: 121.

Genel olarak, AB ülkelerinde enerji politikaları üç temel değer üzerinde oluşturulmaktadır. Bu değerler; güvenlik, verimlilik ve çevresel uygunluk olarak belirtilebilir.

#### **3.1.4. AB İklim Değişikliği Paketi (20-20-20)**

İklim değişikliklerini önlemek amacıyla 17 Aralık 2008 tarihinde 20-20-20 diye bilinen bir paket Avrupa Parlamentosunda kabul edilmiştir. Bu pakette, AB’de enerji konusunda 2020 yılına kadar yapılması gereken hedefler belirlenmiştir.

Buna göre;

- Kullanılan enerjinin %20 sininin yenilenebilir enerjilerden sağlanması onaylanmıştır. Bu oran elektrik enerjisi için %35 olarak belirlenmiştir.
- Sera gazı salınım düzeyinin 1990 daki değerinden %20 oranında azaltılması kararlaştırılmıştır.
- Enerji verimliliği alanında %20 değerinde gelişme hedeflenmiştir.

Ayrıca 2020 yılında erişilmesi hedeflenen yenilenebilir enerji üretimi 550 – 600 TWh olarak belirtilmiştir<sup>306</sup>.

#### **3.2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ**

Türkiye’de enerjiyle ilgili tüm uygulamalar, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nca yürütülmektedir. Elektrik piyasası, idari ve mali özerkliğe sahip bir kamu tüzel kişiliği statüsünde olan ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile ilişki içinde faaliyet gösteren Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu’nca idare edilmektedir. Araştırma ve geliştirme çalışmaları, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü ve Türkiye Bilimsel Teknik ve Araştırma Kurumu tarafından yürütülmektedir<sup>307</sup>.

Türkiye’de 1950-1960’lı yıllarda yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki payı %50 seviyesindeydi. Yenilenebilir enerjinin büyük bölümü hidroelektrik, odun, hayvan ve bitki atıklarından karşılanmaktaydı. 1970’li yıllarda, hızlı sanayileşmenin ve kentleşmenin bir sonucu olarak, enerji tüketimi artmaya başlamıştır. Petrolün toplam enerji tüketimindeki payı hızla artarak %46,7 seviyesine ulaşırken yenilenebilir kaynakların toplam tüketimdeki payı ise %31,3’e düşmüştür.

<sup>306</sup><http://news.bbc.co.uk/2/hi/7765094.stm>, (25.03.2012)

<sup>307</sup> WWF 2001 Raporu, **Yenilenebilir Enerji ve Türkiye’nin Geleceği**, (Çevrimiçi) [http://www.wwf.org.tr/pdf/WWFTR\\_YenilenebilirEnerjiGelecegiveTurkiye.pdf](http://www.wwf.org.tr/pdf/WWFTR_YenilenebilirEnerjiGelecegiveTurkiye.pdf), 04 Nisan 2012

1980li yıllara gelindiğinde, enerji tüketimindeki artışın karşılanması için, hidroelektrik santrallerin yapımı hız kazanmıştır. 1990'lı yıllarda Türkiye petrolün yanı sıra doğal gaz ithal etmeye başlamıştır. Bu yıllarda doğalgazın enerji tüketimindeki payı giderek artmaya başlamıştır.

Genel olarak Türkiye'nin enerji ihtiyacı; 1990'lı yıllara kadar büyük hidroelektrik santraller ve kömür gibi yerli, petrol ve doğalgaz gibi ithal edilen kaynaklardan karşılanmıştır. 1990 yılına kadar yerli kaynaklar öncelikli olarak kullanılmıştır. 1990'dan sonraki dönemde, kömür kullanan enerji santrallerinde oluşan emisyonların kontrolü, gaz temizleyiciler ve diğer arıtma sistemleri için ekstra sermaye harcamaları yapılması gerekliliği, hidroelektrik santrallerin ise büyük arazi ihtiyacı ve çok güvenilir olmayan yağış düzenine bağlı olması durumları belirtilerek, daha ucuz olduğu için petrol ve doğalgaz ağırlıklı olarak enerji ihtiyacı karşılanmıştır<sup>308</sup>. Enerji sektöründe uygulanan bu politikalar 1963 yılından beri hazırlanan beş yıllık kalkınma planlarında belirtilmiştir. Genel olarak enerji üretimi devlet tarafından sağlanmış, 1984 yılından itibaren özel sektör ve yabancı sermaye girişimlerinin destekleneceği belirtilmiştir.

Günümüz verileri incelendiğinde, fosil kaynakların toplam enerji tüketimindeki oranı %90'dır. Doğalgaz ve petrol üreticisi olmayan Türkiye, doğalgaz ihtiyacının %96'sını, petrol ihtiyacının ise %90'ını ithalatla karşılamaktadır. İthal edilen doğalgazın %67'lik bölümü elektrik üretiminde kullanılmaktadır. İthal edilmesine rağmen doğalgazın elektrik üretiminde yaygın olarak kullanılmasının en önemli nedenlerinden biri, özel şirketlerin yapım maliyeti diğer santrallere göre düşük olan doğalgaz santrallerini kurmayı tercih etmeleridir<sup>309</sup>. Hızla büyüyen Türkiye'nin her geçen gün artan enerji ihtiyacının büyük bir oranını dışarıdan aldığı fosil kaynaklardan karşılanması çeşitli olumsuzlukları beraberinde getirmektedir.

Türkiye'nin enerji talebi 1990'da yaklaşık 53 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) iken 2007 itibarıyla 107 MTEP düzeyine yükselmiştir. Net enerji ithalatımız 1990'da 28,4 MTEP iken 2007'de 81,1 MTEP'e ulaşmıştır<sup>310</sup>. Bu durum bize yaklaşık yirmi yıldır uygulanan mevcut üretim sisteminde pek bir değişiklik

<sup>308</sup> Güler ve Çobanoğlu, a.g.e., 1997: 20-28.

<sup>309</sup> Kantörün, a.g.m., 2010: 87.

<sup>310</sup> Emin Koramaz, **Türkiye'nin Enerji Politikaları**, (Çevrimiçi)  
<http://www.toprakisveren.org.tr/2009-83-eminkoramaz.pdf>, 26 Mart 2012

olmadığını göstermektedir. Artan enerji ihtiyacının karşılanması için yerli kaynaklar yerine ithal edilen enerji kaynakları tercih edilmiştir.

Türkiye’de elektrik üretiminde toplam kurulu güç ise 44.767 MW’tır. Bunun 29.333 MW’ı termik, 14.553 MW’ı hidrolik, 803 MW’ı rüzgâr, 78 MW’ı jeotermal kaynaklıdır. Tablo 3.2’de görüldüğü gibi Türkiye gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında daha az enerji tüketmektedir. Fakat buna rağmen enerji yoğunluğu<sup>311</sup> gelişmiş ülkelerin ortalamasının üzerindedir. Türkiye gelişmiş ülkeler içinde 1000 USD Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) için 0,38 TEP enerji kullanımı ile rakiplerine göre enerji yoğunluğu yüksek ülkeler içindedir. Bu da mevcut enerjinin verimli kullanılmadığını göstermektedir.

*Tablo 3.2: Kişi Başı Enerji Tüketimi (2010 yılı)*

Türkiye	2 637 kWh/y
Dünya	2 500 kWh/y
Gelişmiş Ülkeler	8 900 kWh/y
ABD	12 322 kWh/y

Kaynak: [www.gensed.org/pdf/sunum\(mmoantalya031210\).pdf](http://www.gensed.org/pdf/sunum(mmoantalya031210).pdf), 26 Mart 2012

Türkiye’nin dış ticaret açığına bakıldığında; 2009 yılı itibarıyla ihracatın 706 milyar ABD Doları (USD), toplam ithalatın ise 1.083 milyar USD olduğu görülmektedir. Kömür, doğal gaz ve ham petrol ithalatı 154 milyar USD olmuştur. Toplam 377 milyar USD olan dış ticaret açığının %41’i enerji ithalatından kaynaklanmaktadır<sup>312</sup>. 2006 yılı itibarıyla Türkiye’de kullanılan enerjinin %73’ü ithal edilmektedir<sup>313</sup>. Bu oranlar 2009, 2010, 2011 yılında da yaklaşık olarak aynı kalmıştır. Bu durumun önlenmesi için Türkiye’nin farklı enerji kaynaklarına yatırım yapması ve artan enerji talebinin karşılanabilmesi için dışa bağımlı olmadığımız yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir.

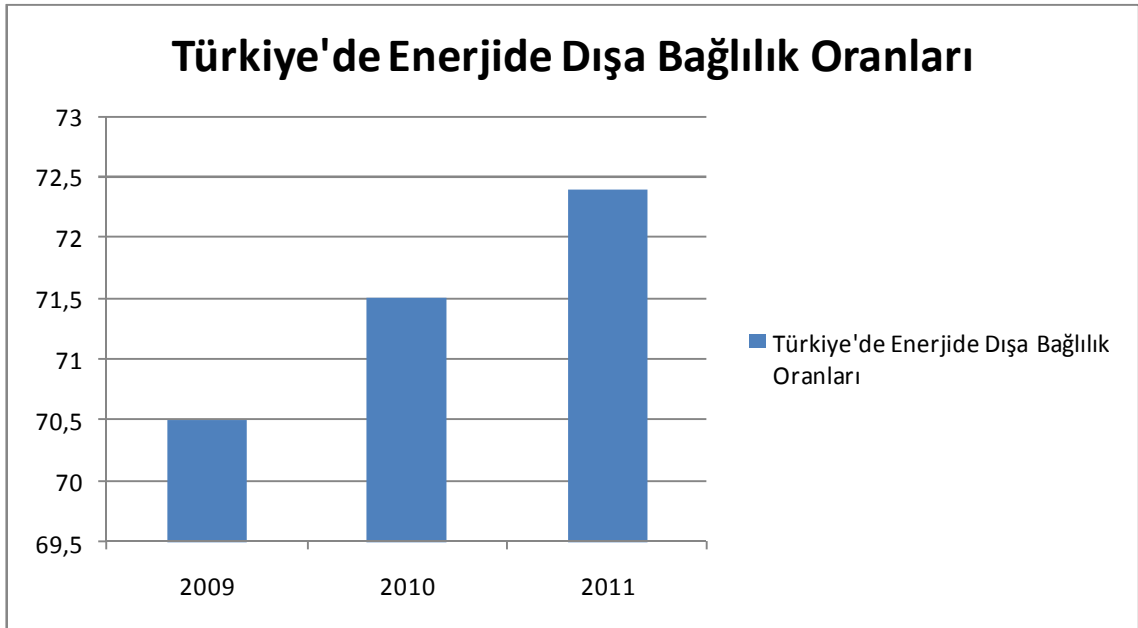
<sup>311</sup> Enerji yoğunluğu: Birim hacim başına belirli bir sistemde saklanan enerji miktarıdır.

<sup>312</sup> Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, **Tr42 Doğu Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu**, İstanbul, Marka Yayınları, 2011: 13.

<sup>313</sup> Abdurraman Satman, **Türkiye’nin Enerji Vizyonu**, Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri, TESKON2007, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim İzmir, 2007: 2-14.

2009 yılında enerjide dışa bağımlılık yaklaşık %70'ler düzeyinde gerçekleşmektedir. Özellikle fosil kaynaklar olan petrol ve doğal gazda %90'ların üzerindedir. Dışa bağımlılığın yüksek olmasından dolayı, enerji güvenliği ve enerji arzının sürekliliği Türkiye için büyük önem taşımaktadır. Türkiye fosil kökenli enerji potansiyeline sahip olmamasına rağmen, Dünya'nın bilinen doğal gaz ve petrol rezervlerinin %70'nin kendisine komşu ülkelerde olması nedeniyle enerji pazarında önemli bir ülke olma potansiyeline sahiptir. Son yıllarda yapılan ve yapımı devam eden çeşitli petrol ve doğal gaz boru hatları, enerji sektöründe önemli bir konuma gelmek isteyen Türkiye için en önemli enerji politikalarından biri durumundadır<sup>314</sup>.

Şekil 3.1: Türkiye'de Enerjide Dışa Bağımlılık Oranları



Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu Aralık,2010

Diğer önemli politikalarından biri de 18 Nisan 2007 tarihinde çıkarılan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'dur. Bu kanunla, enerjinin üretiminden tüketimine etkin kullanılması, israfının önlenmesi ve çevrenin korunması gibi amaçlar belirlenmiştir. Bu kanunla özellikle bireysel kullanıcıların yapılan çeşitli projeler ve bildirimlerle enerji verimliliği konusunda bilgilendirildiği ve bu konuda başarılı da olduğu görülmektedir. Bireysel kullanıcıların artık elektrikli ev aletlerinde A sınıfı

<sup>314</sup> Kantörün, ag.m., 2010: 88.

ürünleri tercih etmeye başladığı, aydınlanmada tasarruf ampullerinin veya enerji tüketimi az olan flüoresan lambaların büyük oranda kullandıkları görülmektedir.

Enerji tüketiminde önemli paya sahip olan konutların ısıtılması konusunda, verimli ısınma ile ilgili yapılan çalışmaların başarılı olduğu görülmektedir. Yeni yapılan binalarda ısı yalıtımı zorunluluğu getirilmiştir. Eski binaların ise belli bir süre içerisinde ısı yalıtımının yapılması teşvik edilmektedir. Her geçen gün artan enerji ihtiyacının karşılanmasında sağlanan bu tasarrufların önemli bir katkısı olmuştur. Fakat bu olumlu çalışmaların yanında kullanılan elektrik santrallerinin birçoğu düşük verimle çalışmaktadır<sup>315</sup>. Özellikle termik santraller konusunda önemli bir gelişme sağlanamamıştır.

Günümüzde enerji üretim ve dağıtımında, devlet kademeli olarak özelleştirme politikaları uygulamaktadır. Özellikle dağıtım konusunda özelleştirme işlemleri tamamlanmak üzeredir. Özelleştirmesi tamamlanmayan Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki bazı illerin elektrik dağıtım ihaleleri şu günlerde yapılmaktadır.

### **3.3.TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI**

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili, 2005 yılı öncesi dönemde,1984 yılında yürürlüğe konulan beşinci beş yıllık kalkınma planında, yeni ve yenilenebilir kaynaklardan kısa sürede yararlanmak için gerekli girişimlerin desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Altıncı beş yıllık kalkınma planında başta hidrolik olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha büyük oranda yararlanılması; yedinci beş yıllık kalkınma planında ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği belirtilmiştir<sup>316</sup>. Sekizinci beş yıllık kalkınma planında da yenilenebilir enerji kaynaklarından ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiş, Dünya’da ve Avrupa’da bu kaynakların kullanım durumları, verilen teşvikler, çevre üzerine etkileri vb. özelliklerinden ayrıntılı olarak bahsedilmiştir. Ayrıca bu kaynaklardan yararlanılması için yapılması gerekenler sonuç kısmında özetlenmiştir<sup>317</sup>.

<sup>315</sup> Yorkan, a.g.m., 2009: 36.

<sup>316</sup> Güler, Çobanoğlu, a.g.e., 1997: 20-28.

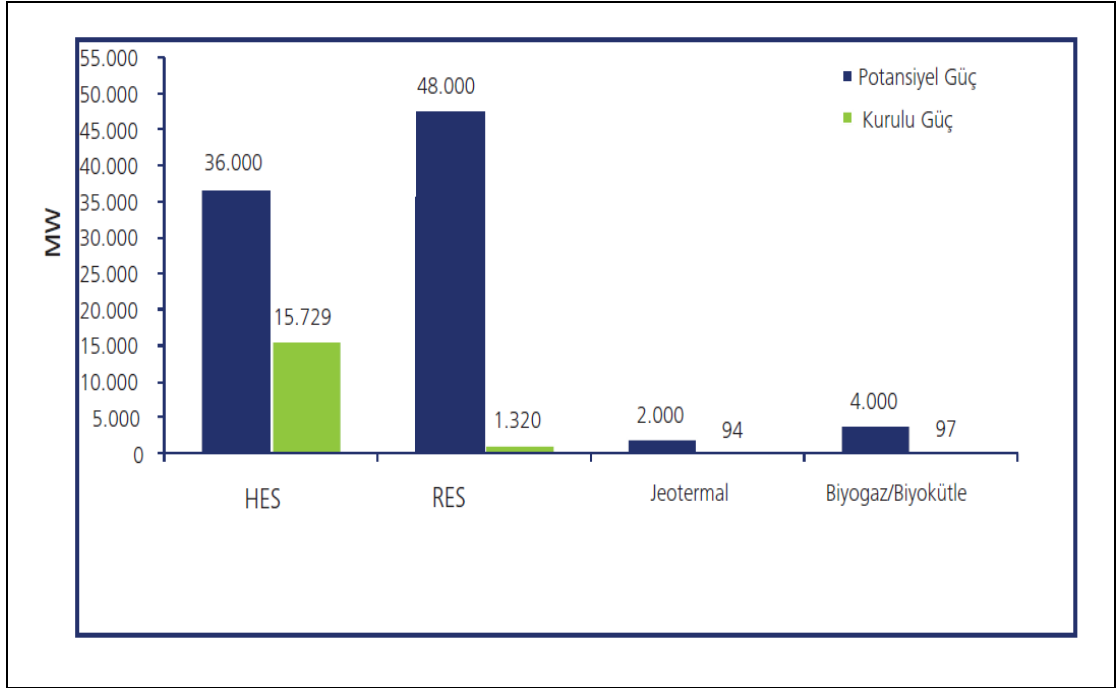
<sup>317</sup> DPT, **Sekizinci Bes Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara, DPT Yayını, 2001.



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. Bu nedenlerle de yenilenebilir enerji konusunda küçük ölçekli birkaç çalışma dışında pek bir şey yapılmamıştır.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından hidroelektrik ve yakacak amaçlı kullanılan biyokütle kaynakları dışında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payı 2006 yılı sonu itibariyle, %1'in altında gerçekleşmiştir.

Şekil 3.2: Türkiye 'de Kaynak Bazında Yenilenebilir Enerji Potansiyel ve Kurulu Güç (2010 yılı sonu verileri)



Kaynak: Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, [http://www.deloitte.com/view/tr\\_TR/tr/sectorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm](http://www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/sectorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm), 28 Mart 2012

Türkiye'de kaynaklara göre 2010 yılı sonu itibariyle yenilenebilir enerji potansiyeli ve mevcut kurulu güç oranları Şekil 3.2'de gösterilmiştir. (HES'lerden rezervuar alanı 15 km<sup>2</sup> den küçük olan santraller yenilenebilir olarak değerlendirildiğinden daha büyük HES'ler tabloda gösterilmemiştir.) Şekil 3.2'den de anlaşılacağı üzere mevcut potansiyelin çoğunluğu henüz değerlendirilememiştir.

Özellikle rüzgâr enerji santrallerinin yaygınlaşmaya başlaması ile 2011 yılı itibariyle elektrik üretimindeki rüzgâr gücünün payı %2 olarak gerçekleşmiştir<sup>318</sup>.

Türkiye'de yıllardır dile getirilen, kalkınma planlarına konulan, hükümet programlarında belirtilen ve pek bir şey yapılmayan yenilenebilir enerji ile ilgili en önemli gelişmenin 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un (YEK) çıkarılması olduğu söylenebilir. Bu kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu tanımlanmış ve bu kaynaklara bazı teşvikler getirilmiştir. Zaman içerisinde değişen şartlar nedeniyle YEK kanununda 29.12.2010 tarihinde bazı düzenlemelere gidilmiş ve yenilenebilir enerji konusunda Türkiye'de yeni bir dönem başlamıştır. Yapılan bu değişiklikle devlet teşvikleri kaynak bazında çeşitlendirilmiştir. Kaynak kullanımında yerli teknolojinin gelişmesini desteklemek için ayrıca teşvikler verilmiştir.

Yenilenebilir enerji konusunda yerli teknolojinin geliştirilmesi için teşvik verilmesi oldukça önemlidir. Çünkü Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Önümüzdeki yıllarda yenilenebilir kaynakların kullanımının artması, bu kaynakların kullanımını sağlayan teknolojinin önemli bir pazar olması beklenmektedir. Özellikle son dönemde başta ABD olmak üzere gelişmiş ülkelerin bu teknolojilere önemli miktarda yatırım yaptığı bilinmektedir<sup>319</sup>. Yenilenebilir enerji teknolojileri alanında yatırım yapan ve bu konuda öncü olan ülkelerin önemli avantajlar elde edecekleri aşikârdır. Türkiye'de bu konuda teşviklerin verilmesi önemli bir gelişmedir. Ayrıca çeşitli kuruluşlarca yapılacak araştırma geliştirme projelerinin de teşvik kapsamına alınması önemlidir.

Yenilenebilir enerji sektöründe Türkiye, Dünya genelinde iyi bir pazar olarak görülmektedir. Bu nedenle 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

---

<sup>318</sup> [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar\\_index.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_index.html), (28.03.2012)

<sup>319</sup> Oğuz Türkyılmaz, **Türkiye'nin Enerji Görünümü**, (Çevrimiçi) [http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0_ek.pdf), 28 Mart 2012

doğal gazaya ödediği maliyetleri 15-20 yıl sonra yenilenebilir teknolojilere ödemek zorunda kalabilecektir<sup>320</sup>.

YEK Kanun'unda 2011 yılında yapılan değişiklikle yerli üretim konusunda sağlanan teşvikler, yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminin yaygınlaştırılmasını sağlamaya yönelik dolaylı teşvik niteliğindedir. Bu konuda daha etkin desteklerin yapılması gerekmektedir. Daha doğrudan ve etkin teşviklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda yapılacak Ar-Ge çalışmaları ve teknoloji üretimi yapacak yerli firmaların gerek vergi indirimleri gerekse uygun finansman kaynaklarıyla desteklenmesi gerekmektedir<sup>321</sup>. 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<sup>322</sup>.

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 arasında kapsayan on yıllık bir dönem için belirlenmiştir. Bu yöntem, firmalarının ürettiği elektriği belirlenen asgari fiyatlar üzerinden satın almayı zorunlu kılan bir sistemdir. Bu fiyatlar genellikle piyasa fiyatının üzerindedir. Dünyada fiyatlandırma sistemi ilk kez 1980'lerde ABD'nin California eyaletinde uygulanmıştır. Başarılı olan bu uygulama ile California zamanın dünyadaki yenilenebilir enerji lideri haline getirilmiştir<sup>323</sup>. Almanya ve Danimarka da fiyatlandırma sistemini başarılı olarak uygulayan diğer ülkelerdir. Bu sistemin başarılı olması için, sabit fiyatların çeşitli yenilenebilir enerji türlerini özendirmek için yeteri kadar yüksek, alım garantisinin de yeteri kadar uzun 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 kazanca dolayısıyla devlet bütçesinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

---

<sup>320</sup> Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu için Sonuç Bildirgesi, 21-22 Ekim 2011 Kayseri, (Çevrimiçi) <http://bybilgili.com/yeni-ve-yenilenebilir-enerji-kaynaklari-sempozyumu-sonuc-bildirisi-t406.0.html>

<sup>321</sup> Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu için Sonuç Bildirgesi, a.g.e., 2011.

<sup>322</sup> Satman, a.g.m.,2077: 16.

<sup>323</sup> Hilal Atıcı, **Yenilenebilir Enerji Politikaları**, (Çevrimiçi) [www.izmir-dikili.bel.tr/yukle/indir.asp?id=24](http://www.izmir-dikili.bel.tr/yukle/indir.asp?id=24), 28 Mart 2012

Örneğin İspanya’da, teşviklerin yüksekliği çok kısa sürede hedeflenenden çok daha fazla güneş santralının devreye girmesine yol açmış ve fotovoltaik teknolojinin hızla ucuzlamasıyla teşvikler ülke ekonomisinde gereksiz bir yük oluşturmuştur<sup>324</sup>.

*Tablo 3.3: YEK Destekleme Mekanizmasında Belirtilen Destekleme Fiyatları*

Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)	Yerli katkı ilavesi ile uygulanabilecek en üst fiyat (ABD Doları cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3	7,3+2,3=9,6
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3	7,3+3,7=11,0
Jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisi	10,5	10,5+2,7=13,2
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3	13,3+5,6=18,9
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi (Fotovoltaik)	13,3	13,3+6,7=20,0
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi (yoğunlaştırılmış)	13,3	13,3+9,2=22,5

Kaynak: 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, I ve II Sayılı Cetvel

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

<sup>324</sup> Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, (Çevrimiçi) [http://www.deloitte.com/view/tr\\_TR/tr/sectorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm](http://www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/sectorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm), 28 Mart 2012

teşviklerinden biri olan destekleme fiyatlarının Almanya’da 24 Euro cent ve İspanya’da 34 Euro cent seviyelerinde olduğu bilinmektedir<sup>325</sup>. Bu durum da Türkiye’deki güneş enerjisi için verilen 13,3 dolar/cent seviyesinin Avrupa ülkelerinde verilen teşviklere göre oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Rüzgâr 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 5 bin Euro olan maliyetlerin şu anda 2 bin Euro seviyesinde olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, yerli ekipman katkılarıyla birlikte 20 dolar/cent seviyelerine ulaşan fiyatların mevcut koşullarda iyi olduğunu belirtmiştir. RESSEİAD Başkanı, hidroelektrik santralleri için verilen fiyatların diğer enerjilere verilen fiyatlara oranla düşük kaldığını belirtmektedir<sup>326</sup>.

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.

YEK kanunu ile getirilen bir yenilik de, 500 KW altında kurulu güce sahip elektrik üretim tesislerine lisans alma ve şirket kurma zorunluluğunun, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından hazırlanan, 3 Aralık 2010 tarihinde 27774 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik” ile kaldırılmasıdır<sup>327</sup>. Rüzgâr, su, güneş gibi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomiye kazandırılması için yapılan bu düzenlemenin büyük ilgi gördüğü EPDK tarafından belirtilmiştir<sup>328</sup>. 500 KW’lık bir enerji, birkaç ailenin elektriğini karşılayacak kadar elektrik gücüne sahiptir. Bu teşvikten yararlanmak isteyen birkaç aile birleşip küçük ölçekli bir santral kurarak ödediği elektrik faturasından kurtulabilecektir. Bu uygulama çift taraflı sayaç veya net ölçüm sistemi olarak bilinmektedir.

Çift taraflı sayaç; Japonya, Tayland, Kanada, ABD gibi bazı ülkelerde uygulanmaktadır. Uygulamada istekliler evlerine veya işyerlerine küçük ölçekli

---

<sup>325</sup> <http://www.petroturk.com/HaberGoster.aspx?id=4654&haber=Tum-yonleriyle-YEK-Kanunu>, (04.04.2012)

<sup>326</sup> <http://www.petroturk.com/HaberGoster.aspx?id=4654&haber=Tum-yonleriyle-YEK-Kanunu>, (04.04.2012)

<sup>327</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Mavi Kitap, Ankara, 2011: 29.

<sup>328</sup> İsmail ALTUNSOY, Güneş Gazetesi, 22.04.2012, <http://www.guneshaber.net/haber/1720-guncel-haberler-yenilenebilir-enerji-yatirimina-buyuk-ilgi-var.html>, 24 Nisan 2012

yenilenebilir sistemler kurarak, kullanım fazlası elektriği satabildiği gibi ihtiyaç halinde ulusal sistemden elektrik alabilmeleri imkânı sağlanmaktadır<sup>329</sup>. Kanuna göre üretilen elektriğin, dağıtım lisansı sahibi ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunlu hale getirilmiştir. Bu uygulamalar ile tüketici, üretici konumuna gelmektedir. Faturalandırma ise üretim ve tüketim arasındaki fark üzerinden yapılmaktadır. Özellikle güneş ve rüzgâr santralleri kurularak bu sistemden faydalanılabilir. Güneş enerjisiyle su ısıtmada dünya üçüncüsü olan ülkemizin güneş potansiyelini düşünürsek, çift taraflı sayaç sisteminin önemli katkısının olması beklenmektedir.

YEK kanunu ile işletmeci lehine bazı düzenlemeler yapılmış; yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine, TEİAŞ veya dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik verilmiştir. Başka bir düzenleme ise, elektrik enerjisi alımlarında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen 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<sup>330</sup>. Düzenlemenin yürürlüğe girdiği tarih itibariyle işletmede olanlar dâhil, 31 Aralık 2015 yılına kadar devreye alınacak üretim tesislerine, yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında, enerji nakil hatlarından izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedelleri için yüzde 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<sup>331</sup>.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim yapan santraller, piyasa kurallarının ticari çerçevesini çizen en detaylı yasal düzenlemelerden biri olan

---

<sup>329</sup> Atıcı, a.g.m., 7.

<sup>330</sup> Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, **Yenilenebilirler için yeni hayat Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Beklentiler**, (Çevrimiçi) [http://www.deloitte.com/view/tr\\_TR/tr/ sektorler/ enerjivedogal kaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm](http://www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/ sektorler/ enerjivedogal kaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm), 28 Mart 2012

<sup>331</sup> Akşam gazetesi, 8 Ocak 2011, **Yenilenebilir enerji kanunu yayınlandı**, (Çevrimiçi) <http://www.aksam.com.tr/yenilenebilir-enerjikanunu-yayinlandi--10037h.html>, 28 Mart 2012

Elektrik Piyasası Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliği kapsamında ayrı bir şekilde konumlandırılmış durumdadır.

YEK kanununda çevre ile ilgili, ÇED raporu zorunlu, kurulu gücü 25 MW ve üzeri olan nehir tipi santraller için ÇED raporunu hazırlamak; ÇED raporu düzenlemesi değerlendirmeye tabi olan tesisler için proje tanıtım dosyası hazırlanarak Çevre ve Orman Bakanlığı'na sunmak, yükümlülükleri de getirilmiştir.

Kanunda hidroelektrik üretim tesisleri için su kullanım hakkı verilmesi DSİ'nin görüşü alınmak koşuluyla İl Özel İdareleri'ne verilmiştir. Bu düzenlemenin yatırımcı, yerel yönetimler ve yerel halk arasındaki iletişimi güçlendirmeyi amaçladığı düşünülmektedir. Çalışmaların yerel halk tarafından desteklenmesi, bu kaynakların kullanımının yaygınlaşması için önemli bir gelişme olacaktır. Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşanan olumsuzlukların diğer bölgelerde de yaşanmaması açısından bu durumun iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. İl özel idarelerinin gösterecekleri farklı yaklaşımların bölgeler arasında farklılıklar oluşmasına neden olma ihtimali de bulunmaktadır.

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<sup>332</sup>.

### **3.3.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Hedefleri**

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010-2014 stratejik planında ve enerji raporları ile yenilenebilir enerji konusundaki hedeflerini aşağıdaki şekilde belirtmiştir<sup>333</sup>:

- En önemli hedef, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılında en az %30 seviyesine getirilmesidir.

<sup>332</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, Türkiye'nin Enerji Görünümü Raporu, Hazırlayan: Oğuz Türkyılmaz, Ankara, Ocak 2012

<sup>333</sup> Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, a.g.e., 2011: 14.

- 2009 yılı itibariyle 802,8 MW olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün, 2015 yılına kadar 10.000 MW'a, 2023 yılına kadar 20.000 MW'a çıkarılmasıdır.
- 2009 yılı itibariyle 77,2 MW olan jeotermal enerji gücünün, 2015 yılına kadar 300 MW'a, 2023 yılına kadar 600 MW'a çıkarılmasıdır.
- 2023 yılına kadar güneş enerjisi gücünün, ilk etapta 600 MW, daha sonra 3000 MW'a çıkarılmasıdır.
- Toplam 5000 MW ek kurulu güce sahip hidroelektrik santrallerin 2013 yılına kadar tamamlanmasını hedeflenmektedir.
- 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması hedeflenmektedir.

Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları alanında teknoloji geliştirme çalışmalarına önem verileceği, jeotermal kaynakların yenilenebilirliğinin devam etmesi için reenjeksiyon uygulamalarına dikkat edileceği, mevzuat düzenlemelerinin yenilenebilir enerji kullanımındaki gelişmeler doğrultusunda hazırlanacağı belirtilmiştir<sup>334</sup>.

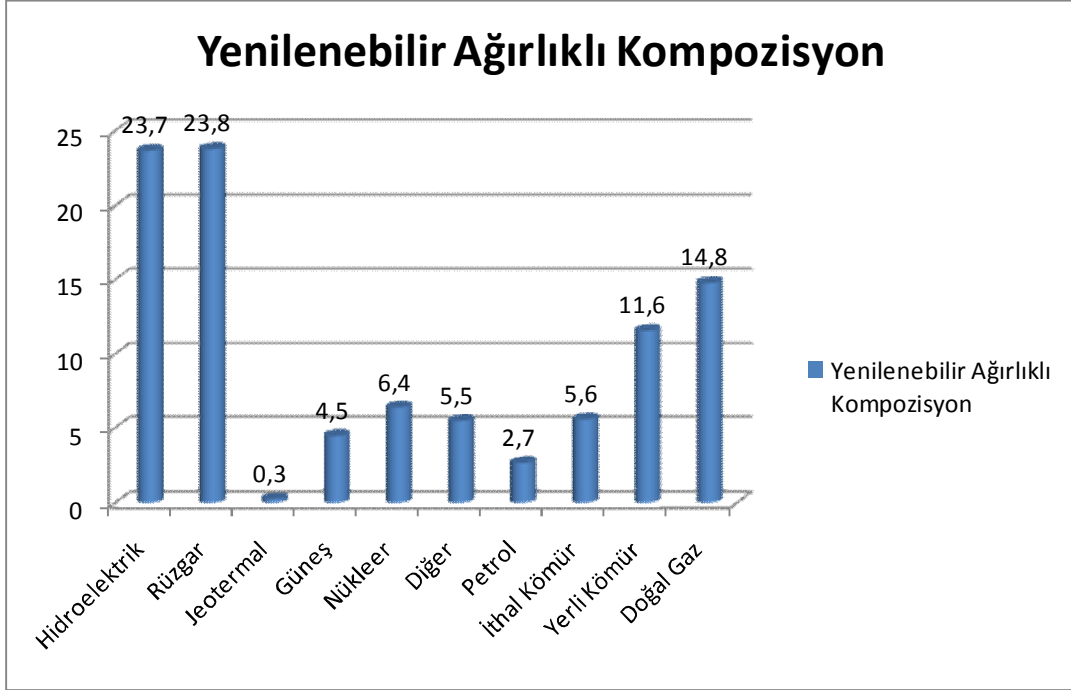
EPDK tarafından, 2030 yılına kadar oluşacak enerji talebinin karşılanması için iki farklı üretim kompozisyonu hazırlanmıştır. Bunlardan ilki fosil yakıt ağırlıklı, ikincisi ise yenilenebilir ağırlıklı kompozisyonlardır. Yenilenebilir yakıt ağırlıklı kompozisyona göre oluşan değerler Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

2030 yılı elektrik üretimi hedeflerinde en çok dikkat çeken rüzgâr ve doğal gaz kaynaklarında hedeflenen değerlerdir. 2011 yılı elektrik üretimindeki payı %2 olan rüzgâr enerjisinin payı %23,8'e çıkmaktadır. 2011 yılında %44,7'lik payla enerji üretiminde en büyük paya sahip olan doğal gazın %14,8'lik değer ile üçüncü sıraya gerilediği görülmektedir. İthal edilen kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artması fosil yakıtlara ödenen maliyetin azalmasını sağladığı gibi küresel ısınma ile mücadelede önemli bir katkı sağlayacaktır.

<sup>334</sup> Taner YILDIZ, **Türkiye Enerji Politikalarımız**, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 2011.



Şekil 3.3: Elektrik Üretiminde Kaynakların %'lik Payı (2030 Yılı Hedefleri)



Kaynak: <http://www.epdk.gov.tr/> (28.03.2012)

### 3.3.2. Yenilenebilir Enerjinin Önündeki Güçlükler

Yetersiz alım teminatları ve fiyat garantisi yenilenebilir enerji sektörünün önündeki zorluklardan biridir. Türkiye’de yenilenebilir enerji santrallerinin ilk on yıllık işletim süresi için alım ve fiyat garantisi verilmektedir. Bu süre ilk yatırım maliyetleri yüksek olan yenilenebilir santraller için yeterli görülmemektedir. Ayrıca, teşvik fiyatları gelişmiş ülkelere oranla düşük durumdadır. Bu durum özellikle güneş enerjisi konusunda gelişmeleri engelleyebilecektir<sup>335</sup>.

Rüzgâr ve güneş enerji santralleri, değişken enerji üretimine sahip olduğundan bağlantı noktalarında sorunlar yaşanabilmektedir. Türkiye’de ulusal elektrik hatları dağıtım amaçlı kurulmuş olup toplama için her yerde uygun değildir. Ayrıca yeni trafo merkezi kurma ya da uzun mesafeli iletim hatları döşeme zorunluluğu, yatırımcıların bu konuda karşılaştığı bir diğer zorluktur.

Türkiye, jeotermal enerji potansiyeli açısından dünyada yedinci sıradadır. Buna karşın, jeotermal potansiyelinin yalnızca %7’lik kısmını kullanmaktadır.

<sup>335</sup> <http://www.energyworld.com.tr/root.vol?title=yenilenebilir-enerji-kanunu-neler-getirdi&exec=page&nid=334945>, (04.04.2012)

Jeotermal kaynak arama çalışmalarının yüksek maliyeti nedeniyle bu potansiyel değerlendirilememektedir.

Yenilenebilir enerjinin önündeki bir diğer güçlük de teknoloji ve Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan mali kaynakların yetersizliğidir. Bu durum, hızla gelişen yenilenebilir enerji ile ilgili bilgilerin güncellenmesi için gerekli bilimsel çalışmaların yapılmasını ve nitelikli teknik personelin yetiştirilmesini güçleştirmektedir.

Türkiye’de elektrik kullanıcıları, kullandığı elektriğin kaynağını bilmemektedir. Tüketicilerin kullandığı elektrik enerjisinin kaynağını bilmesi ve bu konuda tercih yapabilmesi, hem fosil yakıt dışındaki seçeneklerin değerlendirilmesinde, hem de bu konuda bilinç oluşturulmasında önemli rol oynayacaktır<sup>336</sup>.

### 3.3.3. Yenilenebilir Enerji ve Özelleştirme

Enerji konusunda 1980’li yıllarda yap-işlet-devret modeli ile başlayan özelleştirme çalışmaları, enerji sektörünün büyük bir kısmının özelleştirilmesi aşamasına gelmiştir.

Türkiye’nin enerji politikasının oluşturulmasında Enerji Şartı Sözleşmesi belirleyici olmaktadır. Bu sözleşme, enerji şartını imzalayan tüm ülkelerin ulusal programları niteliği durumundadır. Burada enerji sektörünün rekabet ortamının oluşturulması için pazardaki her türlü engelin düzenlenmesi ve ortadan kaldırılması taraf olan ülkelerin yükümlülükleri olarak ortaya konulmaktadır<sup>337</sup>.

Bugüne değin izlenen hatalı politikalar sonucunda, Türkiye enerji ihtiyacını kendi kaynaklarından değil dışarıdan satın alarak karşılayan bir ülke durumuna gelmiştir. Bu anlayış ülkemizi dışa bağımlı bir hale getirmiştir.

ABD ve AB ülkelerinde hidrolik enerji kaynaklarının neredeyse tamamı değerlendirilmiş olmasına rağmen, Türkiye’de bu oran, inşaat halinde olanlar ile birlikte %43 dolaylarındadır.

---

<sup>336</sup> WWF 2001 Raporu, a.g.k.

<sup>337</sup> Türkiye Esnaf ve Sanatkarları Konfederasyonu, **Enerji Politikası**, Hazırlayanlar:G. Serkan YILDIZ, Çağın DEMİRAY, (Çevrimiçi)[http://www.smefit.eu/IMG/pdf/Enerji\\_politikalari\\_metni.pdf](http://www.smefit.eu/IMG/pdf/Enerji_politikalari_metni.pdf), 4 Nisan 2012

Rüzgârda 10.000 MW ekonomik potansiyelin %85'i; jeotermal kaynakta potansiyelin %95'i, sınırsız enerji kaynağı olan ve ülkemizin her bölgesinin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyelinin neredeyse tamamı kullanılmamaktadır<sup>338</sup>. Bu durum göstermektedir ki; mevcut yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları yeterince değerlendirilememektedir.

Elektrik enerjisi alanında 2001 yılından itibaren özelleştirme çalışmaları hız kazanmıştır. Türkiye'de elektrik enerjisi alanında faaliyet gösteren kamu kuruluşları yeniden yapılandırılmış, sektörde serbestleşmeyi sağlayacak düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemelerden bazıları; DSİ santrallerinin EÜAŞ'a devrinin sağlanması, dağıtım bölgeleri yeniden düzenlenerek şirketleştirilmesi, TEDAŞ'ın özelleştirme kapsamına alınmasıdır<sup>339</sup>.

16.09.2009 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan ve 2010-2012 dönemini içeren "Orta Vadeli Program"da, özelleştirmenin tamamlanması, doğalgaza aşırı bağımlılığı azaltmak üzere yerli ve yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesine hız verilmesi öngörülen çözüm yolu olarak gösterilmiştir<sup>340</sup>.

Elektrik enerjisinin özelleştirme amaçları DPT tarafından hazırlanan 2009 yılı strateji belgesinde açıklanmıştır. Elektrik enerjisinin sürekli, kaliteli, düşük maliyetli ve çevre konusundaki duyarlılıkları dikkate alan bir şekilde üretilmesi temel amaç olarak belirlenmiştir. Bu amaçlara ulaşılabilmesi içinde rekabetçi bir serbest piyasa oluşturulması çalışmalarına devam edileceği belirtilmiştir. Rekabetçi piyasa oluşumu için de elektrik üretim ve dağıtım özelleştirmelerinin tamamlanması kararı alınmıştır<sup>341</sup>.

Elektrik sektöründe günümüz verilerine baktığımızda, elektrik dağıtım alanında 52 ilde özelleştirme gerçekleşmiş, 22 ilde devir işlemleri devam etmekte, 7 ilde ise (Aras EDAŞ) mahkeme iptal kararı ile özelleştirme işlemi henüz gerçekleşmemiştir<sup>342</sup>. Elektrik üretim işlerinin %52'lik kısmı özel sektör tarafından,

---

<sup>338</sup> Ahmet ENİŞ, **Enerji Politikaları; Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, 2003: 300.

<sup>339</sup> Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT), **Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi**, 21 Mayıs 2009, (Çevrimiçi)

[http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Arz\\_Guvenligi\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf), 5 Nisan 2012

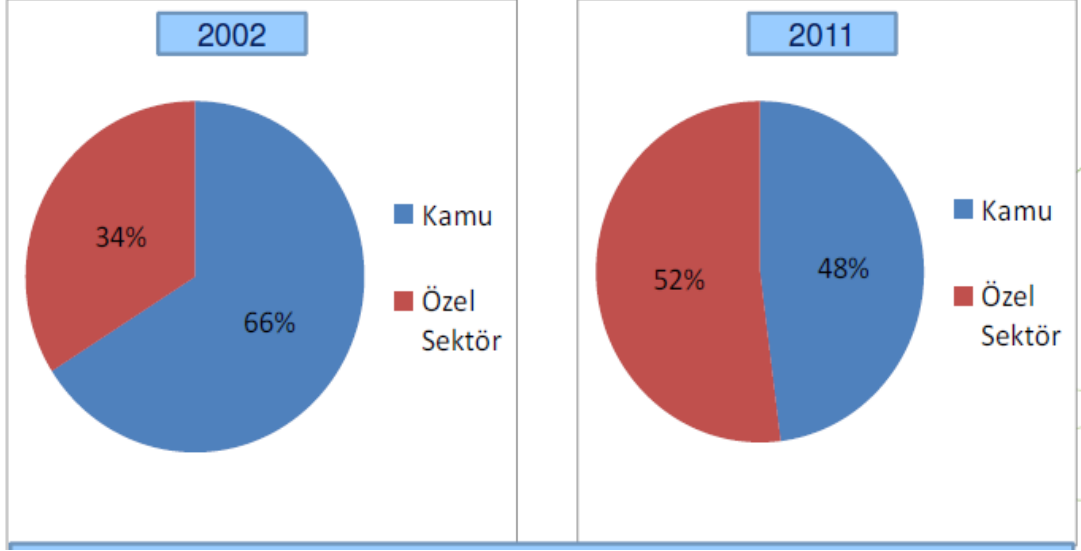
<sup>340</sup> EMO, **Türkiye'nin Enerji Görünümü**, (Çevrimiçi) [http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0_ek.pdf), 05 Nisan 2012

<sup>341</sup> DPT, a.g.b.

<sup>342</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, a.g.e., 2012.: 98.

kalan %48'lik kısmı kamu tarafından gerçekleştirilmektedir. (Şekil 3.4) Kamu tarafından işletilen elektrik üretim şirketlerinin özelleştirmesinin gerçekleştirileceği gerek hükümet programlarında gerekse stratejik planlarda belirtilmektedir<sup>343</sup>.

Şekil 3.4: Türkiye'de Elektrik Üretiminde Kamu ve Özel Sektör Payları



Kaynak: Taner YILDIZ, **Türkiye Enerji Politikalarımız**, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 2011.

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve elektrik üretiminde uygulanan politika, düzenleme ve denetim dışında kalan tüm alanların özelleştirilmesi olarak belirlenmiştir. Son yıllarda hız kazanan yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili, özellikle rüzgâr enerjisi, KHES ve güneş enerjisi alanında yapılan çalışmalarda bu politika etkin olarak uygulanmaktadır. Türkiye’nin AB’ye üye olma yolunda yapılan uyum çalışmaları gereğince özelleştirmeleri yapması gerekmektedir. Günümüzde gelişmiş ülkelerin birçoğunda enerji piyasasının özelleştirilmiş durumda olduğu bilinmektedir.

Enerji sektörünün özelleştirilmesindeki amaçlar aşağıdaki gibi belirtilebilir<sup>344</sup>.

- Enerji maliyetlerin düşürülmesi,
- Elektrik enerjisi arz güvenliğinin sağlanması ve arz kalitesinin artırılması,
- Kayıp ve kaçak oranlarında azaltma sağlanması,
- Yenileme ve genişleme yatırımlarının özel sektör tarafından yapılması,

<sup>343</sup> [http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=yayinlar\\_raporlar&bn=550&hn=&id=3273](http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=yayinlar_raporlar&bn=550&hn=&id=3273), 04 Nisan 2012

<sup>344</sup> Yıldız, a.g.m., 2011

- Rekabet sonucu sağlanan faydaların tüketicilere yansıtılması.

Özelleştirme uygulamalarının birçok olumlu yönü olmasına rağmen birtakım olumsuzlukları ve riskleri de bulunmaktadır. Örneğin; yatırımcılar elektrik üretim tesisini; istediği yerde, istediği kaynak ile istediği zaman, istediği teknoloji ile yapabilmektedir. Bunun sonucu olarak; yatırımlar gecikebilmekte, yatırımcı lisansını satmak ya da iptal etmek yoluyla sektörü terk edebilmektedirler<sup>345</sup>. Bu durum, üretildiği zaman tüketilmesi gereken bir ürün olan elektrik enerjisinin sağlanmasında sıkıntılar yaşanması yolunu açabilecektir. Lisans satılması ile parası olan herkesin elektrik üretim işine girebilmesine, sektör ile ilgili teknik çalışmalar ve bilgi birikimlerin ihmal edilmesine sebep olmaktadır.

EPDK tarafından verilen lisanslarda, üretimin zamanlaması, kapasitenin ihtiyaca yönelik olup olmadığı, kaynağın verimli kullanılıp kullanılmadığı gibi hususlar istenmemekte, yalnızca lisansların sayısı ve kurulması hedeflenen kapasiteleri ön plana çıkarılmakta ve projelerin gerçekleşmesi beklenmektedir<sup>346</sup>. Bu durum zamanında yapılmayan yatırımların zamanla elektrik piyasasını sıkıntıya sokmasına ve kolay ulaşılan, pahalı, çevreye zararlı fosil kaynakların daha çok kullanılmasına sebebiyet vermektedir.

Özelleştirme çalışmaları, hızla artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için zamanında yapılması gerekli olan enerji yatırımlarını aksatarak, gelecekte enerji sıkıntılarının yaşanmasına neden olabilecektir. Enerji ihtiyacının karşılanmasında her geçen gün önemi artan ve artacak olan yenilenebilir enerji yatırımlarının tamamen özel sektör eline bırakılması, mevcut enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu ithal eden Türkiye’de enerji ihtiyacının karşılanamaması veya çok pahalıya karşılanması gibi olumsuz durumlar oluşturabilecektir. Örneğin; 2003 yılında, ABD'nin Kuzeydoğusu ile Kanada'nın doğu kesiminin tamamını kapsayan ve bazı bölgelerde düzeltilmesi 8 gün süren elektrik kesintisi yaşanmasının en önemli nedenlerinden biri, özel sektör tarafından yapılması gereken yatırımlarının

---

<sup>345</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, a.g.e., 2012: 11.

<sup>346</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, a.g.e., 2012: 11.

zamanında ve istenilen düzeyde gerçekleştirilmemiş olmasıdır<sup>347</sup>. Ayrıca özel şirketlerin sahip olduğu elektrik üretim santralleri zamanında bitirilemez ve bu nedenle ulusal sistemde açık oluşur ise, bu sorumluluğun kim tarafından yerine getirileceği belirsizdir.

Özel şirketler kar öncelikli olarak çalışacakları için lisans verilme aşamasında Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporlarının çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu raporlar, masa başında hazırlanabildiği gibi gerçek verileri yansıtmama olasılıkları da bulunmaktadır<sup>348</sup>. Bu da çevresel değerler için zararsız olan yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye zarar veren kaynaklar haline gelmesine neden olabilmektedir.

Özelleştirme çalışmaları tamamlandığında karşımıza çıkabilecek bir diğer olumsuzluk da, piyasayı tekellerine alabilecek büyük şirketlerin oluşması ihtimalidir. Bu konuda AB’de enerji sektöründe bazı tekel kuruluşlar oluşmuştur. Bu kuruluşlar küçük yatırımcıların piyasaya girmesini engellediği gibi enerji piyasasını istedikleri gibi şekillendirebilmektedirler. Karşı çıkan kişi ve grupları basın, hükümet gibi güçleri de kullanarak yok edebilmektedirler. AB’de sıkıntı oluşturmaya başlayan bu tekellere karşı Fransa ve Almanya’da önlemler alınmaya başlanmıştır. Türkiye’de de oluşabilecek tekellerin önlenmesi için YEK kanununda önlemlerin alınacağı belirtilmesine karşın, piyasanın çok büyük olması nedeniyle tekeller oluşması hatta AB’de bulunan büyük şirketlerin piyasayı ele geçirmesi ihtimali bulunmaktadır. Bu durumun önlenmesi için önleyici çalışmalar yapılması gerekmektedir<sup>349</sup>.

Özelleştirmenin amaçlarından biri de maliyetlerin düşürülmesi, tüketiciye daha ucuz enerji sağlanmasıdır. Fakat uygulama aşamasında genellikle bu durumun tersi olmakta, enerji maliyetleri artmaktadır. Elektrik faturaları için ödenen para miktarı da her geçen yıl yükselmektedir (Şekil 3.5 ).

---

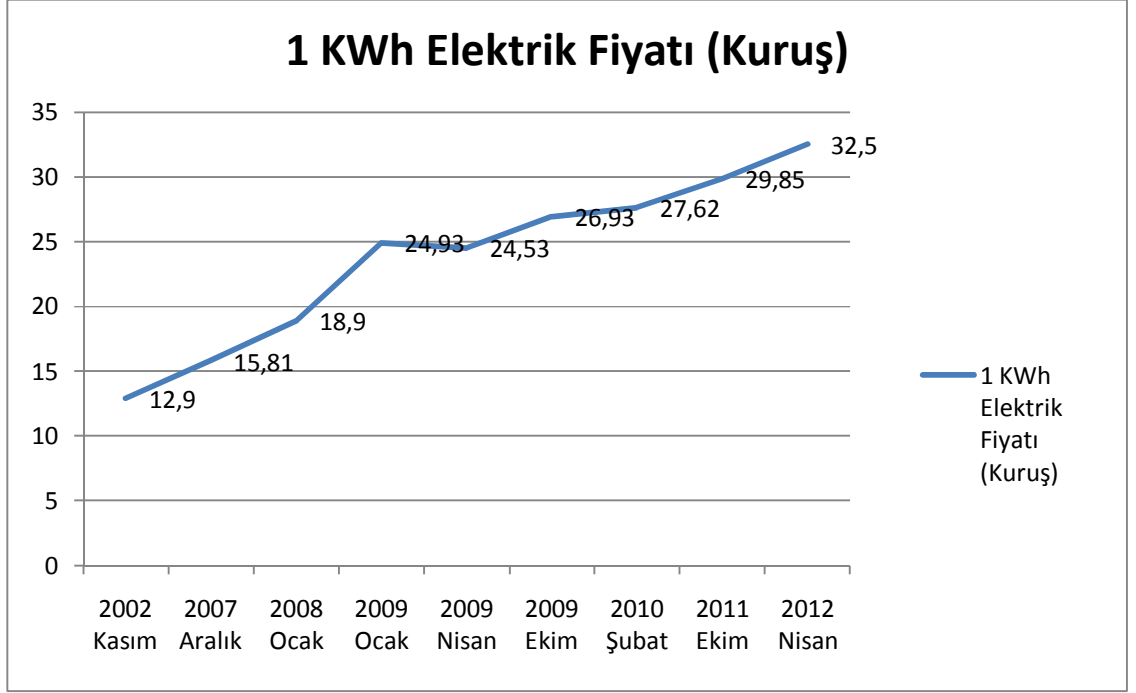
<sup>347</sup> H. Caner Özdemir, **Liberal Enerji Piyasalarında Kamunun Rolü**, TMMOB, Türkiye VI. Enerji Sempozyumu, Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği, Ankara, 2007: 223.

[http://www.emo.org.tr/ekler/2625f6934c1cdc3\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/2625f6934c1cdc3_ek.pdf), 28 Nisan 2012

<sup>348</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, a.g.e., 2012: 11.

<sup>349</sup> Özdemir, a.g.m.,2007 : 225.

Şekil 3.5: 2002-2012 Yılları Arasında Konutlarda Kullanılan Elektrik Fiyatları



Kaynak: EPDK, EMO Raporları, TRT ve Ulusal Gazetelerden alınan verilerle hazırlanmıştır.

Konutlarda kullanılan elektrik fiyatları 2001 yılından itibaren artan özelleştirme çalışmaları ile birlikte yükselmiştir. 2000 yılında 1 KWh'i 3,818 kuruş olan elektrik fiyatları 2002 Kasım ayında 12,9 kuruş'a yükselmiştir<sup>350</sup>.

Elektrik fiyatlarında resmi tarifelerin belirlenmesinde 2008 yılında maliyet bazlı otomatik fiyatlandırma sisteminin başlamasıyla birlikte maliyete göre yılda dört kez ayarlama yapılmaktadır. Otomatik fiyatlandırmaya geçişten sonraki iki yılda elektrik fiyatı %74 artmıştır<sup>351</sup>.

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi Aralık 2007 tarihinden KWh'i 15,81 kuruş olan elektrik fiyatları % 105,56 lık artış ile 32,5 kuruş olmuştur. % 10'un altında enflasyon oranını yakalayan Türkiye'de elektrik fiyatları konusundaki artış düşündürücüdür.

<sup>350</sup> Gülümhan GÜLTEN, Vatan Gazetesi, <http://haber.gazetevatan.com/746-lira-oldu/403084/2/Haber>, 28 Nisan 2012

<sup>351</sup> [http://www.koteder.org.tr/TSKB\\_enerji\\_May2011.pdf](http://www.koteder.org.tr/TSKB_enerji_May2011.pdf), (28.04.2012)

### 3.3.4. Yenilenebilir Enerji Politikaları İle İlgili Öneriler

Önümüzdeki yıllarda, enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunun karşılandığı petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artışın devam etmesi beklenmektedir. Fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanım ömürlerinin her geçen gün azalmasına karşın, enerji ihtiyacı, artan nüfus ve teknoloji ile birlikte hızla artmaktadır. Fosil kökenli enerji kullanımı sonucu oluşan iklim değişikliği gibi çevresel olumsuzluklar da yaşam şartlarını zorlaştırmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin, enerji ihtiyacının yaklaşık %70'ini dışarıdan karşılaması gelişmenin önündeki en büyük engel olarak karşımızda durmaktadır. Bu engelin kaldırılması için enerji ihtiyacının karşılanmasında temiz, yerli, güvenli çevre ile dost enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Türkiye'nin gelişmiş bir ülke olması her şeyden önce doğru planlanmış yenilenebilir enerji politikalarının belirlenip uygulanması ile gerçekleşebilecektir. Bu politikalar oluşturulurken şu temel değerler göz önünde tutulmalıdır:

Her şeyden önce hazırlanacak ve uygulanacak politikalarda birlik sağlanmalı, sorunların tek elden çözüldüğü, planlamaların merkezi yapıldığı resmi bir yapı oluşturulmalıdır.

Günümüz politikalarının merkezinde yer alan petrol ve doğal gazın yerini bir an önce yenilenebilir enerji kaynakları almalıdır.

Yenilenebilir enerji uygulamaları ülkelerde değişiklikler göstermektedir. Bir ülkede başarılı olan bir uygulama başka bir ülkede başarı gösteremeyebilir. Bu nedenle Türkiye kendine özgü yenilenebilir enerji politikasını oluşturmalıdır.

Yenilenebilir teknoloji alanındaki yeniliklerin yakından takip edilip geliştirilmesi için Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesi; bu amaçla, kamu ve özel kuruluşlar ile üniversitelerce yürütülmekte olan çalışmaların desteklenmesi gerekmektedir. Özellikle yeni gelişen bir sektör olan güneş ve rüzgâr enerji santrallerinde kullanılacak teknolojik malzemelerin mutlaka yerli sermaye ile üretiminin gerçekleştirilmesi gerekir. Böylece dışa bağımlılık azalacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili faaliyet gösteren kuruluşlar, yatırımcılar, üniversiteler, bilimsel araştırma merkezleri, uzmanlar arasında işbirliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.



Elektrik üretiminde ihtiyaç duyulan yıllık kapasite büyüklüğünün, eldeki kaynakların ve gelecek yıllarda işletmeye girmesi gereken enerji üretim tesislerinin çalışmaya başlayacağı tarihlerin belirlendiği planlar hazırlanarak yatırımların gerçekleştirilmesi gereklidir. Çünkü elektrik üretildiği zaman tüketilmesi gereken bir üründür. Fazla üretim yapılması milli kaynakların boşa kullanılmasına neden olduğu gibi az üretimi de enerji sıkıntılarına neden olacaktır.

Yenilenebilir enerji teknolojileri alanında çalışacak mühendis ve teknik elemanların yetiştirilmesi için, üniversitelerde genel yenilenebilir enerji mühendislik bölümleri, özel olarak güneş, rüzgâr, jeotermal mühendislikleri gibi bölümler açılmalıdır. Yine meslek liselerinde acilen yenilenebilir enerji bölümlerinin açılması gerekmektedir. Bu konuda geç bile kalındığı düşüncesi genel olarak kabul görmektedir.

Elektrik dağıtım şirketlerinin denetim hizmetlerini özel şirketlere devretmesini öngören Yönetmeliğin, EMO'nun başvurusu üzerine Danıştay tarafından iptal edildiği bilinmektedir<sup>352</sup>. Burada, enerji konusunda devletin yapması gereken denetim görevini özel kuruluşlara vermek istemesi beraberinde istenmeyen sorunları beraberinde getirecektir. Bu sorunların bazıları; zamanında yapılması gereken yatırımların yapılmaması, denetim şirketlerinin zamanla dağıtım veya üretim şirketlerinin kontrolüne girmesi sonucu enerji kullanıcılarının zarar görmesi olabilecektir.

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'nin 2023 yılı hedefleri doğrultusunda, önemli, temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan KHES yapımına destek verilmesi, teşvik edilmesi yararlı olacaktır. Fakat bu konuda, suyun hayatın devamı için vazgeçilmez bir kaynak

---

<sup>352</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, a.g.e., 2012: 28.

olduğu, bölge halkının su kullanımında sorun yaşamaması gerektiği, su kullanım haklarının tamamen özel şirketlerin yönetimine verilmemesi gibi dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. KHES projeleri yapılırken tüm canlıların, insanların ve doğal çevrenin korunmasına özel önem verilmesi gerekmektedir. HES'lerin çevreye zararlı yapılar haline gelmelerinin önlenmesi için havza yönetimi esas alınarak tüm HES projelerinden ÇED raporları istenmeli ve bu raporlar ciddiyetle değerlendirilmelidir.

Küçük hidroelektrik santral inşaatı için yerli teknoloji yeterli durumdadır. Bu teknolojilerin desteklenmesi KHES projelerin gerçekleştirilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Yerli elektromekanik teknolojinin, dünyada yaşanan teknolojik gelişmelerle desteklenmesi ve üretilecek yeni ürünlerin dışarıya satılması ülke ekonomisine katkı sağladığı gibi yeni iş alanları oluşumuna da yarayacaktır.

Güneş enerjisinden sıcak su elde edilmesindeki başarının, elektrik elde edilmesi alanında da yakalanması için elektrik üretimi ve su ısıtma işini aynı anda gerçekleştiren sistemlerin yaygınlaştırılmasının sağlanması gerekmektedir. Bu sistemlerin yaygın kullanımı için çift taraflı sayaç sistemlerinin teşvik edilmesi ve uygun kredilerin verilmesi güneş enerjisinin kullanımını artacaktır.

Kırsal alanlarda pişirme ve sıcak su elde etmek için kullanılan güneş ocaklarının yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Güneş enerjisi teknolojileri kullanımı arttıkça bu ürünlerin fiyatları düşecektir. Bu teknolojilerin kullanımının artırılması için Niğde ilinde yapılan "Tarımsal ve Kırsal Kalkınmada Yenilenebilir Yaklaşımlar" projesi gibi projelerin yaygınlaştırılması, halkın bu teknolojileri tanınması ve kullanımının öğretilmesi için bilinçlendirme çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin ulusal şebekeye bağlanma ve sistem dengesi konusundaki sorunlar bir an önce çözümlenmelidir.

Jeotermal enerji kullanımında çok ciddi kontrollerin yapılması zorunludur. Çünkü jeotermal tesislerin birçoğunda reenjeksiyon uygulamasının yapılmaması sonucu, bu sistemler yenilenebilir özelliklerini kaybedebilmektedirler. Yeni kaynak olmalarına rağmen, şimdiden sıcaklık değeri düşen, kaynağı azalan sahalar bulunmaktadır. Ayrıca jeotermal sahalarla ilgili çok sayıda lisans verilmiştir. Hatta aynı sahada lisansı olan üç dört şirket olabilmektedir. Örneğin; Aydın ili Germencik

jeotermal sistemi en az üç ayrı ruhsat sınırları içinde kalmaktadır. Manisa ili Caferbeyli sahası en az üç ruhsata bölünmüş durumdadır<sup>353</sup>. Bu durum kaynağın yenilenebilir kalmasını güçleştirecektir. Bu nedenle jeotermal sahaların bütüncül bir anlayışla yönetilmesine imkân veren düzenlemeler yapılmalıdır.

Rüzgâr enerji santrali yapımı son yıllarda hız kazanmış durumdadır. Santrallerin çoğu, daha çok rüzgâr alan sahil kesimlerine yapılmaktadır. Nüfus yoğunluğunun buralarda fazla olması enerji tüketimini de artırmaktadır. Sahil kesimlerine yapılan santral sayıları artırılmaya devam etmelidir. Bunun yanında rüzgâr potansiyeli yüksek olan iç bölgelerde de rüzgâr santrali yapımının teşvik edilerek artırılması gerekmektedir. Ayrıca bireysel kullanıma yönelik daha küçük ölçekli enerji üretecek rüzgâr gücü ile çalışan türbinler üretilerek kullanıma sunulmalıdır. Özellikle kırsal kesimde köy ve kasabalarda, tıpkı güneş enerjisinden sıcak su üretimi için kullanılan paneller gibi evlerin çatısında veya bahçelerinde küçük rüzgâr türbinleri kurmak için çalışmalar yapılmalıdır.

Toplum yenilenebilir enerji kaynakları konusunda bilinçlendirilmelidir. Bu bilinçlendirme okullarda bazı derslerin müfredatına konularak yapılabileceği gibi seçmeli dersler olarak da yapılabilir. Belediyeler tarafından oluşturulacak projeler ve bu projelerin örnek uygulamaları da bilinçlendirmeye katkı sağlayacaktır. Basın yayın kuruluşlarınca örnek yenilenebilir enerji uygulamaları daha geniş kitlelere duyurulabilmelidir. Bu şekilde tüm toplum yenilenebilir enerji konusunda bilgi sahibi olabilecektir.

### **3.4.ENERJİ VERİMLİLİĞİ**

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de enerjinin güvenilir, zamanında, kesintisiz ve çevreye uyumlu temin edilmesi politikası çerçevesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmanın yanında, ağırlık verilmesi gereken temel bir politika da; enerji verimliliğinin arttırılmasıdır. Enerji verimliliği; aynı miktarda ısıtma aydınlatma gibi hizmetler için daha az enerji tüketmek olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle de aynı işi daha az enerji harcayarak gerçekleştirmek olarak belirtilebilir. Ekonomistlere göre enerji verimliliği ise; bir

---

<sup>353</sup> Türkiye Makine Mühendisleri Odası, a.g.e., 2012: 30.

birim katma değer yaratmak için harcanan enerji anlamına gelmektedir ve "Enerji Yoğunluğu" olarak adlandırılmaktadır<sup>354</sup>.

Günümüzde yüksek maliyet gerektiren enerji ihtiyacının karşılanması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve iklim değişikliğinin etkilerinin önlenmesi için enerji verimliliği önemli bir politika haline gelmiştir. 1973 yılından başlayan enerji verimliliği önlemleriyle OECD' nin gelişmiş 11 ülkesi, 2006 itibarıyla enerji tüketimini olması gerekenden %63 daha az olarak gerçekleştirmiştir<sup>355</sup>.

Türkiye'nin birincil enerji yoğunluğu AB'nin ortalama değerleriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir; 2007 yılında Türkiye'nin enerji yoğunluğu Euro bazında 250 KEP/1000 € iken, AB (27)'nin ortalama değeri 169'dur<sup>356</sup>.

Enerji verimliliği alanında Türkiye'de yapılmış en önemli çalışma 2007 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu'dur. Kanun yayınlanmasından itibaren çeşitli sektörlerle yönelik çok sayıda yönetmeliğe mevzuat çerçevesi oluşturulmuş ve verimli enerji kullanımı alanında eğitim faaliyetlerinin yaygınlaşması sağlanmıştır.

Türkiye'de enerji tüketiminde ulaşım, sanayi ve konut sektöründe büyük bir tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. YEGM tarafından açıklanan verilere göre; endüstride %15, bina sektöründe %35 ve ulaşım sektöründe %15 asgari enerji tasarrufu potansiyelinin var olduğu belirtilmiştir<sup>357</sup>. Enerji verimliliği önlemlerinin daha etkin uygulanmasıyla çok daha fazla enerji kazancı sağlanabilecektir. Ayrıca enerji tüketiminde sağlanacak tasarruf ile iklim değişikliğine neden olan sera gazı salınım oranları da azalacaktır.

Türkiye'de 2010 yılı verilerine göre sektörlerin enerji kullanımına baktığımızda; %37 sanayi, %35 konutlar, %18 ulaşım, %6 tarım, %4 enerji dışı kullanım olarak gerçekleştiği görülmektedir<sup>358</sup>.

Sanayi sektöründe, etkin bir enerji yönetimi ile %6 ile %50 arasında enerji maliyetinin düşürülmesinin yanında ürün kalitesinde artış sağlanmakta ve çevresel zararlar da azalmaktadır<sup>359</sup>.

---

<sup>354</sup> Makina Mühendisleri Odası, **Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği**, 3. Baskı, Ankara, MRK Baskı ve Tanıtım Hizmetleri Tic. Ltd. Şti, 2012: 17.

<sup>355</sup> Makina Mühendisleri Odası , 2012: 22-23.

<sup>356</sup> Makina Mühendisleri Odası, 2012: 24.

<sup>357</sup> <http://www.eie.gov.tr/EV.html>, (25.03.2012)

<sup>358</sup> <http://www.enerji.gov.tr/index.php>, (25.03.2012)

Enerji tüketiminde %35'lik payla ikinci sırada yer alan konutlarda, enerji verimliliği önlemleri ile önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabilecektir. Bu alanda yapılacak çalışmaların bazılarını belirtecek olursak; yeni inşaat teknolojileri kullanılarak yapılan konutlarda 2000 yılından önce yapılanlara göre %50 oranında ısıtma ve soğutmada tasarruf sağlanabilmektedir; geliştirilen yalıtım yöntemleri ile önemli oranda enerji tasarrufu yapılmaktadır. Konutlarda kullanılan elektrikli ev aletlerinde A enerji sınıfı aletlerin kullanılması verimli enerji kullanımı açısından son derece önemlidir. Örneğin, A +++ buzdolabının yıllık elektrik tüketimi 180 KWh iken, B sınıfı buzdolabının tüketimi 616 KWh'dir. Diğer bir örnek olarak, aydınlatmada verimli lambalar kullanarak %80'e varan tasarruf sağlanması verilebilir<sup>360</sup>.

Yeni bir enerji kaynağı olmasa da, yeni bir enerji kaynağı kadar önemli olan verimli enerji kullanım yöntemleri temiz bir çevre ve sürdürülebilir enerji politikaları için önemli bir gelişmedir. Yaşadığımız çevreye zarar vermeden enerji üretmek pahalı bir yöntem olmakla birlikte yeni teknolojiler de gerektirmektedir. Artan enerji ihtiyaçlarının karşılanması, yaşanabilir bir çevre ve enerji üretiminin düşürülmesi için güçlkle elde edilen enerjinin verimli kullanılması gerekli hale gelmiştir.

---

<sup>359</sup> Makina Mühendisleri Odası, a.g.e.,2012: 34-48.

<sup>360</sup> Makina Mühendisleri Odası, a.g.e.,2012: 34-48.

## SONUÇ

Günümüzde karşımıza çıkan iki önemli sorun bulunmaktadır. Bunlardan birincisi artan enerji ihtiyacının nasıl karşılanacağı, diğeri de küresel ısınma ve iklim değişikliği ile nasıl mücadele edileceğidir. Tüm dünyanın karşı karşıya bulunduğu bu iki sorun temelde birbiri ile ilişkilidir. Küresel ısınmanın en önemli nedeni, enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılan kaynaklar ve yöntemlerdir. Küresel ısınmanın sonucu olan iklim değişikliğinin olası etkileri ile karşılaşmamak veya bu etkileri en aza indirmek için yapılması gereken en önemli şey, küresel ısınmaya sebep olan fosil kökenli enerji kaynaklarını kullanmaktan vazgeçmek, enerji ihtiyacını ise çevre ile uyumlu, güvenilir enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktır.

Fosil kökenli enerji kaynaklarının çevre üzerinde oluşturduğu olumsuzluklara karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının böyle bir etkisi yoktur. Ayrıca fosil yakıtların neden olduğu olumsuz çevresel etkileri dengeleyici özellikleri de bulunmaktadır. Çevre dostu yenilenebilir enerji kaynakları gerek ilk yatırım maliyetleri, gerekse üretim ve tesis işletme maliyetleri açısından fosil kaynaklarla rekabet edebilir bir seviyeye gelmeye başlamıştır. Burada şunu da gözden kaçırmamak gerekir; fosil yakıtların maliyetleri düşük görünse de sebep oldukları çevresel kirlilikler, sağlık sorunları, asit yağmurları gibi olumsuz etkilerin maliyetleri hesaplanamayacak boyutlara ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hemen her ülkede belirli bir potansiyele sahip olması ve bu teknolojilerin hızla gelişmesi, yakın gelecekte bu kaynaklarının daha ağırlıklı olarak kullanılacağını göstermektedir.

Fosil kaynakların rezervleri her geçen gün azalmakta, bu kaynaklara ödenen maliyetler ise giderek artmaktadır. Fosil yakıtlarda piyasa fiyatı geçerli olduğundan, bir yandan talep artmakta diğeri yandan arzda yaşanan sorunlar, bu yakıtların fiyatlarını yukarı çekmektedir. Örneğin;1961 yılında 2,1 USD olan ham petrol varil

fiyatları, 2004 yılında 34,6 USD olmuştur<sup>361</sup>. Petrol fiyatlarındaki artış ilerleyen yıllarda da devam etmiş, 2011'de 103,18 USD düzeyine çıkmıştır<sup>362</sup>. Türkiye'de enerji ihtiyacının büyük çoğunluğu fosil kaynaklardan ithal edilerek karşılanmaktadır. Dış ticaret açığının yaklaşık %40 gibi büyük bir oranı enerji ithalatından kaynaklanmaktadır. Bu oran, gerekli çalışmalar yapılmaz ise artan enerji ihtiyacı ve yükselen enerji fiyatları nedeniyle daha da artacaktır. Bu durum enerji ihtiyacının karşılanmasında yerli enerji kaynaklarından yararlanmayı zaruret haline getirmektedir. Sahip olunan yenilenebilir kaynakların tamamının kullanımı için uygun enerji politikalarının gerçekleştirilmesi şarttır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi'ne taraf olan ve Kyoto Protokolü'nü imzalayan Türkiye'nin sera gazı salınımına neden olan fosil kaynakların kullanımını azaltması, enerji üretiminde bu kaynakların yerine çevre ile uyumlu enerji kaynaklarını kullanması karbon emisyonlarının düşürülmesi için zorunlu haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi sırasında, atmosferin kirlenmesine ve sera etkisine neden olan etkiler en az seviyededir. Dolayısıyla asit yağmurlarının yaşanmaması ve iklim değişikliği ile mücadele için temiz enerji kaynakları kullanımının artırılması gerekmektedir. Kyoto Protokolü'nün önerdiği politikalar ve önlemlere baktığımızda Türkiye'de de, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi, metan salımlarının geri kazanılması, salımların azaltılması, sera gazlarını tutan ve yok edebilen alanların korunması ve yaygınlaştırılmasının gerektiği görülür.

Stratejik planlar, kalkınma planları ve hükümet programlarında belirlenen 2023 yılı yenilenebilir enerji hedefleri oldukça sevindiricidir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için gerekli düzenlemelerin ve çalışmaların aksatılmadan yapılması gereklidir. 2023 yılı hedeflerin gerçekleşmesinin sadece özel sektör kuruluşlarının eline bırakılması istenen oranların yakalanmasında sorun oluşturabilecektir. Bu konuda devlet olarak da yatırımların yapılması amaçlanan hedeflere ulaşmayı kolaylaştıracaktır.

---

<sup>361</sup> [http://www.ekodialog.com/istatistik/ham\\_pet.html](http://www.ekodialog.com/istatistik/ham_pet.html), (20.06.2012).

<sup>362</sup> <http://ekonomi.milliyet.com.tr/petrolun-varil-fiyati-103-dolari-asti/ekonomi/ekonomidetay/04.03.2011/1360058/default.htm>, (20.06.2012).

Gelecekte enerji sıkıntısı ile karşılaşmamak için enerji yatırımlarının önceden planlanıp yapılması gerekmektedir. Türkiye’de bu yatırımlar büyük oranda özel kuruluşlara bırakılmıştır. Bu durum gelecekte enerji krizlerine sebep olabilecektir. Bunun önlenmesi için özelleştirilen enerji kuruluşlarının denetimleri mutlaka devlet tarafından yapılmalıdır. Ayrıca, enerji krizi ile karşılaşmamak için devlet tarafından gerekli yatırımların zamanında yapılması son derece önemlidir. Devlet tarafından zamanında yapılmayan enerji yatırımları tekel kuruluşlar oluşturduğu gibi enerji fiyatlarının yükselmesine ve ekonomik krizlere de neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi, her şeyden önce devlet politikalarına bağlıdır. 2005 yılına kadar hazırlanan kalkınma planları ve hükümet programlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması gerektiği belirtilmiş, fakat ciddi adımlar atılmamıştır. 2005 yılında çıkarılan YEK kanununda özellikle 2010 yılında bu kanunda yapılan düzenlemeler ile yenilenebilir kaynaklara büyük bir yöneliş başlamıştır. Özellikle rüzgâr santralleri ve KHES yapımı hız kazanmış, birkaç yıl içerisinde toplam enerji tüketiminde bu kaynakların payında gözle görülür bir artış sağlanmıştır. Rüzgâr ve KHES alanında yakalanan başarının diğer yenilenebilir enerji kaynakları alanında da sağlanması gereklidir.

Güneş enerjisi konusunda önemli bir potansiyele sahip olan Türkiye’de bu kaynaktan su ısıtma konusunda elde edilen başarının elektrik enerji üretiminde de gerçekleştirilmesi için çalışmaların artırılması zorunludur. Güneş enerjisinden daha etkin yararlanmak için, konutlar inşa edilirken daha çok güneş alacak şekilde yapılması teşvik edilmelidir. Güneş enerjisi ile konutların sıcak su ihtiyacının karşılanması, yeni ısı teknolojileri de kullanılarak yaygınlaştırılmalıdır. Ayrıca, hem sıcak su hem de elektrik enerjisi üreten sistemlerin kullanımı artırılarak güneş enerjisinden daha fazla yararlanma sağlanmalıdır. Bu sayede fosil yakıt kullanım oranı düşeceği için çevreye verilen zararlar da azalacaktır.

Son yıllarda kullanımı hızla artan rüzgâr santrallerinin yapımında kullanılan malzemelerin Türkiye’de üretilmemesi, ülke kaynaklarının dışarıya gitmesine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde dünyada yaşanan gelişmeler yakından takip edilmeli, ayrıca bu alanda çalışma yapan yerli kuruluşlar desteklenmelidir. Enerji üretiminde kullanılan yerli teknoloji ve cihaz üretimi teşvik



edilmelidir. Bu teknoloji ve cihazların üretimine yönelik çalışmalarda üniversitelerle işbirliği yapılması sağlanmalı ve Ar-Ge çalışmaları desteklenmelidir.

Günümüz teknolojileri ile enerji üretimi pahalı olan hidrojen ve deniz kökenli enerji kaynaklarından yararlanmak için Ar-Ge çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Özellikle geleceğin enerji kaynağı olarak gösterilen hidrojen enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesi Türkiye'ye önemli bir avantaj kazandıracaktır. Hidrojen depolanarak kullanılabilirdiği için fosil yakıtların yerini alabilecek alternatif bir enerjidir. Ayrıca diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji de hidrojen enerjisine dönüştürülerek depo edilebilmektedir. Hidrojen enerjisi üretiminde kullanılan bor elementinin dünya toplam rezervinin %72'sinin Türkiye'de bulunması da önemli bir unsurdur. Karadeniz'de bol miktarda bulunan hidrojenin yakıt amaçlı kullanımı da hem enerji üretiminde hem de Karadeniz'in temizlenmesi açısından iyi bir gelişme olacaktır. Üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye'de deniz kökenli enerji kaynakları kullanımı konusunda Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi önümüzdeki yıllarda enerji üretimi konusunda birçok avantaj sağlayacaktır.

Enerji ihtiyacının kesintisiz sunulabilmesi için enerji üretilen kaynakların çeşitlendirilmesi gereklidir. 2030 yılı elektrik üretim hedeflerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin payı %50'nin üzerinde beklenmektedir. Bu kaynaklarda ağırlığın rüzgâr ve HES olması planlanmakta, güneş enerjisinin payının ise %4 olması tahmin edilmektedir. Verilerden anlaşıldığı gibi 2030 yılı elektrik üretim hedeflerinde hidrojen, biyokütle ve deniz kökenli enerji kaynaklarından hiç bahsedilmemektedir. Kesintili enerji kaynakları olan güneş, rüzgâr ve hidroelektrik kaynaklı yenilenebilir enerjiler için önemli hedefler belirtilmiş iken, kesintisiz enerji kaynakları olan hidrojen, biyokütle ve deniz kökenli enerji kaynakları ile ilgili hedefler bulunmamaktadır.

Türkiye'de enerji politikaları oluşturulurken, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması kadar göz önüne alınması gereken önemli bir konu da, verimli enerji kullanım uygulamalarının artırılması çalışmalarıdır. Türkiye'de kullanılmakta olan enerjinin yaklaşık dörtte biri kadarı, enerji verimliliği yöntemleri ile tasarruf edebilecek potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin etkin kullanılması için toplumun enerji verimliliği konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Enerji verimliliği ile ilgili çıkarılan yönetmeliklerin kararlılıkla uygulanması belirlenen hedeflere

ulaşımada etkili olacaktır. Fakat yönetmeliklerin kısa zamanda değişmesi ve enerji verimliliği kanununun yakında değişeceği söylentileri enerji verimliliği uygulamalarının aksamasına ve toplum tarafından kuşkuyla karşılanmasına neden olmaktadır.

Türkiye’de enerji politikaları ve çevre politikalarının uyum içerisinde olması için enerji kullanımında yerli, temiz, çevreyle dost enerji kaynakları tercih edilmelidir. Bu kaynaklar, yapılan teşvik uygulamaları ve alım garantileri ile fosil yakıtlarla rekabet edebilecek seviyelere gelmişlerdir. Ayrıca, bu kaynaklar çok önemli miktarda iş imkânları oluşturmaktadır. Bu kaynaklardan enerji üretimini sağlayan teknolojilerin yerli imkânlarla sağlanması daha çok iş sahası açılmasını sağladığı gibi dış ticaret açığının da kapanmasında yardımcı olacaktır. Bu nedenle yenilenebilir enerji için; vergi indirimleri, finansal teşvikler, arazi kullanım imkânları, alım garanti süresinin uzatılması, bürokratik işlemlerin hızlandırılması, bilgi paylaşımları gibi imkânların çeşitlendirilerek yapılması gerekmektedir. Uygulanan teşvik sisteminin güncel gelişmeler yakından takip edilerek yapılması hem ülke ekonomisi hem de yatırımcılar açısından son derece önemlidir.

Serbest piyasa koşulları uygulanmaya çalışılan Türkiye’de yenilenebilir enerji sektörünün gelişebilmesi için, bu konudaki devlet politikaları kadar tüketicilerin devlet politikalarından haberdar olması, desteklemesi ve neden yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanılması gerektiğini bilmesi de önemlidir. Çünkü ilerleyen yıllarda enerji kullanıcıları enerji ihtiyacını nerden veya kimden alacağına kendisi karar verecektir. Kullandığı enerji kaynağının özellikleri ve kullanımının getirdiği dolaylı faydaları bilmeyen bir toplum enerji seçimi yapacağı zaman farklı konuları göz önünde tutabilir. Toplum tarafından desteklenen yenilenebilir enerji kullanımı, hızla yayılacağı gibi sektörün de gelişmesini sağlayacaktır. Çevre ile dost, yerli, temiz enerji kaynaklarının halk tarafından desteklenmesi için toplumun bilinçlendirilmesi şarttır. Bu bilinçlendirme ilköğretimden başlamak üzere tüm eğitim kurumlarında çeşitli programlar ve çalışmalarla yapılmalıdır. Yerel yönetimler örnek uygulamalar ile yenilenebilir enerji kaynaklarının tanıtımını yapmalıdır. Ayrıca topluma ulaşmanın en hızlı ve kolay yolu olan basın yayın kuruluşları yoluyla da bu bilinçlendirmeye katkı sağlanmalıdır.

Mevcut şartlarda elektrik enerjisi ihtiyacı büyük çoğunlukla termik santrallerde, ithal edilen fosil kökenli kaynaklardan karşılanmaktadır. Bunun yanı sıra büyük hidroelektrik santraller elektrik temininde kullanılmaktadır. Yaşam şartlarını kolaylaştıran elektrik enerjisi, üretimi sırasında kullanılan yöntemlerle toplum sağlığını olumsuz etkileyen sonuçlar doğurmaktadır. Fosil yakıtların maliyetleri hesaplanırken çevreye ve topluma verdiği zararların neden olduğu maliyetlerin de dikkate alınması durumunda, ucuz olduğu savunulan bu yakıtların pahalı olduğu görülecektir. Bu bağlamda Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması için toplumsal maliyetlerin dikkate alınması gerekmektedir. Toplumsal maliyetleri de rekabet unsuru olarak ele alan enerji piyasası, daha adil olacaktır. Daha temiz enerjiye, daha fazla rekabet şansı tanıyacak bir piyasada, toplumun da desteğiyle yenilenebilir kaynaklar enerji üretiminde öncelikle tercih edilecektir.

## KAYNAKÇA

AKIN, Galip (2006), “Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları”, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, c.46: 29-43.

AKIN, Mustafa, “Deniz kökenli yenilenebilir enerji nedir?”  
[http://www.stratejikanaliz.com/kategoriler/enerji/deniz\\_kokenli\\_yenilenebilir\\_enerji.htm](http://www.stratejikanaliz.com/kategoriler/enerji/deniz_kokenli_yenilenebilir_enerji.htm), 18 Mart 2012.

AKMAN, Ayşenur Topçuoğlu (2004), “Rüzgar Enerjisi” *Bilim ve Teknik Dergisi*, c.436: 77.

AKOVA, İsmet (2008), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

AKPINAR, A., KÖMÜRCÜ, M., KANKAL, M. (2009), Türkiye’de Hidroelektrik Enerjinin Durumu ve Geleceği, *WECTNC Türkiye 11. Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı, 2*, İzmir.

AKPINAR, Erdal (2005), “Nehir Tipi Santrallerin Türkiye’nin Hidroelektrik Üretimindeki Yeri”, *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, c.:7, Sayı:2, : 7-8.

AKSAY, C. S., O Ketenoğlu, L.Kurt (2005), “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği” *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi*, c.25: 29 -41.

AKSUNGUR, Muharrem- AK, Orhan- ÖZDEMİR, Atilla “Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği”, (Çevrimiçi) [www.fisheriessciences.com/tur/Journal/vol5/.../jfscom2011010.pdf](http://www.fisheriessciences.com/tur/Journal/vol5/.../jfscom2011010.pdf), 08 Mart 2012.

ALBOSTAN, A., Y.Çekiç, L. Eren (2009), “Rüzgar Enerjisinin Türkiye’nin Enerji Arz Güvenliğine Etkisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c.24,: 45.

ALTUNSOY İsmail, “Yenilenebilir Enerji Yatırımına Büyük İlgi” Güneş Gazetesi, 22.04.2012, (Çevrimiçi)<http://www.guneshaber.net/haber/1720-guncel-haberler-yenilenebilir-enerji-yatirimina-buyuk-ilgi-var.html>, 24 Nisan 2012.

ASLAN, Özgür (2007), “Hidrojen Ekonomisine Doğru”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c.11: 283-298.

ATAMAN, A.Rüya (2007), “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı, Ankara.

ATAMER, Sema Alpan, (2001), "Küreselleşmenin Bir Aracı: Kyoto Protokolü", Türkiye III.Enerji Sempozyumu, 5-6-7 Aralık, 'Küreselleşmenin' Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları, 374., Ankara: TMMOB, EMO.

ATICI, Hilal, Yenilenebilir Enerji Politikaları, (Çevrimiçi) [www.izmir-dikili.bel.tr/yukle/indir.asp?id=24](http://www.izmir-dikili.bel.tr/yukle/indir.asp?id=24), 28 Mart 2012.

AYDIN, Levent (2007), “Enerji Politikalarının Türkiye Ekonomisi Üzerine Etkileri: Türkiye İçin Genel Denge Analizi”, *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Ankara.

BAKLACI, P., E. Akıntürk Esen(2006), “Enerji Şartı Antlaşması”, *Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi*, c.7: 98.

- ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ,  
(2011), “Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik”, Haz.,Özcan DALKIR ve Elif  
ŞEŞEN, Ankara, MRK Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti.
- ÇİÇEK, Deniz (2012), “Rüzgarın gücü asker yolu bekliyor”, 25 Ocak 2012,*Akşam  
Gazetesi*, Ankara.
- ÇOKGEZEN, Jale (2007), “AB Çevre politikası ve Türkiye”, *Marmara Üniversitesi,  
İ.İ.B.F. Dergisi*, c.23: 99.
- ÇUKURÇAYIR, M. A.,H.Sağır (2008), “Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji  
Kaynakları”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c.20: 257.
- DAĞISTAN, Hayrullah (2006), “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”,  
Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, *Türkiye 10. Enerji Kongresi*, 74,  
Ankara :EMO.
- DEMİR Esra, “Enerji Şartı Anlaşması”, (Çevrimiçi) <http://www.mfa.gov.tr/enerji-sarti-anlasmasi.tr.mfa>, 26 Mart 2012.
- DEMİR, M. Faruk(2010), *Enerji Oyunu*, İstanbul: Ayrım Yayınları.
- DEMİRCİOĞLU, Cemalettin(2003), “Türkiye İçin Sürdürülebilir Enerji Çevre  
politikaları ” *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal  
Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Yönetim Bilimleri  
Anabilim Dalı, Ankara.
- DOLUN, Leyla (2002), *Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimi ve Kullanılan  
Kaynaklar*, Ankara: Türkiye Kalkınma Bankası A.S. Yayınları.
- EMO, ”Türkiye'nin Enerji Görünümü”, [www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0_ek.pdf), 05 Nisan 2012.

ENERJİ VE TABİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2011), *Mavi Kitap*, Ankara: ETBK

ENİŞ, Ahmet (2003), “Enerji Politikaları; Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, *Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 300, Ankara: TMMOB.

ERTAŞ, Cemal (2011), *Fizik 9 Ders Kitabı*, Ankara: Paşa Yayıncılık.

ERTÜRK, Hasan (1996), *Çevre Bilimlerine Giriş*, Bursa: Ceylan Matbaacılık.

ERTÜRK, Hasan (2011), *Çevre Politikası*, Bursa: Ekin Yayınları.

ERTÜRK, Oguz (2006), vd., “Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Temiz Enerjilerin AB Müktesebatı ve Uyum Sürecindeki Yeri”, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, *Türkiye 10. Enerji Kongresi, Bildiri Kitabı*, 338, İstanbul.

GÜLAY, Ahmet Nuri (2008), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması”, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

GÖKDEMİR, Murat (2012), M.İ. Kömürcü, T. U. Evcimen, “Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış”, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Yayını, Ankara, c.471: 22.

GÖRAL, Emirhan (2011), “Avrupa Enerji Güvenliği ve Türkiye”, *Avrupa Araştırmaları Dergisi*, c.19: 121.

GÜLER Ç. ve ÇOBANOĞLU Z. (1997), *Enerji ve Çevre*, Ankara: Aydoğdu Ofset.

GÜLER, Önder(2006), “Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu ve Geleceği”, Türkiye 10. Enerji Kongresi, c.1: 146, İstanbul.

GÜLTEN, Gülümhan (2012), Vatan Gazetesi, <http://haber.gazetevatan.com/746-lira-oldu/403084/2/Haber>, 28 Nisan 2012.

GÜRBÜZ, Ahmet (2009), “Enerji Piyasası İçerisinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri Ve Önemi” *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, 3, Karabük.

GÜRBÜZ, Atilla (2003), “Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Ülkemizdeki Durum”, AB’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Yansımaları Çalıştayı-3, 89, Ankara, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı.

GÜVENDİREN, M., T. Öztürk (2003), “Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Hidrojen Depolama”, *Mühendis ve Makina Dergisi*, c.523.

KADIOĞLU, Miktat (2005), Kyoto Protokolü ve Türkiye, *Bilim ve Teknik Dergisi*, c.451: 40.

KANTÖRÜN, Ufuk (2010), Bölgesel Enerji Politikaları ve Türkiye, *Bilgi Strateji Dergisi*, c.2: 111.

KARAOSMANOĞLU, Filiz (2006), “Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler”, *Türkiye 10. Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 12, İstanbul: EMO Yayınları.

KAYA, Tekiner (2011), “Türkiye’de Su Gücü ve Küçük Hidroelektrik santraller”, *Nevşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, c.1: 208.

KELEŞ R., HAMAMCI C., ÇOBAN A. (2009), *Çevre Politikası*, Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.



KOCA, T. ve A. Çıtlak (2008), “Dalga Enerjisi”, *Yeni Enerji Dergisi*, c.4.

KOCAMAN, Fatma Özlem (2009), “Türkiye’de Sivil Toplum Kuruluşlarının Küresel Isınmaya Bakışı ve Faaliyetleri” *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

KORKMAZ Emin, “Türkiye’nin Enerji Politikaları”, (Çevrimiçi) <http://www.toprakisveren.org.tr/2009-83-eminkoramaz.pdf>, 26 Mart 2012.

KUMBUR , Halil, vd. (2005), “Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması”, *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, 32-38, Mersin.

KURT, G., N. N. Koçer (2010), “Malatya İlinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c.26: 241.

MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI (2012), *Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği, 3. Baskı*, Ankara: MRK Baskı ve Tanıtım Hizmetleri Tic. Ltd. Şti.

MERTOGLU, O., M. Mertoglu , N. Bakır, (2009), “Türkiye’de Jeotermal Uygulamalarda Son Durum ve 2013 Yılı Hedefleri”, *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı*, 155-156, Ankara: Ekim Ajans Matbaacılık.

OĞUZ, Selami, (2008), “Yenilenebilir Enerji Küçük Hidroelektrik Santraller”, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, Bildiriler Kitabı*, 484, İstanbul,: UTES

- OKBAZ, Abdulkerim (2011), “Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinde Yeni Bir Yöntem: VIVACE”, *Bilim ve Teknik Dergisi*, c.529: 64-69.
- ONBAŞIOĞLU, Seyhan (2005), “Neden Yenilenebilir Enerji ?”, *Termodinamik Dergisi*, c.128: 59.
- ÖZDEMİR, M. T., A. Orhan, M. Cebeci, (2011), “Çok Küçük Hidrolik Potansiyellerin Enerji Üretim Amacı İle Yerel İmkânlarla Değerlendirilmesi”, *Ulusal Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Bildiri Kitabı-1*, 371-375, Elazığ: Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayını.
- ÖZDEMİR, H. Caner, (2007), “Liberal Enerji Piyasalarında Kamunun Rolü”, *Türkiye VI. Enerji Sempozyumu, Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği*, 223, , Ankara: TMMOB.
- ÖZER, Zuhâl (1996), “Yeryüzündeki Gün Işığı Deposu: Biyokütle”, *Bilim ve Teknik Dergisi*, c.342: 59.
- ÖZTÜRK, Nihat, M. Bilgiç, C. Arslan, (2005), “Hidrojen Enerjisi ve Türkiye'deki Hidrojen Potansiyeli”, *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildirileri*, Mersin.
- SAĞLAM, M., T. S. Uyar (2010), “Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, *Deniz Harp Okulu Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, c.6.
- SARAÇOĞLU, Nedim, (1996), ” Enerji Ormancılığı Projelerinin Türkiyenin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları”, TMMOB, *Türkiye 1. Enerji Sempozyumu*, 50, Ankara: EMO Yayınları.

- SATMAN, Abdurraman, (2007), “Türkiye'nin Enerji Vizyonu, Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri”, TESKON, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 2-14, İzmir.
- SERPEN, Ümran, N. Aksoy, T. Öngür, (2009), “ Türkiye'de Jeotermal Enerji Endüstrisinin 2009 Güncel Durumu”, *TMMOB Jeotermal Kongresi* , 60, Ankara: Ekim Ajans Matbaacılık.
- SERPEN, Ümran, T. Öngür, N. AKSOY, (2009), “Hukuk ve Kargaşa: Jeotermal Örneği, Türkiye'de Jeotermal Enerji Endüstrisinin 2009 Güncel Durumu”, *TMMOB ,Jeotermal Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 11, Ankara.
- SEVER, Yaver, A. Köse, (2009), “Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu; Ruhsatlandırma, Projelendirme, Raporlama”, *TMMOB, Jeotermal Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 1, Ankara.
- SOHTAOĞLU, Nazif Hülâgü, D. Papur, (2009), “Biyokütle ve Atıkların Küresel Enerji Dengesindeki Rolünün İncelenmesi”, *5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 209, Ankara: Emo Yayın.
- SOLMAZ, E., S.K. Solmaz, (2001), “Jeotermal Enerji Kavramı Bursa 'daki Potansiyeli ve Çevre Etkileri”, *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 285-290, İzmir.
- ŞAHİN, Mustafa, (2009), “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Ve Türkiye” , Çevre ve Orman Bakanlığı, *Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Rio Sözleşmesi Kapsamında Türkiye'nin Kapasitesinin Değerlendirilmesi Projesi*, Ankara.
- ŞEN, Zeki (2002), *Temiz Enerji ve Kaynakları*, İstanbul: Su Vakfı Yayınları.

- TABAKOGLU, F. Ö., G. Kurtuluş, İ. E. Türe, (2006), “Hidrojen Enerjisi ve Türkiye İçin Sodyum Bor hidrürün Önemi”, *Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul.*
- TEKER, Salih, vd. (2010), *9. Sınıf Biyoloji*, İzmir: Coşku Yayınları.
- TIRIS, Mustafa (2005), “Enerji Üretim ve Kullanım Sektörleri Açısından Yapılması Gerekenler” *Bilim ve Teknik Dergisi*, c.451: 45.
- TOFFLER, Alvin (1996), *Üçüncü Dalga*, Çev. Ali Seden, İstanbul: Altın Kitaplar Basımevi.
- TOPAL, Murat, E. I. Arslan, (2008), “Biyokütle Enerjisi ve Türkiye”, *7.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 242, İstanbul.
- TÜRKEŞ, Murat (2008), “Küresel İklimin Geleceği ve Kyoto Protokolü”, *Mülkiye Dergisi*, c.32: 101-112.
- TÜRKEŞ, Murat (2001), “Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye” *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi*, c.61: 14-29.
- TÜRKEŞ, Murat, U. Sümer, G. M. Çetiner (2000), “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları”, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi*, c.52: 84-100.
- TÜRKİYE ÇEVRE VAKFI (2006), *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.
- TÜRKİYE ESNAF VE SANATKÂRLARI KONFEDERASYONU, “Enerji Politikası”, Hazırlayanlar: G.Serkan YILDIZ, Çağın DEMİRAY, (Çevrimiçi) [http://www.smefit.eu/IMG/pdf/Enerji\\_politikalari\\_metni.pdf](http://www.smefit.eu/IMG/pdf/Enerji_politikalari_metni.pdf), 4 Nisan 2012.

TÜRKYILMAZ Oğuz, “Türkiye’nin Enerji Görünümü”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, (Çevrimiçi) [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/26dcf5cb8489d70\\_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/26dcf5cb8489d70_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=), 03 Mart 2012.

TÜRKYILMAZ, Oğuz, “Türkiye'nin Enerji Görünümü (güncellenmiş)”, (Çevrimiçi) [http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0_ek.pdf), 28 Mart 2012.

UĞURLU, Örgen (2006 ), “Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları” *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.

UZLU, Ergun, vd., (2008), “Doğu Karadeniz Havzası'ndaki Küçük Hidroelektrik Santrallerin Durumu”, UTES, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 459-464, İstanbul.

VARINCA K. B., M. T. Gönüllü, (2006), “ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri”, UTES, *VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 3-12, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları.

VARINCA K. B., M. T. Gönüllü, (2006), “Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma”, *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, 270, Eskişehir.

VEZİROĞLU, T. N., Ö. F. Noyan, (2003), “21. Yüzyılın Enerjisi: Hidrojen Enerji Sistemi”, TMMOB, *Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 46, Ankara.

YAMANOĞLU, Göknül Çılgın (2006), “Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolü”

*Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.

YILDIZ, Taner (2011), *Türkiye Enerji Politikalarımız*, Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.

YILMAZ, Vedat, (2009), “Sürdürülebilir Bir Sistemde Biyogazın Yeri”, *5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 213, Ankara: Emo Yayınları.

YORKAN, Arzu (2009), “Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri”, *Bilge Strateji Dergisi*, c.1: 29-50.

#### RAPOR VE PROJE KAYNAKLAR

Ahiler Kalkınma Ajansı,(2011), “Tarımsal ve Kırsal Kalkınmada Yenilenebilir Enerji” Projesi, Niğde.

Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu ,(2008), “Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri” 13/05/2008 tarih ve B.18.ÇYG.0.02.00.04-020/8366 sayılı rapor, Ankara.

Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT), (2009), Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi.

Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, (2011), Tr42 Doğu Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, İstanbul: Marka Yayınları.

DPT, (2001), Sekizinci Bes Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara: DPT Yayını.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, (2010), Enerji Raporu.

Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, (Çevrimiçi) [http://www.deloitte.com/view/tr\\_TR/tr/sektorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm](http://www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/sektorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm), 28 Mart 2012.

Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi, “Yenilenebilirler için yeni hayat Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Beklentiler”, [http://www.deloitte.com/view/tr\\_TR/tr/sektorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm](http://www.deloitte.com/view/tr_TR/tr/sektorler/enerjivedogalkaynaklar/c602d747a6593210VgnVCM100000ba42f00aRCRD.htm), 28 Mart 2012.

Hidrolik ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu, (2007), Güneş Enerjisi Alt Çalışma Grubu Raporu, (Çevrimiçi) [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar /Enerji\\_Grubu \\_Raporu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Enerji_Grubu_Raporu.pdf)Ankara. (12.03.22012)

Türkiye Enerji Raporu, (2007), Ankara: DEK-TMK Yayın No: 0004/2007.

Türkiye Makine Mühendisleri Odası, (2012), “Türkiye’nin Enerji Görünümü Raporu”, Hazırlayan: Oğuz Türkyılmaz, Ankara.

WWF 2001 “Raporu, Yenilenebilir Enerji ve Türkiye’nin Geleceği”, [http://www.wwf.org.tr/pdf/WWFTR\\_YenilenebilirEnerjiGelecegiveTurkiye.pdf](http://www.wwf.org.tr/pdf/WWFTR_YenilenebilirEnerjiGelecegiveTurkiye.pdf), 04 Nisan 2012.

Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu için Sonuç Bildirgesi, (2011), <http://bybilgili.com/yeni-ve-yenilenebilir-enerji-kaynaklarisempozyumu-sonuc-bildirisi-t406.0.html>, 12.Nisan 2012

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, 03.07.2007 tarih ve 5676 sayılı, [www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/27549.html](http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/27549.html), (04.03.2012).

Akşam gazetesi, 8 Ocak 2011, “Yenilenebilir enerji kanunu yayınlandı”,  
<http://www.aksam.com.tr/yenilenebilir-enerjikanunu-yayinlandi-10037h.html>, 28 Mart 2012.

Akşam Gazetesi,” Karadeniz’de büyük buluş”, 29 Ağustos 2011, <http://www.aksam.com.tr/karadenizde-buyuk-bulus--64346h.html>, 15 Mart 2012

Bugün Gazetesi, “Türkiye’de bir ilk daha”, 18 Ocak 2011, <http://www.ekonomi.bugun.com.tr/karadeniz-in-dibinde-buyuk-hazine-167688-haberi.aspx>, 12 Mart 2012

Hürriyet Gazetesi “Karadeniz’de Büyük Buluş” 29 Ağustos 2011, <http://hurarsiv.hurriyet.com.tr/goster/printnews.aspx?DocID=18603887>,  
15 Mart 2012.

#### İNTERNET KAYNAKLARI

[http://dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_10/onderguler.pdf](http://dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/onderguler.pdf),(03.03.2012)

<http://ekonomi.milliyet.com.tr/petrolun-varil-fiyati-103-dolari-asti/ekonomi/ekonomidetay/04.03.2011/1360058/default.htm>, (20.06.2012).

<http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch%20hidroelektrik&rpt=image&tld=com.tr>  
(08.03.2012)

[http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch?text=jeotermal%20enerji&img\\_url=www.yeniresimler.com](http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch?text=jeotermal%20enerji&img_url=www.yeniresimler.com)

<http://gorsel.yandex.com.tr/yandsearch?text=okyanus+k%C3%B6kenli+enerji>,  
(17.03.2012)

<http://kentcevre.politics.ankara.edu.tr/CinarTayfun.htm>, (08.03.2012)

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/7765094.stm>, (25.03.2012)



<http://tr.wikipedia.org>, (02.01.2012)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji\\_kaynaklar%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji_kaynaklar%C4%B1),(20.02.2012)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCresel\\_%C4%B1s%C4%B1nma](http://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCresel_%C4%B1s%C4%B1nma), (02.01.2012)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_Protokol%C3%BC#Anla.C5.9Fman.C4.B1n\\_Durumu](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokol%C3%BC#Anla.C5.9Fman.C4.B1n_Durumu), ( 04.02.2012)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r\\_g%C3%BCc%C3%BC](http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r_g%C3%BCc%C3%BC),  
(02.03.2012)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir\\_enerji](http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji), (02.10.2011)

<http://web.deu.edu.tr/jenarum/index.php/turkyede-jeotermal>, (04.03.2012)

[http://www.alternaturk.org/gunes\\_pili\\_tarih.php](http://www.alternaturk.org/gunes_pili_tarih.php). (24.02.2012)

<http://www.alternaturk.org/gunes-enerjisi-kullanim-alanlari.php> (24.02.2012)

<http://www.belgenet.com/arsiv/nufus.html>, ( 12.12.2011)

[http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_10/oznurtabakoglu.pdf](http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/oznurtabakoglu.pdf) , 15 Mart 2012

<http://www.dsi.gov.tr>, (08.03.2012)

<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/renewable.html>,  
( 02.05.2012)

<http://www.eie.gov.tr/EV.html>, (25.03.2012)

<http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/gunes/yogunlastiricilar.html>.(24.02.2012)

[http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada\\_jeotermal.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html).(04.03.2012)

[http://www.ekodialog.com/istatistik/ham\\_pet.html](http://www.ekodialog.com/istatistik/ham_pet.html), (20.06.2012).

<http://www.elektrikuretimi.org/deniz-kokenli-yenilenebilir-enerjiler/>,(18.03.2012)

<http://www.energyworld.com.tr/root.vol?title=yenilenebilir-enerji-kanunu-neler-getirdi&exec=page&nid=334945>, (04.04.2012)

[http://www.enerji.gov.tr/duyurular/Gunes\\_Enerjisi\\_Duyurusu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/duyurular/Gunes_Enerjisi_Duyurusu.pdf), (24,02.2012)

[http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI\\_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/4314/2](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/4314/2)  
(31.01.2012)

<http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=&nm=384&id=40696>, (04.03.2012)

[http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Arz\\_Guvenligi\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf),  
5 Nisan 2012.

[http://www.enver.org.tr/modules/mastop\\_publish/files/files\\_4ddd0f24e934.pdf](http://www.enver.org.tr/modules/mastop_publish/files/files_4ddd0f24e934.pdf),  
(20.02.2012)

<http://www.epdk.gov.tr/> (28.03.2012)

<http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/duyurular> , (22.02.2012)

[http://www.epdk.gov.tr/web/guest/epdk\\_hakkinda](http://www.epdk.gov.tr/web/guest/epdk_hakkinda) (08.03.2012)

<http://www.geothermalenergy.org/pdf/IGAstandard/EGC/2007/236.pdf>, (04.03.2012)

<http://www.google.com.tr/imgres?q=hidroelektrik+enerji&hl=tr&sa=1280>,  
(08.04.2012)

[http://www.google.com.tr/search?hl=tr&sugexp=frgbld&cp=27&gs\\_id=2&xhr=t&q=biyok%C3%BCtle+enerji+kaynaklar](http://www.google.com.tr/search?hl=tr&sugexp=frgbld&cp=27&gs_id=2&xhr=t&q=biyok%C3%BCtle+enerji+kaynaklar). (06.04.2012)

<http://www.guinessistemleri.com/isil.php> , (24.02.2012)

<http://www.ido.com.tr/?page=SubPage&textid=1951&ln=tr>, (15.03.2012)

[http://www.koteder.org.tr/TSKB\\_enerji\\_May2011.pdf](http://www.koteder.org.tr/TSKB_enerji_May2011.pdf), (28.04.2012)

<http://www.limitsizenerji.com/multimedia/tuerkiye-jeotermal-haritas> (25.02.2012)

<http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/1477.html> (20.02.2012)

<http://www.mgm.gov.tr/arastirma/yenilenebilirenerji.aspx?sruzgaratlası>, (03.03.2012)

[http://www.petroturk.com/HaberGoster.aspx?id=4654&haber=Tum-yonleriyle\\_YEK-Kanunu](http://www.petroturk.com/HaberGoster.aspx?id=4654&haber=Tum-yonleriyle_YEK-Kanunu), (04.04.2012)

<http://www.solar-energy.websitezap.com/advice/the-benefits-of-solar-energy-system/?lang=tr>, (24.02.2012)

[http://www.soleaenerji.com/ruzgar\\_enerjisi.asp](http://www.soleaenerji.com/ruzgar_enerjisi.asp), (03.03.2012)

[http://www.sorgungazetesi.com/haber\\_yazdir.php?haber\\_no=3362](http://www.sorgungazetesi.com/haber_yazdir.php?haber_no=3362), (24.02.2012)

<http://www.trthaber.com/haber/bilim-teknik/borla-calisan-araba-yollarda-23115.html>(15.03.2012)

<http://www.trthaber.com/haber/ekonomi/kullananlar-elektrik-faturasi-odemeyecek-39283.html>, (03.05.2012)

[http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb\\_id=39&ust\\_id=11](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=39&ust_id=11), ( 12.12.2011)

[http://www.yapi.com.tr/Haberler/ruzgar\\_enerjisi.jpg&w=350](http://www.yapi.com.tr/Haberler/ruzgar_enerjisi.jpg&w=350),(02.02.102)

Jeotermal Kaynaklı Belediyeler Birliği (2012), e-posta, [jkbmedya@gmail.com](mailto:jkbmedya@gmail.com), (12.07.2012)

[www.gensed.org/pdf/sunum\(mmoantalya031210\).pdf](http://www.gensed.org/pdf/sunum(mmoantalya031210).pdf), 26 Mart 2012.

## ÖZGEÇMİŞ

Çetin ADIYAMAN, İlköğrenimini Yozgat Yerköy Karaosmanoğlu Köyü İlköğretim Okulu, Ortaöğretimini Yozgat Şefaati Lisesi Orta bölümü ve Lisesi'nde tamamladı. Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden 1998 yılında mezun oldu.

Eylül 2000 Tarihinde Yükseköğrenim Kredi ve Yurtlar Kurumu'nda Memuriyet hayatına başladı. 2004 Yılında Kurumlar arası nakil yolu ile Niğde Merkez Dünderli Çok Programlı Lisesi'ne Öğretmen olarak atandı. Halen Niğde Merkez Fatih Anadolu Lisesi'nde Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaktadır.

Memuriyet süresince Yurt Yönetim Memurluğu, Öğretmenlik, Müdür Vekilliği ve Müdür Yardımcılığı görevlerini yaptı.

2010 Yılında Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalında başlamış olduğu yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.