

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İŞLETMECİLİK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN
TÜRKİYE’NİN GELECEĞİ VE AVRUPA BİRLİĞİ İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

Ahmet Nuri GÜLAY

Danışman

Prof. Dr. İkbal AKSULU

2008

Yemin Metni

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../2008

Ahmet Nuri GÜLAY

İmza

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Ahmet Nuri GÜLAY
Anabilim Dalı : İşletme Anabilim Dalı
Programı : Uluslararası İşletmecilik Programı
Tez Konusu : Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından
Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile
Karşılaştırılması
Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliği'nin 18. maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI OLDUĞUNA O OY BİRLİĞİ O
DÜZELTİLMESİNE O* OY ÇOKLUĞU O
REDDİNE O**

ile karar verilmiştir.

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır. O***
Öğrenci sınava gelmemiştir. O**

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Tez burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fulbright vb.) aday olabilir. Evet
Tez mevcut hali ile basılabilir. O
Tez gözden geçirildikten sonra basılabilir. O
Tezin basımı gerekliliği yoktur. O

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması

Ahmet Nuri GÜLAY

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Uluslararası İşletmecilik Programı

Ham petrol fiyatlarında ilk olarak 1970'li yıllarda başlayan yükseliş hareketi, petrolün küresel ticarete konu bir mal olarak endüstriyel uygulamalarda yaygınlaşmasıyla birlikte önemini kaybeden yenilenebilir enerji kaynaklarını, tekrar uluslararası kamuoyunun gündemine getirmiştir. Bu dönemden itibaren, başta enerji fiyatlarındaki yükseliş ile fosil enerji (petrol, doğal gaz, kömür) kaynaklı küresel sıcaklık artışının ekolojik yaşam üzerindeki olumsuz etkileri; güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik (hidrolik), biyokütle ve diğer (dalga, gelgit vd.) yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı kadar, yeni teknolojilerin geliştirilmesine de zemin hazırlamıştır.

Bu noktada, özellikle Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkeler, Birliğin enerji alanındaki dışa bağımlılığının azaltılması, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve ani küresel iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla yenilenebilir enerjiyi önemli bir araç olarak görmektedir. Türkiye'de de, gerek AB'ye tam üyelik süreci içerisinde yer alınması, gerekse enerji tüketim yapısında petrol ve doğal gaz ağırlıklı fosil kaynak payının dış alım yoluyla artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye açısından önemini açıkça ortaya koymaktadır. Çalışmada; AB ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yaklaşımları karşılaştırmalı olarak incelenmekte olup, bu ekseninde, Türkiye'nin geçmiş ve günümüzdeki başarımının geleceğe yansımaları ve çeşitli politika önerileri üzerinde durulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: 1- Yenilenebilir Enerji ve Kaynakları, 2- Fosil Enerji ve Kaynakları, 3- Küresel Sıcaklık Artışı, 4- Küresel İklim Değişikliği, 5- Enerji Arz Güvenliği, 6- Enerji Fiyatları, 7- Türkiye, 8- Avrupa Birliği

ABSTRACT

Master Thesis

Turkey's Future and Comparison to the European Union on Renewable Energy Sources

**Dokuz Eylül University
Institute of Social Sciences
Department of Business Administration
International Business Management Program**

The first rise of crude oil prices in 1970's brought up renewable energy, which had lost its importance because oil has been a global product in industrial applications, to the international public opinion. Since this period, rise of energy prices and negative ecological effects which are caused by increasing global temperature based on fossil energy (oil, natural gas, coal) in front, lay the groundwork for development of renewable energy sources like sun, wind, geothermal, hydroelectricity (hydraulic), biomass and the others (wave, tide etc.) both in consumption and in new technologies.

At this point, especially European Union (EU) countries have seen renewable energy as an instrument in order to decrease energy dependency's ratio, to secure energy supply and to prevent sudden global climate change. In Turkey also, both the EU accession process and increase on the share of fossil energy, predominantly oil and natural gas import on energy consumption, put clearly the importance of renewable energy sources for Turkey. In the study; Turkey and the EU's approaches on renewable energy sources are analysed as comparatively; in this basic, the reflection of Turkey's performance from the past and today to the future and different political solutions are searched.

Key World: 1- Renewable Energy and Sources, 2- Fossil Energy and Sources, 3- Increasing Global Temperature, 4- Global Climate Change, 5- Energy Supply Security, 6- Energy Prices, 7- Turkey, 8- European Union

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN TÜRKİYE'NİN GELECEĞİ VE AVRUPA BİRLİĞİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xii
ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ	xvi
GİRİŞ	xx

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KONUSUNA GENEL BAKIŞ

1.1.	ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARI	1
1.1.1.	Enerji Kavramı	1
1.1.2.	Enerji Kaynakları	2
1.1.2.1.	Birincil Enerji Kaynakları	3
1.1.2.2.	İkincil Enerji Kaynakları	3
1.2.	FOSİL ENERJİ VE KAYNAKLARI	4
1.2.1.	Fosil Enerji Kaynaklarına İlişkin Genel Değerlendirmeler	4
1.2.2.	Fosil Enerji Kaynaklarının Tarihsel Gelişimi	5
1.2.3.	Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceği	7
1.3.	NÜKLEER ENERJİ	10
1.3.1.	Nükleer Enerji Teknolojisi	10
1.3.2.	Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi	11
1.3.3.	Nükleer Enerjiye Yönelik Görüşler	13
1.3.3.1.	Nükleer Enerjiye Yönelik Olumsuz Görüşler	14
1.3.3.2.	Nükleer Enerjiye Yönelik Olumlu Görüşler	15
1.4.	YENİLENEBİLİR ENERJİ VE KAYNAKLARI	17
1.4.1.	Yenilenebilir Enerji Kavramı	18
1.4.2.	Yenilenebilir Enerjinin Tarihsel Gelişimi	20
1.4.3.	Yenilenebilir Enerjinin Önemi	21
1.4.3.1.	Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkiler	22

1.4.3.2. Enerji Arz Güvenliği ve Enerji Fiyatlarının Yükselmesi	26
---	----

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ	30
2.1.1. Güneş Enerjisine İlişkin Genel Açıklama	30
2.1.2. Güneş Enerjisi Teknolojileri	31
2.1.2.1. Güneş Enerjisi Isı Teknolojisi	32
2.1.2.2. Güneş Enerjisi Elektrik Teknolojisi	37
2.1.3. Dünya Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı	40
2.1.3.1. Dünya Güneş Enerjisi Potansiyeli	40
2.1.3.2. Dünya Güneş Enerjisi Kullanımı	41
2.1.4. Güneş Enerjisinin Maliyet Boyutu	44
2.1.5. Güneş Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri	46
2.1.6. Güneş Enerjisi Alanında Etkinlik Gösteren Uluslararası Firmalar	47
2.2. RÜZGAR ENERJİSİ	49
2.2.1. Rüzgar Enerjisine İlişkin Genel Açıklama	49
2.2.2. Rüzgar Enerjisi Teknolojileri	50
2.2.3. Dünya Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı	53
2.2.3.1. Dünya Rüzgar Enerjisi Potansiyeli	53
2.2.3.2. Dünya Rüzgar Enerjisi Kullanımı	55
2.2.4. Rüzgar Enerjisinin Maliyet Boyutu	58
2.2.5. Rüzgar Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri	59
2.2.6. Rüzgar Enerjisi Alanında Etkinlik Gösteren Uluslararası Firmalar	61
2.3. HİDROELEKTRİK ENERJİ	62
2.3.1. Hidroelektrik Enerjiye İlişkin Genel Açıklama	62
2.3.2. Dünya Su Kaynakları	64
2.3.3. Dünya Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Kullanımı	65
2.3.3.1. Dünya Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	65
2.3.3.2. Dünya Hidroelektrik Enerji Kullanımı	67
2.3.4. Hidroelektrik Enerjinin Maliyet Boyutu	69

2.3.5. Hidroelektrik Enerjinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri	70
2.4. JEOTERMAL ENERJİ	72
2.4.1. Jeotermal Enerjiye İlişkin Genel Açıklama	72
2.4.2. Jeotermal Enerji Teknolojileri	73
2.4.2.1. Jeotermal Enerji Isı Teknolojisi	73
2.4.2.2. Jeotermal Enerji Elektrik Teknolojisi	75
2.4.3. Dünya Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanımı	75
2.4.3.1. Dünya Jeotermal Enerji Potansiyeli	76
2.4.3.2. Dünya Jeotermal Enerji Kullanımı	77
2.4.4. Jeotermal Enerjinin Maliyet Boyutu	80
2.4.5. Jeotermal Enerjinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri	81
2.5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ	83
2.5.1. Biyokütle Enerjisine İlişkin Genel Açıklama	83
2.5.2. Biyokütle Yetiştiriciliği	84
2.5.2.1. Enerji Ormancılığı	84
2.5.2.2. Enerji Tarımı	85
2.5.3. Biyokütle Teknolojileri	86
2.5.3.1. Biyoenerji Teknolojisi	87
2.5.3.2. Biyoyakıt Teknolojisi	89
2.5.4. Dünya Biyokütle Enerji Potansiyeli ve Kullanımı	91
2.5.4.1. Dünya Biyokütle Enerji Potansiyeli	91
2.5.4.2. Dünya Biyokütle Enerji Kullanımı	93
2.5.5. Biyokütle Enerjisinin Maliyet Boyutu	95
2.5.6. Biyokütle Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri	97
2.6. DİĞER YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	99
2.6.1. Gelgit Enerjisi	99
2.6.2. Dalga Enerjisi	101

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN TÜRKİYE VE
AVRUPA BİRLİĞİ KARŞILAŞTIRMASI

3.1.	ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ’NİN GENEL DURUMU	104
3.1.1.	Türkiye’de Genel Durum	104
3.1.2.	Avrupa Birliği’nde Genel Durum	110
3.2.	TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ’NİN ENERJİ POLİTİKALARI VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN YERİ	115
3.2.1.	Türkiye’nin Enerji Politikaları ve Yenilenebilir Enerjinin Yeri	116
3.2.1.1.	Türkiye’nin Enerji Politikaları	116
3.2.1.2.	Türkiye’nin Enerji Politikalarında Yenilenebilir Enerjinin Yeri	122
3.2.2.	Avrupa Birliği’nin Enerji Politikaları ve Yenilenebilir Enerjinin Yeri	124
3.2.2.1.	Avrupa Birliği’nin Enerji Politikaları	124
3.2.2.2.	Avrupa Birliği’nin Enerji Politikalarında Yenilenebilir Enerjinin Yeri	129
3.3.	TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI VE YAPILAN DÜZENLEMELER	131
3.3.1.	Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikası ve Yasal Düzenlemeler	132
3.3.1.1.	Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikası	132
3.3.1.2.	Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Yasal Düzenlemeler	134
3.3.2.	Avrupa Birliği’nin Yenilenebilir Enerji Politikası ve Birlik Düzenlemeleri	138
3.3.2.1.	Avrupa Birliği’nin Yenilenebilir Enerji Politikası	139
3.3.2.2.	Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerji Alanındaki Birlik Düzenlemeleri	143
3.4.	TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ’NDE YENİLENEBİLİR ENERJİ PİYASASINA YÖNELİK TEŞVİKLER	147
3.4.1.	Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler	148
3.4.2.	Avrupa Birliği’nde Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler	152
3.5.	TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ VE KULLANIMI	160

3.5.1. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	160
3.5.1.1. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli	161
3.5.1.2. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli	164
3.5.1.3. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	168
3.5.1.4. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli	170
3.5.1.5. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Biyokütle Enerjisi Potansiyeli	173
3.5.1.6. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	177
3.5.2. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Kullanımı	180
3.5.2.1. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Güneş Enerjisi Kullanımı	180
3.5.2.2. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımı	186
3.5.2.3. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Hidroelektrik Enerji Kullanımı	194
3.5.2.4. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Jeotermal Enerji Kullanımı	200
3.5.2.5. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Biyokütle Enerjisi Kullanımı	206

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE'NİN GELECEĞİ

4.1. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ	215
4.1.1. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Ekonomik Önemi	215
4.1.2. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Sosyoekonomik Önemi	220
4.1.3. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Çevresel Önemi	224
4.2. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA YAPILMAKTA OLAN YATIRIMLAR	229
4.2.1. Türkiye'de Rüzgar Enerjisine Yönelik Yatırımlar	229
4.2.2. Türkiye'de Hidroelektrik Enerjiye Yönelik Yatırımlar	233
4.2.3. Türkiye'de Jeotermal Enerjiye Yönelik Yatırımlar	236
4.2.4. Türkiye'de Biyokütle Enerjisine Yönelik Yatırımlar	241

4.3.	TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ GELİŞMESİ KONUSUNDA ETKİNLİK GÖSTEREN KURUM VE KURULUŞLAR	245
4.3.1.	Resmi Kurum ve Kuruluşlar	245
4.3.1.1.	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	246
4.3.1.2.	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü	246
4.3.1.3.	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü	247
4.3.2.	Bilimsel Kurum ve Kuruluşlar	249
4.3.2.1.	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu	249
4.3.2.2.	Üniversiteler	251
4.3.3.	Gönüllü Kuruluşlar	254
4.3.3.1.	Türkiye Çevre Vakfı	254
4.3.3.2.	Temiz Enerji Vakfı	255
4.3.3.3.	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği	255
4.3.3.4.	Rüzgar Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği	256
4.3.3.5.	Türkiye Jeotermal Derneği	256
4.3.3.6.	Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği	257
4.4.	YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE’NİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ İLE ORTAYA ÇIKAN FIRSAT VE TEHDİTLER	258
4.4.1.	Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye’nin Güçlü Yönleri	259
4.4.2.	Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye’nin Zayıf Yönleri	265
4.4.3.	Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye’nin Sahip Olduğu Fırsatlar	268
4.4.4.	Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye’nin Taşıdığı Tehditler	275
4.5.	TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ ARTIRILMASINA YÖNELİK POLİTİKA ÖNERİLERİ	281
	SONUÇ	299
	KAYNAKLAR	305

KISALTMALAR

AB (EU)	Avrupa Birliği (European Union)
ABD (US)	Amerika Birleşik Devletleri (United States)
AET	Avrupa Ekonomik Topluluğu
a.g.ç.	adı geçen çalışma
a.g.e.	adı geçen eser
a.g.m.	adı geçen makale
AKÇT	Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
ALBİYOBİR	Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği Derneği
ALTEK	Dumlupınar Üniversitesi Alternatif Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
BM (UN)	Birleşmiş Milletler (United Nations)
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BP	British Petroleum
BTC	Bakü-Tiflis-Ceyhan
BTG	Biomass Technology Group
Btpe	Bin ton petrol eş değeri
⁰ C	Santigrad derece
CHP	Combined Heat and Power
cm	santimetre
CO ₂	karbondioksit
DEKTMK	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DEÜ	Dokuz Eylül Üniversitesi
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğu
DOE	US Department of Energy
DOE/NE	US Department of Energy and University of Missouri Nuclear Engineering
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğu
DTM	Dış Ticaret Müsteşarlığı
Ed.	Editör

EC	European Commission
EC DGET	European Commission Directorate-General Energy and Transport
EEA	European Environment Agency
EEG	German Renewable Energy Act
EESI	Environmental and Energy Study Institute
EIA	Energy Information Administration
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EREC	European Renewable Energy Council
ESHA	European Small Hydropower Association
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EUBIA	European Biomass Industry Association
EURATOM	European Atomic Energy Community
EUROSTAT	The Statistical Office of the European Communities
EWEA	European Wind Energy Association
GE	General Electric
GEA	Geothermal Energy Association
GW (GWh)	Gigawatt (Gigawatt saat)
GWEC	Global Wind Energy Council
HES	Hidroelektrik Enerji Santralleri
HÜGEM	Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi
IAEA	International Atomic Energy Agency
IEA	International Energy Agency
IEA-PVPS	International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme
IGA	International Geothermal Association
İDÇS	İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
JENARUM	Dokuz Eylül Üniversitesi Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi
KDV	Katma Değer Vergisi

km-km ²	kilometre-kilometrekare
KW (KWh)	Kilowatt (Kilowatt saat)
Lbe	Litre benzin eş değeri
m-m ²	metre-metrekare
MDAÜ	Merkezi-Doğu Avrupa ülkeleri
MMO	Makine Mühendisleri Odası
MTA	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
MÜSİAD	Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği
Mtpe	Milyon ton petrol eş değeri
MW	Megawatt
MW _e	Megawatt elektrik
MW _t	Megawatt ısı
OECD	Organisation for Economic and Co-operation Development
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PİGM	Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
PV	Fotovoltaik (güneş pili)
REPA	Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
RESSİAD	Rüzgar Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği
s.	sayfa numarası
SPDF	Yenilenebilir Enerji Üretiminin Finanse Edilmesinde Özel Amaçlı Borç Fonu
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TASAM	Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TÇV	Türkiye Çevre Vakfı
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEMEV	Temiz Enerji Vakfı
TEÜAŞ	Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi

TJD	Türkiye Jeotermal Derneği
TİKDEK	Türkiye İklim Değişikliği Kongresi
TKB	Türkiye Kalkınma Bankası
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
TW (TWh)	Terawatt (Terawatt saat)
UCTE	Union for the Coordination of Transmission of Energy
UPAV	Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı
vb.	ve benzerleri
vd.	ve diğerleri
WAsP	Wind Atlas Analysis and Application Program
WEC	World Energy Council
WWEA	World Wind Energy Association
UK	United Kingdom
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEKARUM	Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
\$	ABD Doları
€	Euro

ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	2
Tablo 2: Fosil Rezervlerin Ortalama Ömrü ve Rezervlerde Başat Ülkeler (2006 Yılı Sonu)	9
Tablo 3: Dünya Toplam Enerji Tüketiminde Güneş Enerjisinin Yeri (2001-2030)	42
Tablo 4: Güneş Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler	43
Tablo 5: Dünya Teknik Rüzgar Enerjisi Potansiyeli	54
Tablo 6: Dünya Rüzgar Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler (2006)	57
Tablo 7: Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Kıtasal/Bölgesel/Ülkesel Dağılımı	66
Tablo 8: Dünya Hidroelektrik Enerji Kullanımında Başat Ülkeler (2006)	68
Tablo 9: Dünya Jeotermal Enerji Potansiyelinin Kıtasal Dağılımı	76
Tablo 10: Jeotermal Enerji Teknolojileri Üretim ve Kapasite Gelişimi (1995-2005)	77
Tablo 11: Jeotermal Enerji Kullanımının Ülkelere Göre Dağılımı (2005)	78
Tablo 12: Dünya Biyokütle Enerji Potansiyelinin Kıtasal/Bölgesel Dağılımı (2000-2050)	92
Tablo 13: Türkiye’de Birincil Enerji Üretim ve Tüketim Değerleri (1950-2005)	105
Tablo 14: Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim Değerleri (1950-2006)	107
Tablo 15: AB-27 Birincil Enerji Üretim ve Tüketim Değerleri (2000-2005)	110
Tablo 16: AB-27 Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim Değerleri (2000-2005)	113
Tablo 17: AB’nin Biyokütle Enerji Potansiyeli (2000, 2010 ve 2020 yılları)	174
Tablo 18: Türkiye’nin Biyokütle Enerji Potansiyelinin Kaynaklara Göre Dağılımı	176
Tablo 19: AB ve Türkiye’nin Güneş Enerjisi Kullanımı (1990-2005)	182
Tablo 20: AB ve Türkiye’de Güneş Enerjisi Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) ve Birincil Enerji Kaynakları (BEK) İçindeki Yeri (1990-2005)	185

Tablo 21: AB ve Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımı (1990-2005)	188
Tablo 22: AB ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Toplam Elektrik Enerjisi İçindeki Yeri (1990-2005)	193
Tablo 23: AB ve Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Kullanımı	195
Tablo 24: AB ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Toplam Elektrik Enerjisi İçindeki Yeri (2005)	199
Tablo 25: AB ve Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kullanımı (1990-2005)	201
Tablo 26: AB ve Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Birincil Enerji Kaynakları İçindeki Yeri (1990-2005)	205
Tablo 27: AB ve Türkiye'nin Biyokütle Enerjisi Kullanımı (1990-2005)	207
Tablo 28: AB ve Türkiye'de Biyokütle Enerjisi Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Birincil Enerji Kaynakları İçindeki Yeri (2005)	213
Tablo 29: AB ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımının Genel Görünümü (2005)	214
Tablo 30: Yenilenebilir Kaynaklarda Yatırım ve Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri	218
Tablo 31: Türkiye'de İstihdam ve İşsizlik Rakamlarında Genel Durum (Ocak 2008)	221
Tablo 32: Türkiye'de İşletmede Bulunan Rüzgar Enerjisi Santralleri	230
Tablo 33: Türkiye'de İşletmeye Alınması Beklenen Rüzgar Enerjisi Santralleri	231
Tablo 34: Türkiye'de HES Projelerinin Mevcut Durumu (Şubat 2007)	234
Tablo 35: Proje Aşamasındaki HES'lerin Kurulu Kapasitelerine Göre Dağılımı (Şubat 2007)	235
Tablo 36: Türkiye'de Jeotermal Enerji Yatırımlarındaki Son Durum (Haziran 2007)	237
Tablo 37: Türkiye'nin 2013 Yılı Jeotermal Enerji Hedeflerine Ulaşması İçin Gerekli Yatırımlar	240
Tablo 38: Türkiye'de Kurulu Biyomotorin Üretim Tesisleri ve Kapasite Rakamları (2005)	242
Tablo 39: Türk Medyasında Yenilenebilir Enerji Haberleri (2000-2008)	262
Tablo 40: Türkiye'de Enerji Alt Sektörlerinde (Petrol ve Doğal gaz) Yaşanan Fiyat Hareketleri (Nisan 2008)	273

Tablo 41: Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye'nin Güçlü ve Zayıf Yönleri ile Taşıdığı Fırsat ve Tehditler	279
Şekil 1: Küresel Karbondioksit Gazı Salınımının Bölgesel Dağılımı (1973 ve 2005)	23
Şekil 2: Farklı Enerji Kaynaklarının Ürettiği Karbondioksit Miktarı	24
Şekil 3: Dünya Fosil Enerji Kaynaklarında Yaşanan Fiyat Hareketleri (1987-2006)	27
Şekil 4: Farklı Tipteki Güneş Enerjisi Isı ve Elektrik Sistemleri	36
Şekil 5: Standart Bir Güneş Pili	37
Şekil 6: Güneş Pillerinin Farklı Alanlarda Kullanımına Örnekler	39
Şekil 7: Dünya'nın Farklı Bölgelerinde Yıllık Ortalama Güneş Enerjisi Miktarı	40
Şekil 8: Güneş Pili-PV Sektörüne Yatırım Yapan Uluslararası Firmalar	48
Şekil 9: Yatay Sistem Bir Rüzgar Türbini	51
Şekil 10: Dünya Rüzgar Enerjisi Toplam Kurulu Kapasite Miktarı (1999-2006)	56
Şekil 11: Üreticilere Göre Dünya Rüzgar Türbini Pazar Payları (2006)	61
Şekil 12: Bir Hidroelektrik Enerji Santralinin Yan Kesit Görünüşü	63
Şekil 13: Dünya Biyokütle Enerji (Elektrik - Yakıt) Üretimi (2006)	94
Şekil 14: Türkiye'de Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Göre Gelişimi (1950-2005)	105
Şekil 15: Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Gelişimi (1950-2006)	108
Şekil 16: AB-27 Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2000-2005)	111
Şekil 17: AB-27 Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Gelişimi (2000-2005)	113
Şekil 18: AB-27 Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Alanındaki Teşvik Sistemleri	157
Şekil 19: AB ve Türkiye'nin Güneş Enerjisi Haritası	162
Şekil 20: Avrupa Rüzgar Atlası	164
Şekil 21: Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)	167
Şekil 22: AB ve Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyel Haritası	171
Şekil 23: Avrupa Birliği'nin Dalga Enerjisi Potansiyeli	178

Şekil 24: PS10 Güneş Enerjisi Santrali (Sevilya-İspanya)	181
Şekil 25: AB'nin Güneş Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler ve Türkiye (2005)	183
Şekil 26: AB'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler ve Türkiye (2005)	190
Şekil 27: Hidroelektrik Enerji Kullanımında AB'nin Başat Ülkeleri ve Türkiye (2005)	197
Şekil 28: Jeotermal Enerji Kullanımında AB'nin Başat Ülkeleri ve Türkiye (2005)	202
Şekil 29: AB'nin Biyokütle Enerjisi Kullanımındaki Başat Ülkeler ve Türkiye (2005)	209
Şekil 30: Türkiye'de Enerji Dış Alımının Yıllar İtibariyle Gelişimi (1998-2007)	217
Şekil 31: Türkiye'de Sera Gazı Salınımlarının Sektörel Dağılımı (1990-2004)	226
Şekil 32: Türkiye Kuraklık Haritaları (1971-2000 ve 2007)	228
Şekil 33: Türkiye'de Yağış Miktarının Yıllar İtibariyle Değişimi (1965-2007)	228
Şekil 34: Türkiye'de HES Projelerinin Mevcut Durumu (Şubat 2007)	234
Şekil 35: Türkiye Jeotermal Enerji Uygulamalarında 2013 Yılı Hedefleri	239
Şekil 36: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ekonomik Potansiyelinin Dağılımı	259
Şekil 37: Ekolojik Konutlar	269
Şekil 38: Türkiye'de Doğrudan Yabancı Yatırımlar (2004-2007)	275
Şekil 39: Türkiye'ye Yönelik Yenilenebilir Enerji Politikasının Ana Çerçevesi	282

GİRİŞ

Sanayi sektöründe ham maddeden sonra en önemli üretim girdilerinden biri olan ve bireylerin temel gereksinimlerinin karşılanmasında kilit rolü bulunan enerji, bu özellikleri nedeniyle birçok ülke için önemli bir konuma sahiptir. 20. yüzyılın başından itibaren şekillenmeye başlayan fosil kaynaklara dayalı enerji ve sanayi modeli ise, bu modeli başarılı bir şekilde uygulayan ülkelerin uluslararası mal ticareti hacminden geniş bir pay almasını sağlarken, söz konusu kaynaklara sahip ülkeleri de askeri ve diplomatik müdahalelerin hedefi haline getirerek bu ülkelerdeki politik istikrarsızlıkların temelini oluşturmaktadır.

Sadece Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin 2. Irak İşgali sonrası, bu ülkede etkinlik gösteren Batılı petrol şirketlerinin elde ettikleri karların çeşitli finansal araçlarla başta BRIC ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin) ve Türkiye olmak üzere gelişmekte olan ülke ekonomilerine (veya geçiş ekonomilerine - transition economies-) aktarılması ve böylece, bu ülkelerin ekonomik yapılarında ortaya çıkan köklü değişimler bile, enerji kaynaklarının yaratabileceği küresel etkilere küçük bir örnektir.

Bu noktadan hareketle, ağırlıklı olarak Orta Doğu ve Orta Asya'da bulunan petrol ve doğal gaz rezervlerinin egemenliği büyük önem taşımakta; 2001 yılında ABD'ye yapılan ve tarihe "11 Eylül Saldırıları" olarak geçen olay, birçok kesim tarafından "yeni dünya düzeninin" başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu tarihten sonra, ABD'nin geliştirmiş olduğu "Genişletilmiş Orta Doğu ve Kuzey Afrika Projesi (The Broader Middle East and North Africa Initiative)" de, petrol, doğal gaz ve maden rezervleri açısından zengin olan Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin askeri veya diplomatik şekilde baskı altında tutulması ve fosil kaynaklara dayalı sanayi modelinin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemli bir projedir.

Söz konusu projenin uzun dönemde uygulanabilirliği için ise büyük mali kaynaklara gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle, uluslararası petrol ve doğal gaz fiyatlarının 2004 yılı sonundan itibaren artış eğilimine girmesinin altında yatan

nedenleri, sadece rezervlerin azalmasıyla açıklamak oldukça iyimser ve eksik bir yaklaşım olacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, dalga, gelgit vd.) ise, fosil yakıtların atmosferdeki sera gazı birikimini artırdığı ve böylece, küresel sıcaklıktaki hızlı artışla birlikte ani küresel iklim değişikliğine neden olduğu bilimsel olarak kanıtlandıktan sonra tüm dünyada tekrar ön plana çıkmıştır. Bu durum, son dönemde enerji arz güvenliğine yönelik kaygıların artmasıyla ve uluslararası enerji fiyatlarındaki yükselişle birlikte değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji kullanımının uluslararası ilişkilerdeki gerginliği azaltabileceği gibi ekolojik sistemin korunmasına katkı sağlayabileceğini de göstermektedir.

Çalışmada da, yenilenebilir enerji olgusunun bu temel özellikleri üzerinde durularak, yenilenebilir kaynakların fosil kaynaklara göre üstün yönleri irdelenmektedir. İlk olarak, birinci bölümde; enerji kaynakları sistematik bir şekilde sınıflandırılarak incelenmekte ve tarihsel süreç boyunca gelişimleri değerlendirilmektedir. İkinci bölümde; yenilenebilir enerji kaynaklarının genel özellikleri, teknolojik gelişmeler, kullanım alanları ve düzeyleri ile bu alanda etkinlik gösteren uluslararası firmalar araştırılmaktadır.

Üçüncü bölümde ise; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının geliştirilmesi konusunda önemli politik, finansal ve teknolojik destekler sunan Avrupa Birliği (AB) ile Birliğe tam üyelik hedefi içerisindeki Türkiye arasında, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik temel yaklaşımları çerçevesinde bir karşılaştırma yapılmaktadır. Dördüncü ve son bölümde de; ilk üç bölümde yer alan temel ve ayrıntılı bilgi ve veriler doğrultusunda, yenilenebilir enerjinin Türkiye açısından önemi ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji geleceğini şekillendirici politika önerileri, araştırmanın başlıca konularını oluşturmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KONUSUNA GENEL BAKIŞ

1.1. ENERJİ KAVRAMI VE ENERJİ KAYNAKLARI

Enerjinin günümüz toplumlarında önemli bir yere sahip oluşu, ekonomik gelişmişliğin ve sosyal refahın öncü göstergelerinden biri olarak kabul görmesiyle yakından ilgilidir. Tarih boyunca birçok uygarlığın, toprak kazanmak kadar enerji kaynaklarına sahip olmak için verdikleri mücadelenin özünde de yine aynı gerçek yer almaktadır. Çalışmanın bu bölümünde enerji, söz konusu önemine temel oluşturması amacıyla öncelikle kavramsal olarak değerlendirilecek; daha sonra ise kaynaklar açısından sınıflandırılarak incelenecektir.

1.1.1. Enerji Kavramı

Dünya ve ardından insanoğlunun yaratılışından bugüne kadar geçen zamanda enerji olgusu, yaşamın her alanında gözle görülen ve görülmeyen etkiler bırakmıştır. Bu etkilerin temelinde enerjinin, değişik şekillere dönüşebilen yapısı bulunmaktadır. Enerjinin değişken niteliği ise, kavramsal olarak ifade edilmesinde daha soyut bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır.

Bu açıdan değerlendirildiğinde enerji, bir varlık değil kuramsal (teorik) bir kavramdır. Bu özelliği sayesinde de birçok olay ifade edilebilmektedir. Kelime kökeni Yunanca “en (iç)” ile “ergon (iş)” kelimelerinin bir araya gelmesine dayanan enerjinin teknik tanımı ise; iş yapabilme yeteneğini, yani bir cismin kendisine direnç gösteren bir kuvvete karşı hareketini ifade etmektedir¹.

Bir başka tanım ise ünlü Alman Matematikçi Leibnitz’e aittir. Leibnitz enerjiiyi, “canlı kuvvet (vis viva)” olarak ifade etmiş ve hareket halindeki bir insanın hızı ile ağırlığı arasında matematiksel bir ilişki kurarak açıklamıştır².

¹ Zekai Şen, **Temiz Enerji ve Kaynakları**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2002, s. 18.

² Malti Goel, **Energy Sources and Global Warming**, Allied Publishers, New Delhi, 2005, s. 4.

Bu ve benzeri tanımlar, enerji kavramını hiç kuşkusuz fizik disiplini içerisinde ele alan yaklaşımlardır. Bunun yanı sıra, enerjiyi, ekonominin emek, sermaye ve toprak (doğal kaynaklar) şeklinde sıralanan üç klasik üretim faktörüne teknolojik gelişmenin eklediği, çağdaş bir üretim faktörü³ olarak ekonomi disiplini içerisinde değerlendirmek de mümkündür.

1.1.2. Enerji Kaynakları

Dünya üzerinde yer alan birçok enerji kaynağı her gün insanlara değişik biçimlerde hizmet etmektedir. Genel olarak ısıtma, soğutma, taşıma veya elektrik enerjisi üretme amaçlı olarak (konutta, sanayide vd.) kullanılan bu kaynaklarla ilgili yapılan araştırmalarda ortak bir sınıflandırma biçimi bulunmamaktadır. Bu nedenle enerji kaynaklarının basit bir sınıflandırmasını, kaynaklar arasındaki yapısal farklılıkları göz önünde bulundurarak Tablo 1'deki biçimde yapmak mümkündür.

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

ENERJİ KAYNAKLARI	
1) Birincil Enerji Kaynakları	2) İkincil Enerji Kaynakları
1.1) Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	2.1) Elektrik Enerjisi
1.1.1) Fosil Kaynaklar (Petrol, Doğal gaz, Kömür)	2.2) Hidrojen Enerjisi
1.1.2) Nükleer Enerji	
1.2) Yenilenebilir Enerji Kaynakları	
1.2.1) Geleneksel Kaynaklar (Hidroelektrik, Klasik Biyokütle)	
1.2.2) Yeni Kaynaklar (Güneş, Rüzgar, Jeotermal, Gelgit, Dalga, Çağdaş Biyokütle)	

Kaynak: Seyhan Onbaşıoğlu., “Neden Yenilenebilir Enerji ?”, **Termodinamik dergisi**, Yıl: 14, Sayı: 128, Ekim 2005, s. 59; US Government, Energy Information Administration (EIA)., “Scientific Forms of Energy”, <http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/formsofenergy.html>, (Erişim Tarihi: 05.11.2007), adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

³ Cenk Pala, **20.Yüzyılın Şeytan Üçgeni (ABD-Petrol-Dolar)**, Kavram Yayınları, İstanbul, 1996, s. 20.

1.1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji; mevcut doğal kaynaklardan elde edilen enerji anlamına gelmektedir. Bu enerjiyi yaratan kaynaklar doğrudan kullanıldıkları gibi ikincil enerjiye dönüştürülerek de kullanılmaktadır⁴. Birincil enerji kaynakları olarak adlandırılan bu kaynaklar; “yenilenemeyen” ve “yenilenebilir” kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır.

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.

Birincil enerji kaynaklarından bir diğeri ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen kaynaklar gibi tükenmeyerek, kısa süre içinde kendini yenileme özelliğine sahip oldukları için yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır⁵. Bu kaynaklar; *geleneksel* (hidroelektrik ve klasik biyokütle-odun, bitki ve hayvan atıkları ve evsel çöpler-) ve *yeni* (güneş, rüzgar, dalga, gelgit, jeotermal ve çağdaş biyokütle-enerji ormanları ve enerji tarımı-) enerji kaynaklarından oluşmaktadır⁶.

1.1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

İkincil enerji; birincil enerji kaynaklarının fiziksel durum değişimi içeren biçimde dönüştürülmesi sonucu elde edilen bir enerji türüdür⁷. Kısaca, bu tür bir enerjinin ortaya çıkması için birincil enerji kaynaklarına gereksinim bulunmaktadır. Bunun sağlanabilmesi ise, termik ve nükleer santraller, petrol rafinerileri vd. gibi

⁴ Goel, a.g.e., s. 26.

⁵ EIA, “Scientific Forms of Energy”, <http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/formsofenergy.html>, (Erişim Tarihi: 05.11.2007).

⁶ Onbaşıoğlu, a.g.m., s. 60.

⁷ Gazi Üniversitesi Otomotiv, Bilim ve Teknoloji Topluluğu, “Hidrojen Enerjisi”, http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif_enerji/Hidrojen_Enerjisi.htm, (Erişimi Tarihi: 07.11.2007).

büyük oranda bilim ve teknolojiden yararlanan altyapı yatırımlarını gerekli kılmaktadır⁸.

Bu şekilde meydana gelen ikincil enerji kaynaklarının başında ise elektrik ve hidrojen enerjileri gelmektedir. Bu kaynakların en önemli işlevi; oluşan enerjinin taşınabilmesi ve depolanabilmesine olanak sağlamasıdır. Bu nedenle bu kaynaklar, “enerji taşıyıcıları” olarak da bilinmektedir⁹. Özellikle, hidrojeni bir enerji kaynağı olarak değil, bir enerji türü veya taşıyıcısı olarak nitelendirmek daha doğru bir yaklaşımdır. Bunun nedeni, hidrojenin tek başına değil, aralarında yenilenebilir enerji kaynaklarının da olduğu birincil enerji kaynaklarıyla bütünleştiğinde kalıcı bir enerji sistemi oluşturmasıdır¹⁰.

1.2. FOSİL ENERJİ VE KAYNAKLARI

Ülkeler tarafından sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanabilmesi, sürdürülebilir bir enerji anlayışıyla mümkün olmaktadır. Uzun yıllar fosil enerji kaynaklarının bu anlayışa uygun olduğu düşünülmüş; ancak gelinen noktada, sahip olunan düşüncenin geçerliliği sorgulanmaya başlanmıştır.

Özellikle çevresel etkiler ve arz güvenliği yönünden sorgulanan fosil enerji kaynakları, çalışmanın bu bölümünde genel olarak ifade edilip, kullanım itibarıyla tarihsel gelişimi incelenecek ve ileriye yönelik değerlendirmeler yapılacaktır.

1.2.1. Fosil Enerji Kaynaklarına İlişkin Genel Değerlendirmeler

Dünyada katı, sıvı veya gaz halinde bulunan fosil yakıtların, bünyesinde bulundurduğu enerjinin yakılarak; elektrik, ısı (termik) veya yakıt enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiye fosil kaynaklı enerji denilmektedir. Fosil

⁸ Goel, a.g.e., s. 27.

⁹ EIA, “Scientific Forms of Energy”

<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/formsofenergy.html>, (Erişim Tarihi: 05.11.2007).

¹⁰ Nejat Veziroğlu ve Frano Barbir, **Hydrogen Energy Technologies**, UNIDO Publications, Vienna, 1998, s. 7.

enerji kaynaklarının başlıcaları; kömür (taş kömürü, linyit kömürü), petrol ve doğal gaz gibi temel kaynaklardır¹¹.

Bunlardan en önemlisi hiç şüphesiz ki *petroldür*. Latince “petra (kaya)” ve “oleum (yağ)” sözcüklerinden türetilmiş olan petrol terimi, daha çok ham petrol denilen sıvı haldeki mineral yağı için kullanılmaktadır. Yapı itibariyle petrol, Yerküre'nin iç kesimlerinde sıvı, gaz veya katı halde bulunan; bitki ve hayvan kökenli doğal hidrokarbonlar karışımına verilen genel addır. Bu terim, ilk olarak Alman Mineralog Georgius Agricola tarafından 1556'da yayımlanan **De Re Metallica (Metaller Üzerine)** adlı eserde kullanılmıştır¹².

Bir diğer fosil enerji kaynağı olan *kömür*, çok eski yıllarda karalarda ilk olarak görülmeye başlayan bitkilerin, tortul kayaçlarda zamanla gömülerek sıkışması ve değişime uğrayarak kömür kıvamına gelmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Kömürün en önemli özelliği, mineral yakıtlar arasında ilk defa kullanılan fosil enerji kaynağı olmasıdır¹³.

Doğal gaz ise, büyük oranda metan, daha az oranlarda etan, propan, bütan, karbondioksit, azot ve helyum gazlarını içeren; renksiz, kokusuz ve yüksek kalorili bir gaz yakıttır. Havaya göre daha hafif bir gaz olduğu için açık havada uçucu bir özelliğe sahiptir. İçindeki karbon miktarının diğer yakıtlara göre az olması, mavi ve mat bir alevle yanmasına ve doğaya salınan karbondioksit miktarının da diğer fosil enerji kaynaklarına göre daha düşük seviyede olmasına neden olmaktadır¹⁴.

1.2.2. Fosil Enerji Kaynaklarının Tarihsel Gelişimi

Fosil kaynaklar, bugüne kadar, toplumların binlerce yıl değişik amaçlarla kullandıkları enerji kaynakları olmuştur. Bu kaynaklardan kömür, büyük miktarlarda

¹¹ Nusret Alemdaroğlu, **Enerji Sektörünün Geleceği, Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar**, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2007-29, İstanbul, 2007, s.13.

¹² Pala, a.g.e., s. 22.

¹³ Şen, a.g.e., s. 45.

¹⁴ Selçuk Arın ve Serap Akdemir, “Seralarda Doğal Gazın Isıtma Amacıyla Kullanılabilirliği”, **Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar dergisi**, B Serisi, Cilt: 3, No: 1, 2002, s. 89.

kullanılan ilk fosil kaynak olma özelliğine sahiptir. Kömüre duyulan ilginin temelinde ise, 16. yüzyılda dünya ekonomisinin liderliğini yapan İngiltere bulunmaktadır. Enerji gereksiniminin genelde orman ürünleri (klasik biyokütle) ile karşılandığı İngiltere’de, 1550-1700 yıllarını kapsayan dönem, enerjide kömüre geçişin yaşandığı ilk dönem olmuştur.

Özellikle buhar makinesinin icadıyla başlayan “Sanayi Devrimi”, ardından bu makinelerin tren ve gemilerle yapılan taşımacılık ve yolculuk etkinliklerine olanak vermesi, kömürü sadece İngiltere’de değil tüm ülkelerde yoğun olarak kullanılan bir enerji kaynağı haline getirmiştir. İçten yanmalı motorun icadıyla petrol, kömürün özellikle taşımacılıktaki üstünlüğüne son vermiş olsa da¹⁵, 2007 yılı itibariyle kömür, küresel elektrik üretimindeki % 40.3’lük payı¹⁶ ile daha fazla tercih edilmektedir.

Petrol ise, kitlesel kullanımı itibariyle kömürden sonra gelmesine karşın, milattan önce 3000’li yıllara dayanan bir geçmişi bulunmaktadır. Önce Sümerlerin, Asurların ve Babillerin; daha sonra ise Perslerin ve Arapların; hekimlikte, yapı inşasında ve savaşlarda kullandıkları petrol, özellikle 19. yüzyılda aydınlatma gereğinin sonucu olarak aranmaya başlanmıştır.

Petrol talebini doğuran ilk olarak aydınlatma gereği olsa bile, talebi büyük boyutlara ulaştıran, 20. yüzyılda buhar enerjisi ve buhar makinesinin yerine geçecek olan içten yanmalı motorların icadı olmuştur. Bunun ardından, Amerikalı **Henry Ford**’un ürettiği otomobillerin yaygınlaşması da, petrolün, dünya enerji piyasasında kendisine etkin bir yer edinmesini sağlamıştır¹⁷.

2. Dünya Savaşı sonrasında kullanımı hızla yaygınlaşan, 1970’li yıllarda iki enerji krizinin doğmasına neden olan ve birçok ülkeyi defalarca karşı karşıya getiren petrol, 2007 yılında küresel enerji tüketimindeki % 43,4’lük payı¹⁸ ile söz konusu önemini korumaya devam etmektedir.

¹⁵ John Fanchi, **Energy in the 21st Century**, World Scientific Publishing, New Jersey, 2005, s. 13.

¹⁶ International Energy Agency (IEA), **Key World Energy Statistics 2007**, IEA Publications, Paris, 2007, s. 24.

¹⁷ Pala, a.g.e., s. 22-24.

¹⁸ IEA, 2007 (Statistics); s. 28.

Diğer bir fosil kaynak olan doğal gazın tarih öncesi kullanımı da milattan önce 100'lü yıllara dayanmaktadır. Bugünkü Irak topraklarında bulunan, döneme ait bazı yazıtlar incelendiğinde, doğal gazın aydınlatma amaçlı kullanıldığı anlaşılmaktadır. 1800'lü yıllar da sokak lambalarının yine doğal gazla yakıldığı dönemlerdir. Ancak, 19. yüzyılın sonlarına doğru büyük şehirlerin sokak aydınlatmalarında elektrik kullanımının başlaması, doğal gaz için yeni kullanım alanları aranmasına neden olmuştur.

Doğal gazın boru hatlarıyla taşınmasına ise yine 19. yüzyılın sonlarından itibaren başlanmıştır. Boru hatlarından ilki, 1891 yılında **Amerika Birleşik Devletleri**'nde (**ABD**) hizmete girerken; çağdaş anlamda doğal gaz taşımacılığı ise 2. Dünya Savaşı sonrasında başlamıştır. 1950 ve 1960'lı yıllarda, sadece ABD'de binlerce mil uzunluğunda boru hatları inşa edilmiştir. Böylece, önceleri aydınlatma amaçlı kullanılan doğal gazdan, daha sonra ısıtma ve elektrik üretimi için yararlanılmıştır¹⁹. 2007 yılına gelindiğinde, küresel elektrik üretiminin yaklaşık 1/5'i (% 19,7) doğal gazdan karşılanmaktadır²⁰.

1.2.3. Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceği

Son elli yıl içinde dünyada hızlı bir değişim süreci yaşanmaktadır. Özellikle nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ve küreselleşmenin getirdiği sosyal refah seviyesindeki ilerleme, enerji talebinin karşılanmasındaki sürdürülebilirlik konusunu öncelikli hale getirmiştir. Diğer taraftan, hızla büyüyen gelişmekte olan ülke ekonomilerinin enerji gereksiniminin artması, dünya enerji talebindeki yükselişin önümüzdeki yıllarda da belirgin ölçüde devam edeceğini göstermektedir²¹. Nitekim, **Uluslararası Enerji Ajansı - International Energy Agency (IEA)** tarafından

¹⁹ US Department of Energy (DOE), "The History of Natural Gas"
http://www.fossil.energy.gov/education/energylessons/gas/gas_history.html,
(Erişim Tarihi: 07.11.2007)

²⁰ IEA, 2007 (Statistics); s. 24.

²¹ Türkiye Çevre Vakfı (TÇV), **Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Yayın No: 175, Önder Matbaacılık, Ankara, 2006, s. 19.

yapılan, 2007-2030 dönemini kapsayan küresel enerji talebindeki % 55'lik artış öngörüsü²² de bu görüşü desteklemektedir.

Yapılan çalışmalar, gelecek dönemde fosil kaynaklardan petrolün en fazla tüketilen enerji kaynağı olma özelliğini koruyacağını, doğal gaz kullanımında belirgin bir artış olacağını, kömür tüketiminde ise özellikle çevresel kaygılardan dolayı büyük bir artış yaşanmayacağını göstermektedir²³. Yine, IEA'nın 2030 için yaptığı öngörülerde, fosil enerji kaynaklarının toplam enerji talebindeki payının, 2005'teki % 80 oranından % 81'e çıkması beklenmektedir²⁴.

Denklemin talep yönünde bunlar yaşanırken arz tarafındaki gelişmeler ise daha farklı ilerlemektedir. Fosil enerji kaynaklarına ilişkin rezervler farklı rakamlarla ifade edilmekle birlikte, gerçek olan ve herkesin üzerinde fikir birliğine vardığı tek şey, bu kaynakların bir gün tükenecek oluşudur. Sorun ise bunun ne zaman gerçekleşeceği.

Bu sorunun cevabına ilişkin rakamların doğruluğunu saptamak, bazı gerçek dışı bilgiler içerebilen araştırma raporları nedeniyle zor olabilmektedir. Bunun sonucunda enerji piyasalarında oluşan yüksek işlem hacimleri ve olağandışı fiyat hareketleri hiç de küçümsenmeyecek seviyelere ulaşmaktadır. Bu konuya örnek olarak, fosil kaynaklar içinde en büyük paya sahip olan petrolü vermek mümkündür.

Sadece 2004 yılında, **New York Ticaret Borsasında - New York Mercantile Exchange (NYMEX)** ortalama günlük kontrat sayısı 150.000, Londra'daki **Uluslararası Petrol Borsasında - International Petroleum Exchange (IPE)** nda ise 75.000 olarak gerçekleşmiştir. Her bir kontratın 1.000 varile karşılık geldiği ve bunun toplamda 225 milyon kağıt varilin el değiştirmesi anlamına geldiği düşünüldüğünde, ortaya çıkan bu rakamın dünya günlük petrol üretiminin yaklaşık

²² IEA, "World Energy Outlook 2007: Fact Sheet- Global Energy Demand", http://www.iea.org/textbase/papers/2007/fs_global.pdf, (Erişim Tarihi: 14.11.2007).

²³ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 19.

²⁴ IEA, **World Energy Outlook 2005**, IEA Publications, Paris, 2005, s. 80.

üç katı olması oldukça dikkat çekicidir²⁵. Kasım 2007 sonuna doğru varili 100 \$ seviyesine yaklaşan petrol fiyatları da bu yöndeki kuşkuları artırmaktadır²⁶.

Rezervlerle ilgili yapılan en sağlıklı çalışmalardan biri, uluslararası enerji otoritelerinin yakından takip ettiği, **British Petroleum (BP)** tarafından her yıl yayımlanan **Statistical Review of World Energy** adlı çalışmadır.

Tablo 2: Fosil Rezervlerin Ortalama Ömrü ve Rezervlerde Başat Ülkeler
(2006 Yılı Sonu)

Kaynaklar	İspatlanmış Rezerv	Yıllık Üretim	Geriye Kalan Rezerv Ömrü (Yıl)*	En Büyük Rezerve Sahip Ülkeler	Tüm Ülkeler İçindeki Payı (%)
Petrol (milyar ton)	164,50	3,914	42	Suudi Arabistan	22
Doğal Gaz (trilyon m ³)	181,46	2,865	63	Rusya	26,3
Kömür (milyar ton)	909,06	6,195	147	ABD	27,1

* İspatlanmış rezervlerin, yıllık üretim miktarına bölünmesi ile elde edilmiştir²⁷.

Kaynak: British Petroleum (BP)., **Statistical Review of World Energy 2007**, Beacon Press, London, 2007, s. 6-34, adlı çalışmadan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 2'ye göre, Kurumun 2007 yılında yayımladığı son çalışmada; petrol için 164,50 milyar ton, doğal gaz için 181,46 trilyon m³ ve kömür için ise 909,064 milyar tonluk ispatlanmış rezerv (proved reserve) olduğu ifade edilmektedir. Bu rakamların yıllık üretim değerlerine bölünmesi sonucu ise; petrol için 42 yıl, doğal gaz için 63 yıl, kömür için ise 147 yıllık ortalama ömrün kaldığı sonucunu çıkarmak mümkündür.

²⁵ Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği (MÜSİAD), **Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği**, Araştırma Raporu: 49, Tavas Matbaacılık, 2006, s. 72.

²⁶ Dünyanın en önemli yatırım bankalarından biri olan Lehman Brothers'ın Stratejisti Rob Subbaraman, petrol fiyatlarındaki hızlı yükselişe, doların Asya para birimleri karşısındaki değer kaybının neden olduğunu ifade ederken; Kore Ulusal Petrol Şirketi Stratejisti Koo Ja-Kown da, doların diğer para birimleri karşısında zayıflamasından dolayı spekülasyon amaçlı paranın petrol piyasasına yöneldiğini ve bunun, petrol fiyatlarındaki yükselişin en mantıklı sebebi olduğunu belirtmektedir. Angela Moon, "Oil Spikes to Record above \$ 99 on Dolar, US Chill", (21.11.2007), <http://africa.reuters.com/wire/news/usnSP107079.html>, (Erişim Tarihi: 21.11.2007).

²⁷ Bu rakamlar, rezervlere ilişkin ipucu vermesi açısından yararlıdır. Teknolojik gelişmeler sonucu yeni kaynakların ortaya çıkarılması ortalama kaynak ömrünü uzatacağı gibi; kaynak tüketiminde yaşanacak hızlı artışların da ortalama ömrü azaltacağı dikkate alınmalıdır.

Ülkeler bazında değerlendirme yapıldığında ise; petrolde Suudi Arabistan (% 22 pay), doğal gazda Rusya (% 26,3 pay) ve kömürde ABD (% 27,1 pay) en büyük rezerve sahip ülkelerdir. Bu ülkeler, sahip oldukları rezerv gücüyle, fosil kaynaklara dayalı sanayi yapısı devam ettiği sürece birçok ülkeyi kendilerine bağımlı hale getirmeye devam edecektir.

1.3. NÜKLEER ENERJİ

Sanayileşme hareketini hızlandıran ve bugünün enerji sistemini kuran fosil enerji kaynaklarına ilk ciddi seçenek nükleer enerji olmuştur. Elektrik üretiminde kullanılmaya başlandığından bugüne kadar geçen sürede, çeşitli kesimlerin üzerinde yoğun olarak tartıştığı nükleer enerji, 20. yüzyılın en önemli buluşlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Bu bölümde ise, ilk olarak, nükleer enerji teknolojisi ana hatlarıyla incelenecek; daha sonra tarih içindeki gelişimi ve farklı kesimlerin görüşleri olumlu ve olumsuz yönleriyle değerlendirilecektir.

1.3.1. Nükleer Enerji Teknolojisi

Dünya kamuoyunda yıllarca tartışılan nükleer enerji kısaca; bir atom çekirdeğinin bölünmesi (filyon) veya radyoaktif bozunumu sonrası, kütlelerin toplamı farkından dolayı açığa çıkan bir enerji olarak ifade edilmektedir. Nükleer santraller, bölünme sonucu açığa çıkan bu enerjiden kontrollü ve sürekli olarak elektrik enerjisinin üretildiği sistemlerdir. Burada kullanılan yakıt, doğal veya zenginleştirilmiş (uranyum oranının artırılması) şekildeki uranyum maddesidir²⁸.

Nükleer enerjiden elektrik üretimi ise şu şekilde gerçekleşmektedir: Temel olarak filyon (bölünme) sonucu açığa çıkan nükleer enerji, nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine dönüşmekte ve bu ısı enerjisi, bir soğutucu

²⁸ Mehmet Tombakoğlu, “Nükleer Santrallerde Enerji Üretimi ve Personel Eğitimi”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi (TASAM)**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006, s. 54-55.

yardımla çekilerek bazı sistemlerde doğrudan, bazı sistemlerde ise türbin sisteminde önce kinetik enerjiye, daha sonra da jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülmektedir²⁹.

Bunun yanı sıra nükleer teknolojiye, “*Ardı ardına engeller*” kavramı oldukça önemli bir yere sahiptir. Herhangi bir kazaya karşı, kazanın oluştuğu noktayı ve radyasyonu kontrol altına almak için alınacak önlemleri ifade etmektedir. Bu amaçla ise tek engel değil, en az beş katlı bir engeller bütünü oluşturulması gerekmektedir.

Bu engellerden ilk üçü, genel olarak tüm nükleer santrallerde bulunmaktadır. Önemli olan ise dördüncü ve beşinci seviyedeki engellerdir. Dördüncü engel, nükleer santralin çelik astarla donatılması; beşinci engel yapılan çelik astarın üstünün betonla kapatılmasıdır. **Çernobil Santrali**'nde bulunmayan bu engeller, reaktörlerin patlamamasını ve deprem gibi olası tehlikelere karşı güvenliği sağlayan önlemlerdir³⁰.

1.3.2. Nükleer Enerjinin Tarihsel Gelişimi

1934 yılında, İtalyan Fizikçi **Enrico Fermi**'nin, nötronların birçok atom türünü parçalara ayırdığını ve bu nötronların uranyum maddesiyle tepkimeye girdiğinde beklenen elementlerden daha fazla hafif elementin ortaya çıktığını keşfetmesi, 20. yüzyılın yeni enerji kaynağının temelini atan olay olmuştur.

Fermi ile birlikte **O. Hahn, F. Strassman, L. Meitner, O. Frisch, N. Bohr** ve **L. Szilard** gibi bilim adamlarının, yaklaşık sekiz yıl süren çalışmaları sonucunda; 2 Aralık 1942 sabahı **Chicago-1** adlı nükleer santralin açılışı yapılarak, nükleer çağa doğru ilk adım atılmıştır.

²⁹ Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), “Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi”, http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/nuk_elektrik.html, (Erişim Tarihi: 08.11.2007).

³⁰ Yalçın Sanalan, *AB'nin Enerji Politikaları ve Türkiye'ye Yansımaları Konferansı-3* (19.09.2003), Ankara: **Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı (UPAV)**, Ankara, 2003, s. 173.

Nükleer enerjinin öncülüğünü yapan ABD ise bu konudaki ilk uygulamayı, 2. Dünya Savaşı sırasında Japonya'ya iki atom bombası atarak gerçekleştirmiştir. Ancak aynı ABD, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılmasına yönelik çalışmalara da, 2. Dünya Savaşı'nın hemen ardından başlamıştır. Bu amaçla, ilk olarak 1946 yılında, **Atom Enerjisi Komisyonu - Atomic Energy Commission (AEC)** kurulmuş, daha sonra 1951'de, elektrik enerjisi üreten ilk nükleer santral ABD'de hizmete girmiştir³¹.

ABD'nin bu çalışmalarını, 1957 yılında **Birleşmiş Milletler (BM)** bünyesinde kurulan **Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - International Atomic Energy Agency (IAEA)** izlemiştir. "Barış için Atom" sloganıyla etkinlik gösteren örgüt, güvenli ve barışçıl nükleer teknolojilerin oluşturulması anlayışıyla çalışmalarını sürdürmektedir³². 1958'de ise, **Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET)** ülkeleri tarafından **Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu – European Atomic Energy Community (EURATOM)** kurulmuştur. Ülkelerin bu topluluğu kurmaktaki amacı, atom enerjisini sanayi ve enerji üretiminde barışçıl amaçlar için kullanmaktır. Ancak daha sonra petrolün, Afrika'nın güneyinden dev tankerlerle taşınması ve fiyatlarda da 1970'li yıllara kadar önemli bir artış olmaması, EURATOM'un işlevlerini önemli oranda azaltmıştır³³.

1960'lı yıllar ise nükleer enerji sanayisinin yapılanmaya başladığı bir dönem olmuştur. Ticari nitelikteki ilk nükleer santraller, ABD'nin iki büyük şirketi **Westinghouse** ve **General Electric** öncülüğünde hayata geçirilmiş; bu santralleri Fransa, Kanada ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nde (SSCB) devreye sokulan santraller izlemiştir³⁴.

³¹ University of Missouri Nuclear Engineering ve US Department of Energy (DOE/NE), "The History of Nuclear Energy", http://www.nuc.umr.edu/nuclear_facts/history/history.html, (Erişim Tarihi: 18.10.2007).

³² International Atomic Energy Agency (IAEA), "The 'Atoms for Peace' Agency", <http://www.iaea.org/About/index.html>, (Erişim Tarihi: 15.10.2007).

³³ Rıdvan Karluk, **Avrupa Birliği ve Türkiye**, Beta Yayınları, İstanbul, 2005, s.17.

³⁴ Australian Uranium Association, Uranium Information Centre (UIC), "History of Nuclear Energy", <http://www.uic.com.au/nip50.htm>, (Erişim Tarihi: 07.11.2007).

1960'lı ve 1970'li yıllarda birçok şirketin ekonomik, çevreye duyarlı ve güvenilir olarak gördüğü nükleer santrallere yönelik ilgi, 1980'lerde ise azalma eğilimine girmiştir. Nükleer enerjiden üretilen elektrik enerjisine yönelik talep azalmış, sanayinin büyümesi yavaşlamış ve nükleer enerjiye yönelik şüpheler (atık sorunu, reaktör güvenliği) artmaya başlamıştır. Özellikle 1986 yılındaki *Çernobil* ve 1990 yılındaki *Three Mile Island* nükleer kazaları, sahip olunan bu olumsuz düşünceleri destekleyen iki önemli olay olmuştur³⁵.

Yaşanan bu gelişmelere karşın, Ekim 2007 sonu itibariyle 31 ülkede toplam 439 nükleer santral elektrik enerjisi üretimi için etkinlik göstermektedir. Bunlara ek olarak, toplam 32 tane santral de yapım aşamasında bulunmaktadır³⁶. İşletmede bulunan santraller ise, toplam elektrik üretiminin % 15,2'sini karşılamaktadır³⁷. Bununla birlikte, petrole olan bağımlılık, enerji arz güvenliğini sağlama ve zehirli gaz salınımlarını belli bir sınırın altına düşürme zorunluluğu gibi etkenler de, nükleer enerjinin ciddi bir şekilde gündemde kalmasını sağlamaktadır³⁸.

1.3.3. Nükleer Enerjiye Yönelik Görüşler

Nükleer enerjinin ticari olarak kullanılmaya başlanmasından itibaren yaklaşık yarım yüzyıl geride kalmıştır. Bu süre içinde, fosil enerji kaynaklarına karşı ciddi bir seçenek olması düşünülen nükleer enerjiden, gerek yaşanan nükleer kazalardan, gerekse dönemsel gelişmelerden dolayı istenilen seviyede yararlanılamamıştır.

Ağırlıklı olarak olumsuz düşüncelerin gündemde olduğu nükleer enerji konusunda, şüphesiz ki olumlu yaklaşımlar da bulunmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde birbirine karşıt iki görüşün bir arada incelenmesi ise, nükleer enerji gerçeğine daha nesnel bakılmasına yardımcı olacaktır.

³⁵ DOE / NE, "The History of Nuclear Energy", http://www.nuc.umr.edu/nuclear_facts/history/history.html, (Erişim Tarihi: 18.10.2007).

³⁶ TAEK, "Nükleer Enerjinin Dünyadaki Durumu Nedir?", <http://www.taek.gov.tr/bilgi/sss/durum.html>, (Erişim Tarihi: 08.11.2007).

³⁷ IEA, 2007 (Statistics); s. 24.

³⁸ Levent Eler, *AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları Konferansı-3* (19.09.2003), Ankara: UPAV, Ankara, 2003, s. 175.

1.3.3.1. Nükleer Enerjiye Yönelik Olumsuz Görüşler

Nükleer enerji hakkındaki eleştirilerin başında, bu enerji kaynağının barışçıl amaçlarla kullanılmadığı ve bundan sonra da kullanılmayacağı görüşü yer almaktadır³⁹. Bazı devletlerin nükleer silah yapmayı, nükleer santraller kurmaya kıyasla daha kolay, hızlı ve ucuz bir yol olarak değerlendirdiği ve aynı ülkelerin, elektrik üretiminden bağımsız olarak nükleer bomba geliştirmiş olduğu bilinmektedir.

Nitekim, nükleer enerjinin korkuyla karışık hayranlık uyandıran bu gücüne, Ağustos 1945'te Japonya'ya atılan iki atom bombasıyla tüm dünya şahit olmuştur. İran'ın ve Kuzey Kore'nin de, barışçıl amaçlar dışında kullanımı için nükleer enerjiye ve uranyum zenginleştirme etkinliklerine ağırlık verdiği çeşitli ülkeler tarafından dile getirilmektedir. Ancak bu amaçlara yönelik çalışmaların olduğu, ilgili makamlarca henüz doğrulanamamıştır.

Nükleer enerji konusunda yapılan ikinci bir eleştiri ise atıkların depolanmasına ilişkindir. Dünya genelinde, bini aşkın ticari, askeri ve araştırma amaçlı nükleer santralin işletmede olduğu⁴⁰ ve bu santrallerin 50 yılda, milyonlarca yıllık atık çıkardığı göz önüne alındığında, hangi ülke vatandaşlarının bu atıkların yaratacağı bedeli ödemek zorunda kalacakları önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu duruma en çarpıcı örneklerden biri, Türkiye'nin, ABD ve Fransa ile yaptığı ve bu ülkelerin nükleer atıklarının 15 yıllık bir süreyle Türkiye'ye aktarılmasını da içeren ikili anlaşmalardır⁴¹.

³⁹ “Yenilenebilir Enerji Türkiye'nin Çıkış Yolu”, **Kayseri Sanayi Odası dergisi**, Sayı: 67, Ocak-Şubat 2007, s. 45.

⁴⁰ Bu kısımda; M.Oktay Alniak, “Kontrol Edilebilen Gücün Yararı”; Necmi Dayday, “Nükleer Teknoloji ve Uluslararası İlişkiler”; Sema Z. Baykara, “İklim Değişikliği, Alternatif Enerji Seçenekleri ve Nükleer Enerji”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006, s. 94; 97;144, adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

⁴¹ “Yenilenebilir Enerji Türkiye'nin Çıkış Yolu”, **Kayseri Sanayi Odası Kayso Bilgi dergisi**, Sayı: 67, Ocak-Şubat 2007, s. 47; “5067 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Fransa Cumhuriyeti Hükümeti Arasında Nükleer Enerjinin Barışçıl Amaçlı Kullanımı İçin İşbirliği Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” ve “5068 sayılı Türkiye Cumhuriyeti ile Amerika Birleşik Devletleri Arasında Nükleer Enerjinin Barışçıl Kullanımına İlişkin İşbirliği Anlaşması ve Eki Mutabakat Zaptının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25352; 20.01.2004.

Nükleer enerjiye yönelik diğer bir eleştiri, santrallerin güvenliğiyle ilgilidir. Bilindiği üzere, nükleer santralin kalbinde fisyon diye adlandırılan nükleer tepkimeler (reaksiyonlar) meydana geldiğinden, ortaya radyoaktif fisyon ürünleri ve radyasyon çıkmaktadır. Açığa çıkan bu radyasyonun ekolojik hayata (canlı hayatı ve çevreye) en az seviyede etki etmesi ise, nükleer santrallerde kullanılan teknolojiye bağlıdır. Günümüzde, etkinlikte bulunan birçok nükleer santral, ikinci ve üçüncü nesil olarak ifade edilen santrallerdir. Bazı ülkeler ise dördüncü nesil santrallerin tasarımı için çalışmalarını sürdürmektedirler. Ancak, dördüncü nesil santraller hayata geçirilse bile, “artan risk” olarak tarif edilen risk hiçbir zaman ortadan kalkmayacaktır. Bu riskin daha da azaltılmasının ise çok büyük harcamaları zorunlu kılması, olayın diğer bir olumsuz yönünü oluşturmaktadır⁴².

Yeni nesil santrallere yönelik bu çalışmalar yapılırken, Almanya ve Fransa gibi gelişmiş ülkeler de, Türkiye gibi bu alanda deneyimi olmayan ülkelere, eski nükleer teknolojilerini pazarlamaya çalışmaktadır⁴³. Ortaya çıkan durum da, bu ülkelere kurulması planlanan nükleer santrallerin ne derece güvenli olacağına ilişkin soru işaretleri yaratmaktadır.

1.3.3.2. Nükleer Enerjiye Yönelik Olumlu Görüşler

Nükleer enerji konusunda olumlu tavır sergileyen uzmanlar, nükleer enerjinin iki temel yönüne vurgu yapmaktadırlar. Bunlardan ilki, nükleer enerjinin, ülkelerin fosil enerji kaynaklarına ve dolayısıyla dışa olan bağımlılığını azaltacak veya ortadan kaldıracak yerli bir kaynak olması; ikincisi ise, canlılara ve çevreye olan etkisinin çok daha kabul edilebilir bir seviyede olmasıdır.

Enerji talebinin; nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve sanayileşme gibi etkenlerden dolayı hem ülke bazında hem de küresel bazda artacağı düşünüldüğünde;

⁴² Bu kısımda; Cemal Niyazi Sökmen, “Yeni Nesil Reaktörler: Tasarım Kriterleri”; Ulvi Adaloğlu, “Nükleer Enerji Opsiyonunun Güvenliği”; Emin Özbaş, “Nükleer Santraller ve Çevre İlişkileri”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006, s. 59; 67; 116, adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

⁴³ “Yenilenebilir Enerji Türkiye’nin Çıkış Yolu”, **Kayseri Sanayi Odası Kayso Bilgi dergisi**, Sayı: 67, Ocak-Şubat 2007, s. 47.

nükleer santraller enerji yoğun santraller olduğundan dolayı, dışa bağımlılıkta fosil kaynaklara göre daha uygun olarak nitelendirilmektedir⁴⁴. Ayrıca, fosil kaynakların bir gün biteceği gerçeği göz önüne alındığında da yerleşmiş bir sistem olan nükleer enerjinin yok sayılmaması gerekmektedir⁴⁵.

Bunun yanı sıra, dışa bağımlılık ögesine ilişkin olarak, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi de önemli bir husustur. Petrol ve doğal gaz arzında zaman zaman yaşanan sıkıntılar, bu kaynaklara gereksinim duyan ülkelerdeki üretimi ve hayatı doğrudan etkilemektedir. Böyle durumlarda nükleer santraller, ülkelere enerji çeşitliliği sağlayacak bir seçenek olmaktadır⁴⁶.

Özellikle, ABD ve Kanada'da nükleer santral yanlılarının öne sürdükleri en önemli sav, özellikle Irak Savaşı'ndan sonra petrol fiyatlarındaki hızlı yükselişe gündeme gelen enerji bağımlılığı olmuştur. ABD'de, "Şahinler" olarak adlandırılan grup ve "Wall Street çevreleri" nükleer enerjiyi, dış kaynaklı petrole bağımlılıktan kurtulmak için bir çare olarak sunmaktadır⁴⁷. AB de, 2007 yılı başında açıkladığı yeni enerji izleminde (stratejisinde), gelecek 20-30 yıl içerisinde % 70'lere ulaşması öngörülen dışa bağımlılık nedeniyle⁴⁸ nükleer enerji seçeneğini göz ardı edememektedir⁴⁹.

Nükleer enerjiye verilen desteğin ikinci temel nedeni ise çevresel etkilerle ilgilidir. Nükleer enerji, fosil enerji kaynaklarının yarattığı ölçüde sera gazı salınımına neden olmamaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) miktarının, kilowatt saat (KWh) başına, fosil kaynaklarda 100-350 gram, nükleer enerjide ise 3-5 gram arasında olması ve elektrik üretiminde

⁴⁴ A.Beril Tuğrul, "Türkiye'nin Nükleer Enerji Seçeneği", *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006, s. 27, 35.

⁴⁵ Saylan, a.g.m., s. 172, 174.

⁴⁶ TAEK, "Nükleer Teknolojinin Ülkemize Kazandırdıkları", http://www.taek.gov.tr/bilgi/elkitabi_brosur/brosurler/genel/15.html, (Erişim Tarihi: 08.11.2007).

⁴⁷ Nilgün Baydoğan, "Endüstriyel ve Ekonomik Gelişimde Nükleer Teknolojinin Etkisi", *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006, s. 41.

⁴⁸ Eler, a.g.m., s. 177.

⁴⁹ "AB'nin Yeni Enerji Stratejisi", **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl:12, Sayı: 2, Şubat 2007, s. 36.

kullanılan santrallerin, toplam karbondioksit salınımını % 17 oranında azaltması, nükleer enerjinin çevreye yönelik katkısını ortaya koymaktadır⁵⁰.

Dünya Yeşiller Hareketi'nin kurucularından Prof. James Lovelock ve Patrick Moore başta olmak üzere pek çok çevreci uzman da, küresel sıcaklıktaki aşırı yükselmenin yarattığı tehlikeyi aşmanın nükleer enerjiden başka yolu bulunmadığını belirtmişler ve çevreci kuruluşları, küresel bir felaketi engellemek için nükleer enerjiyi desteklemeye çağırmışlardır⁵¹.

Sonuç olarak nükleer enerji, sahip olanın elinde etkili bir güç konumundadır. Önemli olan, bu gücün ne derece kontrol edilebilir olduğudur. Bunu sağlayacak olan ise teknolojidir. Aksi halde bu gücü doğru kullanmak hiçbir zaman mümkün olmayacaktır⁵². Bu açıdan, her iki karşıt görüş değerlendirildiğinde ortaya çıkan sonuç; iyi veya kötü enerji kaynağının değil, iyi veya kötü teknolojinin olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır.

1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE KAYNAKLARI

İspatlanmış fosil rezervlerinin yanı sıra henüz keşfedilmemiş rezervler de düşünüldüğünde, önümüzdeki on yıllarda rezervlerin yeterliliği açısından sorun olmayacağı görülmektedir⁵³. Ancak, bugünden bakıldığında oldukça uzun bir zaman olduğu izlenimini veren bu veriler, fosil kaynakların bir gün biteceği gerçeğini değiştirmemektedir.

Bununla birlikte, nükleer enerjiye yönelik olumsuz tutum ve davranışların gelecek yıllarda da devam edebileceği dikkate alındığında, uzun vadede insanoğluna

⁵⁰ TAEK, "Nükleer Enerji ve Çevre", http://www.taek.gov.tr/bilgi/elkitabi_brosur/brosur/taek/genel/4.html, (Erişim Tarihi: 08.11.2007).

⁵¹ Bilge Özgener, "Küresel Isınma ve Nükleer Enerji", *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006, s. 127.

⁵² Almak, a.g.m., s. 95.

⁵³ Necdet Pamir, "Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler", **Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Türkiye 5. Enerji Sempozyumu (21-23.12.2005, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 2005, s. 62.

ve ekolojik hayata olumlu etki sağlama olasılığı bulunan bir tek enerji kaynağı kalmaktadır: Yenilenebilir enerji.

Çalışmanın bu bölümünde ise, yenilenebilir enerji kavram ve kaynakları üzerine bir değerlendirme yapılacaktır; tarih boyunca yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında yaşanan gelişmeler ve diğer enerji kaynaklarına göre önemini artıran ögeler incelenecektir.

1.4.1. Yenilenebilir Enerji Kavramı

Üzerinde ortak bir terimler dizgesinin (terminolojinin) oluşmadığı, aslında Yeryüzü'nde hep varolan, ancak nimetlerinden yeterince yararlanılmayan enerji kaynaklarını “yenilenebilir” olarak ifade etmek için, birtakım ögelerin mevcut olması gerekmektedir.

Bu ögelere göre;

- * Kaynak, doğal ortamda sürdürülebilir veya tekrarlanabilir olmalı,
- * Kaynakta, birim zamanda üretilen enerji, birim zamanda kaynaktan çekilen enerjiye eşit olmalı,
- * Enerjinin kaynağı; Güneş, Dünya'nın dönüşü ve yer çekimi olmalıdır⁵⁴.

Bu açıdan, yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bir çoğunluğu enerjisini doğrudan veya dolaylı olarak Güneş'ten almakta, dolayısıyla bu kaynaklar sürekli olarak yenilediğinden tükenmemektedir. Potansiyeli olan ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda son yıllarda yararlanılan enerji kaynakları “yeni”; tükenmeyen, eksilmeyen kaynaklar da “yenilenebilir” enerji kaynakları olarak ifade

⁵⁴ Onbaşıoğlu, a.g.m., s. 59.

edilmektedir⁵⁵. Yenilenebilir enerji terimini de, doğal ortamda sürekli ve tekrarlı biçimde ortaya çıkan akımlardan elde edilen veya kullanıldıkça aynı oranda beslenen enerji olarak tanımlamak mümkündür⁵⁶.

Bu açıklamaların ardından, yenilenebilir enerji kaynaklarının uluslararası kuruluşların çalışmalarında ve resmi belgelerde ne şekilde yer aldığını belirtmek, kaynaklar ve ülkeler arasında sağlıklı bir karşılaştırmanın yapılabilmesi açısından yararlı olacaktır.

. **AB:** Birliğin, Eylül 2001’de hazırladığı 2001/77/EC sayılı Yönerge’nin 2. maddesinde; “*Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilir ve fosil olmayan (rüzgar, güneş, jeotermal, dalga, gelgit, hidroelektrik, biyokütle, biyogaz, pis su arıtma tesisleri gazı ve biyogazı) enerji kaynaklarıdır*” ifadesi yer almaktadır. Bu Yönerge’de ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılması amacıyla, 10 Megawatt (MW) ve altında kurulu güce sahip olan hidroelektrik santralleri de yenilenebilir enerji kapsamına alınmıştır⁵⁷.

. **IEA:** Ajans, yenilenebilir enerjiyi; “*Sürekli olarak yenilenen doğal süreçlerden elde edilen enerji*” olarak tanımlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında ise, yaygın olarak kullanılan hidroelektrik, güneş ve rüzgar enerjilerinin yanı sıra, biyokütle ve jeotermal enerjiyi de belirtmektedir⁵⁸.

⁵⁵ Ahmet Eniş, “Enerji Politikaları; Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **TMMOB Türkiye 5. Enerji Sempozyumu (21-23.12.2005, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 2005, s. 177.

⁵⁶ Şen, a.g.e., s. 44.

⁵⁷ “Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market”, **Official Journal of the European Communities**; 27.10.2001, http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/2001/l_283/l_28320011027en00330040.pdf, (Erişim Tarihi: 09.10.2007).

⁵⁸ IEA, **Renewables for Heating and Cooling**, Renewable Energy Technology Deployment, Paris, 2007, s. 1.

. **BM:** Küresel iklim değişikliğine yönelik etkili çalışmalarıyla bilinen örgüt, yenilenebilir enerji kaynaklarını; rüzgar, güneş, jeotermal, hidroelektrik, biyokütle, dalga ve gelgit enerjileri olarak ifade etmektedir⁵⁹.

. **Türkiye:** Türkiye’de, yenilenebilir enerjiye yönelik resmi bir ifadenin, 2005 yılında çıkartılan “5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”da yer aldığı görülmektedir. Buna göre yenilenebilir enerji kaynakları; hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı ve gelgit gibi fosil olmayan enerji kaynaklarıdır. Bunun yanı sıra, kanal veya nehir tipi santraller ile rezervuar alanı 15 kilometrekarenin (km²) altında olan hidroelektrik tesisler de, yenilenebilir enerji kaynakları arasına dahil edilmiştir⁶⁰.

1.4.2. Yenilenebilir Enerjinin Tarihsel Gelişimi

Binlerce yıl odun, rüzgar, 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 oynamıştır⁶¹.

Ünlü Gelecek Bilimci **Alvin Toffler**’ın ifadesiyle “Birinci Dalga” toplumlarının enerji kaynağı, 18. yüzyılın sonlarında başlayan Sanayi Devrimi’nin öncesine kadar işte bu kaynaklar olmuştur. Isınmak veya yemek pişirmek için ağaçlar kesilmiş; tarlalar hayvanlar yardımıyla sürülmüş; gelgitle, akarsuyla işleyen çarklar ve yel değirmenleri kullanılmıştır. Ancak, her defasında doğa, kesilen ağaçların, yelkenleri şişiren rüzgarın, çarkları çeviren nehir sularının yerine yenilerini getirmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılan bu kaynaklar insan hayatındaki ağırlıklı yerini, 1712 yılında, buhar makinesinin **Thomas Newcomen**

⁵⁹ United Nations (UN), Department of Economic and Social Affairs, **Increasing Global Energy Demand Market Share: Recent Trends and Perspectives**, United Nations Publications, 2005, s. 2.

⁶⁰ “5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25819; 18.05.2005.

⁶¹ Şen, a.g.e., s. 16.

tarafından yapılmasından sonra fosil kaynaklara bırakmaya başlamıştır⁶². İlk olarak, kömür yataklarının demir ve diğer madenlerin eritilmesine yaraması ve buhar makinelerinde uzun mesafelere taşınabilmesiyle sanayileşme hızlı bir biçimde artmış⁶³; ardından, 1859 yılında ABD'nin Pennsylvania eyaletinde **Edwin L.Drake**'in açtığı kuyuyla petrol, ilk kez ticari olarak işletilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır⁶⁴. 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 kaynaklarının⁶⁵ öneminin azalmasına neden olmuştur.

Ancak, 1970 yıllarında ortaya çıkan petrol krizleri ve enerji fiyatlarında yaşanan yükseliş, bir taraftan enerji kaynaklarının nasıl daha verimli kullanılacağı sorusunu; diğer taraftan, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir. 1980'lerde petrol fiyatlarında görülen önemli düşüş, fosil kaynakları tekrar cazip hale getirdiyse de⁶⁶, 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 sağlamıştır⁶⁷.

1.4.3. Yenilenebilir Enerjinin Önemi

Yenilenebilir enerjinin tarihsel süreç içindeki yolculuğu incelendiğinde, dönemsel gelişmelerin, yenilenebilir kaynakların kullanım seviyesindeki değişkenliği oldukça artırdığı görülmektedir. Özellikle, 18. yüzyılın sonlarına doğru başlayan sanayileşme hareketi, yenilenebilir enerji için bir dönüm noktası olmuştur.

⁶² Alvin Toffler, **Üçüncü Dalga**, (çev: Ali Seden), Altın Kitaplar Basımevi, İstanbul, 1996, s. 46.

⁶³ Şen, a.g.e., s. 16.

⁶⁴ Pala, a.g.e., s. 23.

⁶⁵ DOE, “Renewable Energy”,

<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/renewable.html>,

(Erişim Tarihi: 15.10.2007).

⁶⁶ Şen, a.g.e., s. 17.

⁶⁷ 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 (UPAV)**, Ankara, 2003, s. 89.

İçinde bulunulan çağ, sanayileşme hareketinin hızla devam ettiği bir çağ olmasına karşın, hareketin dayalı olduğu fosil enerji kaynakları, sistemin sürdürülebilirliğini hem insanlar hem de ekolojik yapı açısından artık mümkün kılmamaktadır. 1970’li yıllardan itibaren dünyada yaşanan ekonomik, siyasi ve çevresel gelişmeler de bu durumu desteklemektedir. Bu açıdan, gelişmeleri ana hatları ile incelemek, yenilenebilir enerjinin neden tekrar gündemde olduğunun anlaşılmasında yararlı olacaktır.

1.4.3.1. Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkiler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artıran ögelerin başında, toplumların taşıdığı çevresel kaygılar gelmektedir. Küresel ısınma, iklim değişikliği, atmosfer kirliliği veya sera etkisi gibi değişik kelimelerle adlandırılabilir bu kaygıların temelinde, büyük miktarlarda kullanılan fosil yakıtların atmosfere bıraktıkları zararlı gazların artması yatmaktadır. Bunlardan küresel ısınma, yeryüzü sıcaklığının bu gazlar dolayısıyla (her 10 yılda 0,3 °C) artması anlamına gelmektedir. Bu gazlar arasında en önemli olanı ise karbondioksit gazıdır⁶⁸.

Yerküre ve çevresinde yaşanan bu değişikliklerin yarattığı kaygılar günümüzde öyle bir seviyeye ulaşmıştır ki, atmosfere en çok sera gazı⁶⁹ salınımı yapan ülkelerden ABD’nin Eski Başkan Yardımcısı **Al Gore** bile, ani iklim değişikliğine ve onun yarattığı olumsuz etkilere dikkat çekmek için, yılda 100 milyon \$ tutarında bir reklam kampanyasını yürütme kararı almıştır⁷⁰.

Sanayileşme seviyesi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi gösteren bu örnek, sadece ABD ile sınırlı değildir. Özellikle, son on yıllık dönemde ekonomik olarak büyük ivme yakalayan ülkeler de yaşanan bu olumsuzluklara ortak olmaktadır.

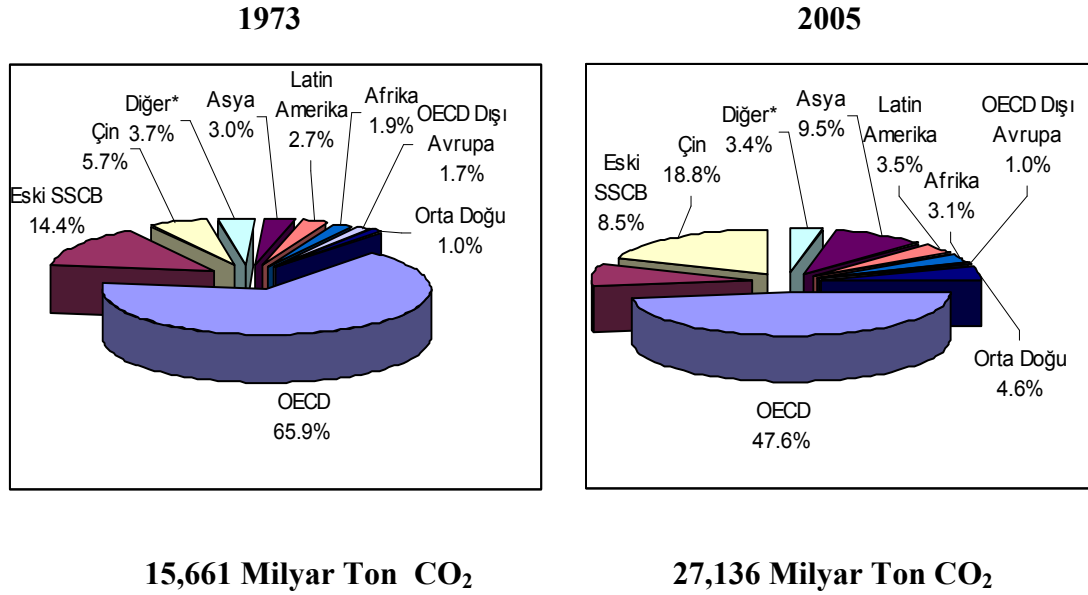
⁶⁸ Şen, a.g.e., s. 27.

⁶⁹ Sera gazları, hem doğal, hem de insan kaynaklı olup atmosferdeki kızıl ötesi radyasyonu emen ve tekrar yayan gaz oluşumları anlamına gelmektedir. Bu gazlar; karbondioksit (% 55), kloroflora karbonlar (% 24), metan (% 15) ve azot oksit (% 6) gazlarından oluşmaktadır. Şen, a.g.e., s. 31; T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, **Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**, (Türkçe Basım), Ağustos 2004, s. 5.

⁷⁰ Steve Hargreaves, “Al Gore’s \$ 100M Climate Ad Blitz”, (12.10.2007), http://money.cnn.com/2007/10/12/news/economy/energy_consumption/index.htm?postversion=2007101209, (Erişim Tarihi: 21.10.2007).

Şekil1, belirli sanayileşme seviyelerinde olan ülkelerin yaklaşık otuz yıllık dönemde, doğanın tahribatını ne ölçüde etkilediklerini göstermektedir.

Şekil 1: Küresel Karbondioksit Gazı Salınımının Bölgesel Dağılımı (1973 ve 2005)



* Uluslararası Hava ve Deniz Taşıtlarının Yayıdığı Karbondioksit Oranı

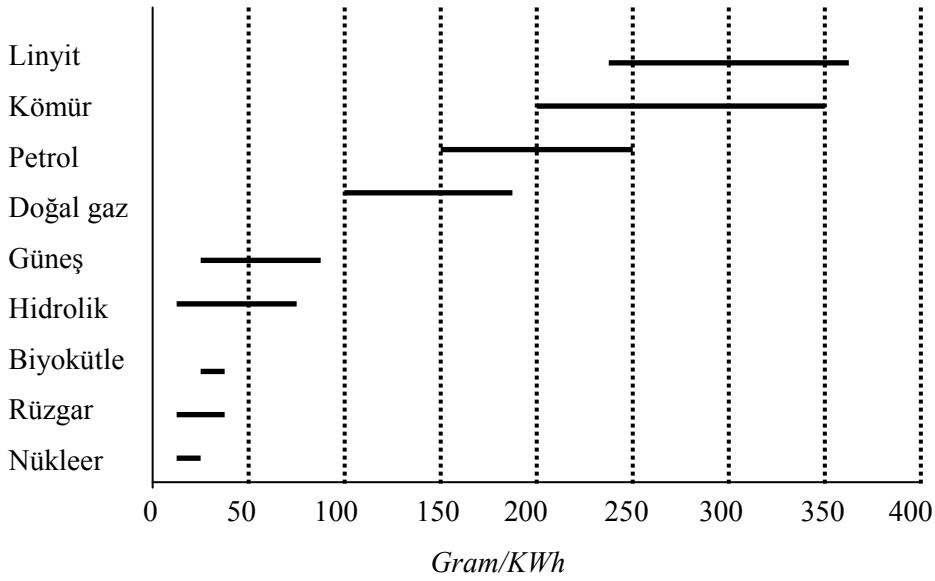
Kaynak: IEA., 2007 (Statistics); s. 45.

Şekil 1’den çıkartılabilecek en önemli sonuç; Dünya’nın otuz yıl gibi kısa bir zaman diliminde yaklaşık iki katı daha fazla kirletilmiş olmasıdır. 1973 yılında atmosfere bırakılan karbondioksit miktarı **15,661 milyar ton** iken, 2006 yılı başında bu rakam **27,136 milyar tona** yükselmiştir. Ortaya çıkan bu yeni görünümde, **Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütüne - Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)** üye ülkelerin payının azalması dikkat çekmektedir. Buna karşın, aynı oranda fakat ters yönde bir değişim ise, başını Çin’in⁷¹ çektiği Asya ülkelerinde yaşanmaktadır. Bu nedenle, oluşan tabloyu, gelişmiş ülkelerin karbon salınımını da Doğu’ya ihraç ettiğinin bir göstergesi olarak değerlendirmek mümkündür.

⁷¹ Çin, 2006 yılı sonu için yapılan değerlendirmede, ABD’nin önüne geçerek 1 numaralı sera gazı üreticisi ünvanını almıştır (Çin: %44, ABD: %36). Bu durumun ortaya çıkmasında en önemli etmen ise, Çin’in, küresel kömür tüketimindeki artışın yaklaşık 2/3’ünü tek başına gerçekleştirmesidir. Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), “China Now No.1 in CO₂ Emissions; USA in Second Position”, (19.10.2007), <http://www.mnp.nl/en/service/pressreleases/2007/20070619Chinanowno1inCO2emissionsUSAinsecondposition.html>, (Erişim Tarihi: 09.11.2007).

Doğal hayatın kirlenmesinde ülkelerin ve bölgelerin paylarını ortaya koyan bu şekil, bunun temel nedeninin fosil enerji kaynakları olduğunu da göstermektedir. Ancak, fosil kaynakların bu gelişmelerdeki konumu ve yenilenebilir enerji kullanımının artması halinde gelecek nesillere nasıl daha iyi bir hayat bırakılabileceği Şekil 2’de görülmektedir.

Şekil 2: Farklı Enerji Kaynaklarının Ürettiği Karbondioksit Miktarı



Kaynak: TAEK., “Nükleer Enerji ve Çevre”,

http://www.taek.gov.tr/bilgi/elkitabi_brosur/brosurler/genel/4.html,

(Erişim Tarihi: 08.11.2007).

Şekil 2’ye göre; yakıtın çıkarılması, taşınması, işlenmesi ve kullanılmasını kapsayan elektrik üretimi zincirinde ortaya çıkan karbondioksit miktarı, fosil kaynaklarda 100-350 gram/KWh arasında iken, yenilenebilir kaynaklarda 100 gram/KWh seviyesinin oldukça altında gerçekleşmektedir. BM’nin yaptığı bir çalışmada, 2030 yılındaki enerji tüketiminin, 2005 yılı değerlerine kıyasla yaklaşık % 60 oranında artacağına işaret etmesi dikkate alındığında, gelecekteki durumun ne ölçüde ciddi olabileceği daha kolay anlaşılmaktadır⁷².

⁷² UN, a.g.e., s. 24.

Ortaya çıkan bu tehlikenin farkında olan BM ise, konuya ilişkin ilk ciddi adımı, hazırladığı “*İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*” ile atmıştır. Sözleşme, 1992 yılında, Brezilya’nın Rio şehrinde düzenlenen *Çevre ve Kalkınma Konferansı*’nda, 154 ülkenin devlet başkanları ve üst düzey temsilcileri tarafından imzalanarak 1994’te yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin “*Yükümlülükler*” kısmında yer alan 2. maddesi ise, imza sahibi ülkelere, 2000 yılı başında sera gazı salınımlarının 1990 yılı seviyelerine indirilmesi yükümlülüğünü getirmiştir⁷³.

1997 yılında da, sözleşmenin en yetkili organı olan Taraflar Konferansı, 3. oturumunu, “Başkentlerin Başkenti” olarak bilinen Kyoto’da yapmıştır. Burada hazırlanan ve “Kyoto Protokolü” olarak bilinen metnin 3. maddesi de, imza sahibi ülkelere, 2008-2012 döneminde sera gazı salınımlarını 1990 yılındaki değerlerin en az % 5 altına çekmeleri yükümlülüğünü getirmiştir⁷⁴. Başta AB ülkeleri olmak üzere birçok ülkenin taraf olduğu Kyoto Protokolü’ne ABD henüz taraf olmazken; Hazine bütçesine 20 milyar \$ tutarında bir yük getireceğini belirten Türkiye’de⁷⁵, Protokol imza için Meclise sunulmuştur.

Yapılan bu ve benzeri çalışmalar, sonuç olarak ortak bir amaca hizmet etmektedir. Bu amaç ise, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir seviyede tutmayı başarmaktır⁷⁶. Ancak 2007 yılında, küresel enerji talebinin yaklaşık % 80’inin fosil enerji kaynaklarından karşılandığı ve tüm bu iyi niyetli çalışmalara karşın 2030’lı yıllarda da bu oranın düşmesinin beklenmediği düşünüldüğünde; yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmalar kadar, enerji tüketiminde verimlilik ve tasarrufu artıracak teknolojilere dönük yatırımların da hızlanması gerekmektedir.

⁷³ T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, a.g.e., s. 12.

⁷⁴ UN, “Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention On Climate Change”, s. 4, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.10.2007).

⁷⁵ Türkiye’nin sera gazı salınım miktarı, OECD ortalamasının altındadır. Ancak, Türkiye’nin 2000 yılındaki gaz salınımlarıyla bugünkü değerler arasında da büyük bir fark vardır. 2000 yılında yaklaşık 210 milyon ton olan sera gazı miktarı, 2006 yılı itibariyle 300 milyon ton düzeyindedir. Bu rakamların, 2008-2012 döneminde 450-500 milyon ton arasında olması beklenmektedir. TÇV, **Kyoto Protokolü ve Türkiye**, Yayın No: 172, Önder Matbaacılık, Ankara, 2005, s. 18.

⁷⁶ T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, a.g.e., s. 12.

1.4.3.2. Enerji Arz Güvenliği ve Enerji Fiyatlarının Yükselmesi

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artıran ikinci bir konu, enerji arzının güvenliğidir. Bu konuyu dünya kamuoyunun gündemine getiren ilk olay ise, 1967 yılındaki “Arap-İsrail Savaşı (Altı Gün Savaşları)” olmuştur. 4 Haziran 1967’de İsrail’in Mısır’a saldırmasıyla 3. Arap-İsrail Savaşı başlamış; bunun üzerine bir gün sonra Bağdat’ta toplanan Arap devletleri, İsrail’e doğrudan veya dolaylı olarak yardım eden Batılı devletlere petrol ambargosu uygulama kararı almıştır. Ancak, **Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü’nün - Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)** Arap olmayan üyeleri İran ve Venezuela’nın, piyasada beliren petrol kıtlığından yararlanarak üretimlerini ve dış satımlarını artırmaları ise, diğer ülkelerin kısa süre içinde ambargodan vazgeçmelerine neden olmuştur. Böylece, ambargonun en önemli hedefleri olan ABD ve Batı Avrupa, ambargodan çok fazla etkilenmemiştir.

Aslında bu gelişmeler, enerji arzının temel direği olan petrol arzının güvenliğini uzun süre etkilemediyse de, daha sonra yaşanacak olayların tetikleyicisi olmuştur. Bu olaydan tam 6 yıl sonra, Mısır ve Suriye’nin İsrail’e beklenmedik bir anda saldırarak 4. Arap-İsrail Savaşı’nı başlatması, dünyayı, tarihe “1973 Petrol Krizi” olarak geçen olayın yaşanmasına kadar götürmüştü; tarih, 16 Ekim 1973’ü gösterdiğinde ise OPEC, aldığı kararla petrolün fiyatını % 70 oranında artırdığını ilan etmiştir. Bir gün sonra ise, ABD’nin İsrail’e askeri yardım yapılmasını öngören “*Nixon Tasarısı*” nı Kongre’den geçirmesi üzerine, petrol piyasasında tüketici ülkeler için yeni bir sayfa açılmıştır: Ambargo⁷⁷.

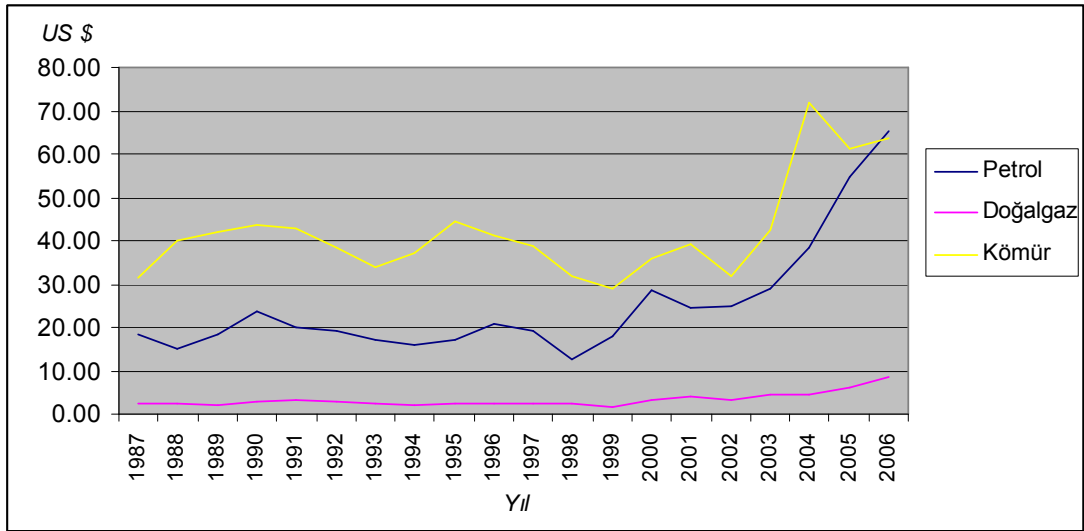
Fosil kaynaklara, özellikle de petrole dayalı sanayi modeli oluşturan ülkeler, yaşanan ambargonun ardından, enerji dış alımındaki yüksek bağımlılığın ortaya çıkardığı olumsuz etkileri fark etmiştir. Krizin, enerji kaynakları konusunda yarattığı bu güvensizlik, yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı dünyada yoğun bir ilginin oluşmasını sağlarken (1979’da yaşanan 2. Petrol Krizi de bu gelişmeleri desteklemiştir), 1980’li yılların ortalarında petrol fiyatlarında başlayan düşüş eğilimi

⁷⁷ Pala, a.g.e., s. 67-122.

bu ilgiyi azaltmıştır. Ancak, petrol krizleri sonucu gündeme gelen “enerji arz güvenliği” kavramı kalıcı olmuş ve “enerjinin çeşitlendirilmesi”, enerji politikalarının vazgeçilmez öğelerden biri haline gelmiştir⁷⁸.

Bu olayların ardından, ABD'nin Irak'a yönelik yaptığı iki askeri operasyon da hemen hemen aynı sonuçları yaratmış; özellikle ikinci operasyonun neden olduğu güvensizlik ile Çin ve Hindistan ekonomilerindeki hızlı büyümeyle birlikte artan enerji gereksinimi, enerji fiyatlarının bugüne kadar görülmemiş biçimde artmasına neden olmuştur. Şekil 3, fosil enerji kaynaklarında son 20 yıllık dönemde yaşanan bu fiyat hareketlerini göstermektedir.

Şekil 3: Dünya Fosil Enerji Kaynaklarında Yaşanan Fiyat Hareketleri (1987-2006)



Kaynak: BP., a.g.ç., s. 16, 31, 32, adlı çalışmadan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Buna göre; yukarıda ifade edilen nedenlere bağlı olarak, 1987-2006 döneminde tüm fosil kaynaklarda yaşanan fiyat artışları ortalama % 100'ün üzerinde gerçekleşmiştir. Özellikle petrol ve kömür fiyatlarında 2003 yılına kadar süren yatay görünüm bu tarihten sonra bozulmuş ve fiyatlarda yeni bir yükselen eğilime girilmiştir. Ayrıca, OPEC'in beklenen kapasite artışını gerçekleştir(e)memesi ve daha önce belirtilen petrol piyasalarındaki yapay hareketler de, petrol fiyatlarındaki

⁷⁸ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 8.

yükselişi hızlandıran nedenler olmuştur⁷⁹. Enerji fiyatlarında yaşanan bu hızlı yükselişin ise, yakın gelecekte küresel bir enflasyon riskini yaratma olasılığı bulunmaktadır.

Şüphesiz bu son yükselişle sadece ABD değil; petrol ve doğal gazın tüm dengeleri değiştirebilecek dinamikleri doğrudan etkilediğinin farkına varan ve bu nedenle siyasallaşma yoluna giden çok uluslu firmalar⁸⁰ da, Irak kaynaklı enerji akışını kontrol etmenin karşılığını almış bulunmaktadır. Bu konuda en çarpıcı ifadelerden birini, Amerikalı ünlü Enerji Uzmanı **Prof. Michael Klare** kullanmıştır. Klare: “*Irak’ı kontrol etmek, petrolün yakıt olarak değil, güç olarak kullanımına yöneliktir. İran Körfezi’nin kontrolü ise, Avrupa’nın, Japonya’nın ve Çin’in kontrol edilmesi anlamını taşır. Böylece musluk, bizim elimizin altında olacaktır.*” sözü ile, petrol ve doğal gaz bakımından zengin olan Orta Doğu’nun kontrol altında tutulmasının önemini vurgulamaktadır⁸¹. İspatlanmış petrol rezervlerinin % 61,5’inin, doğal gaz rezervlerinin ise % 40,5’inin⁸² sadece bu bölgede olduğu göz önüne alındığında, söz konusu saptamalar daha büyük bir anlam taşımaktadır.

Enerji güvenliğini sağlamayı ve yeni kaynaklar kullanarak enerji çeşitlendirmesine gitmeyi hedefleyen en ciddi oluşum ise AB olarak görülmektedir. Son yıllarda köklü değişikliklere uğrayan enerji politikaları, sürdürülebilir, rekabetçi ve güvenli enerji anlayışıyla yeniden belirlenmiştir⁸³. Bu alanda “White Paper (Beyaz Kitap)” ve “Green Paper (Yeşil Kitap)” gibi çeşitli çerçeve düzenlemeler oluşturan Birliğin Komisyon Başkanı **Jose Manuel Barroso**, 2007 yılının başında açıkladığı yeni enerji izleminin amacının, Avrupa’yı petrol ve doğal gaza olan bağımlılıktan kurtarıp yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmek olduğunu ifade etmiştir⁸⁴. Söz konusu çalışmada, 2030 için öngörülen enerji bağımlılığı petrolde %

⁷⁹ MÜSIAD, a.g.e., s. 70.

⁸⁰ Mert Bilgin, **Avrasya Enerji Savaşları**, IQ Kültür Sanat Yayıncılık, İstanbul, 2005, s.19.

⁸¹ Robert Dreyfuss, “The Thirty-Year Itch”, (01.01.2003), http://www.motherjones.com/news/feature/2003/03/ma_273_01.html, (Erişim Tarihi: 15.10.2007).

⁸² BP, a.g.e., s. 6,22.

⁸³ EC Directorate-General for Energy and Transport, “Green Paper”, (2006), s. 3, http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_en.pdf, (Erişim Tarihi: 04.10.2007).

⁸⁴ “AB’nin Yeni Enerji Stratejisi”, **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl:12, Sayı: 2, Şubat 2007, s. 36.

84 iken, doğal gazda ise % 93 oranındadır⁸⁵. Bu rakamlar, AB'nin, enerji arz güvenliğini sağlamak ve olası fiyat artışlarından daha az etkilenmek için yenilenebilir enerji yatırımlarına hız vermesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak; enerji arz güvenliği ve bunun yaratacağı fiyat değişimleri, fosil enerji kaynaklarını yoğun bir biçimde tüketen ülkeleri oldukça fazla etkilemektedir. Bir ülkenin, bu kaynaklara ve dolayısıyla “güce” sahip olabilmek için, farklı kıtadaki ülkelere askeri veya diplomatik müdahaleler yapabildiği göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını planlı ve hızlı bir şekilde artırmak dünya barışına da katkı sağlayacaktır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise, bu kaynaklar ayrıntılı olarak incelenmektedir.

⁸⁵ EC DGET, “Energy for a Changing World”, (2007), s. 1, http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/2007_03_02_energy_leaflet_en.pdf, (Erişim Tarihi: 06.10.2007).

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş, yaydığı yüksek miktardaki ısı ve ışık enerjisi yoluyla, karanlık ve soğuk Yerküre'nin hem ısınması hem de aydınlanmasında çok önemli bir işleve sahiptir. İnsanoğlu, Güneş'in bu özelliklerinden yararlanmakta gecikmiş olsa da, yürütülen çalışmalar gelecek için umut verici niteliktedir.

Çalışmanın bu bölümünde; Güneş'in sahip olduğu enerji ve bu enerjinin kullanılması yönünde geliştirilen teknolojiler incelenecek; söz konusu teknolojilerin maliyet boyutu, olumlu ve olumsuz yönleri ile bu alanda yatırımları bulunan uluslararası firmalar araştırılacaktır.

2.1.1. Güneş Enerjisine İlişkin Genel Açıklama

Güneş, 1,39 milyon km çapında ve Dünya'ya yaklaşık 150 milyon km uzaklıkta olan, sıcak gazlardan (% 95 oranında hidrojen) meydana gelmiş bir küttedir. Güneş enerjisi, Güneş'in çekirdeğinde yer alan ve hidrojen gazını helyuma dönüştüren füzyon (parçalanma) tepkimesi sonucunda ortaya çıkan çok güçlü bir enerji kaynağıdır. Bu tepkimede açığa çıkan enerji, ışınma yoluyla uzaya yayılmaktadır. Bu enerjinin Dünya'ya gelen küçük bir bölümü, insanlığın bütün enerji gereksinimini fazlasıyla karşılayabilecek miktardadır⁸⁶.

Buna göre, Güneş ışınlarının yaklaşık % 30'u yansımalar nedeniyle atmosfere girmeden uzaya geri dönmektedir⁸⁷. Işınların geriye kalan % 70'i ise, atmosfer tarafından alınarak tekrar uzayın derinliklerine doğru uzun dalga boylu ışınlar

⁸⁶ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 35.

⁸⁷ Atmosferden geçen % 70 oranındaki Güneş ışınlarının % 47'lik gibi büyük bir kısmı yeryüzünü, okyanusları ve atmosferi ısıtmaktadır. Ayrıca, % 23'lük kısmı buharlaşan su tarafından yutulmaktadır. Çok küçük bir kısmı ise rüzgar ve dalgaların oluşmasını sağlamaktadır. Sonuçta, yeryüzüne gelen enerjinin tümü kızılötesi dalgalar şeklinde uzaya geri gönderilmektedir. Şen, a.g.e., s. 58-60.

halinde yayılmaktadır. Yeryüzü, hayatın devam etmesine yetecek kadar ışınımı dengeli bir şekilde sürekli almakta ve yansıtılmaktadır.

Yapılan ölçümlere göre; Güneş'ten Dünya'ya gelen ışınların yarattığı enerji, metrekare başına ortalama 1,35 KW; 10 metrekare alandan elde edilen güneş enerjisi ise 1 KW olmaktadır. Bu hesaplara göre, Dünya'ya gelen Güneş ışınlarının bir yılda yarattığı enerjinin, bilinen kömür rezervlerinden elde edilecek enerjinin yaklaşık **50** katı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır⁸⁸.

Bununla birlikte, Güneş ışınlarının Dünya'ya ulaşması, coğrafi, mevsimsel ve günlük etkilere bağlı olarak farklılık göstermektedir⁸⁹. Bu kısıtlar, Güneş enerjisine aralıklı, değişken, dağınık ve düşük yoğunluklu gibi temel nitelikler kazandırırken, çok büyük bir enerji kaynağı olma özelliğini ise değiştirmemektedir⁹⁰.

2.1.2. Güneş Enerjisi Teknolojileri

Güneş'ten kullanılabilir enerji elde etmek, Güneş'in atmosferin içine verdiği ısı ve ışığı, insanların gereksinim duyduğu elektrik ve ısı enerjileriyle buluşturup yararlanmakla mümkün olmaktadır. Bunu gerçekleştirirken, Güneş'in yaydığı ışınların çeşitli yansıtma teknikleriyle bir nokta veya çizgiye odaklanması gerekmektedir. Bir toplayıcı (kolektör) yardımıyla yapılan işlemde enerji kaynağı odaklanmakta ve böylece 3.000 °C'ye kadar bir sıcaklığa ulaşılabilmektedir⁹¹.

Temel olarak bu yaklaşımla değerlendirilen güneş enerjisinden, son 30 yıldır gerek doğrudan gerekse dolaylı elektrik enerjisi üretimi, sıcak su elde edilmesi, alan (hacim) ısıtma ve soğutma, sanayi kuruluşları için ısı enerjisi ve seraların ısıtılması gibi birçok konuda yararlanılmaktadır⁹². Çalışmanın bu bölümünde, güneş enerjisi

⁸⁸ Alemdaroğlu, a.g.e., s. 26.

⁸⁹ US Congress, Office of Technology Assessment, **Changing by Degrees: Steps to Reduce Greenhouse Gases**, US Government Printing Office, Washington, 1991, s. 90.

⁹⁰ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 36.

⁹¹ Mustafa Ayhan, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", **Termodinamik dergisi**, Yıl: 15, Sayı: 176, Nisan 2007, s. 69.

⁹² Nurel Kılıç, **Dünyada ve Türkiye'de Enerji Sektörüne Bakış ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin İrdelenmesi**, İzmir Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 56, İzmir, 1998, s. 19.

teknolojileri; “ısı teknolojisi” ve “elektrik teknolojisi” olmak üzere iki ana başlıkta değerlendirilecektir.

2.1.2.1. Güneş Enerjisi Isı Teknolojisi

Güneş enerjisi ısı teknolojisinin temel işleyişinde öncelikle ısı enerjisi elde edilmekte; ardından bu ısı, doğrudan veya dolaylı olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilir. Isı sistemleri; erişilebilen sıcaklık dereceleri ve kullanılan toplama yöntemleri açısından birbirinden farklılık göstermektedir⁹³.

Bunlardan **düzlemsel güneş toplayıcıları** (Şekil 4/a); güneş enerjisini ısı olarak toplayan ve bu enerjiyi su veya hava gibi bir akışkana ısı olarak aktaran sistemler olup; genel olarak, konut ve iş yerlerinde sıcak su elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu sistemlerde ulaşılan sıcaklık ise, yaklaşık 65-70°C düzeyinde olmaktadır. Bu tip toplayıcılar, basit yapıları ve düşük maliyetleri nedeniyle diğer toplayıcı tiplerine göre daha fazla tercih edilmektedir.

Dünya genelinde, kurulu olan ve ağırlıklı olarak sıcak su elde edilen düzlemsel güneş toplayıcılarının kapsadıkları alanın 94 milyon m²'yi geçtiği tahmin edilmektedir. En fazla toplayıcıya sahip ülkeler arasında; Çin (%55), Japonya (%13), AB ülkeleri (%13) ve Türkiye (%10) gelmektedir.

Güneş enerjisinin düşük sıcaklıkta ısı yoluyla toplanmasında kullanılan diğer bir toplayıcı tipi **güneş havuzlarıdır**. Bu toplayıcılar, büyük çapta enerji toplama kapasitesine sahip olduğundan merkezi sistemler için uygun olmaktadır.

⁹³ Bu kısımda; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 42-49; Şen, a.g.e., s. 60-64; Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD), **21.Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi**, TÜSİAD Yayınları, Yayın No: TÜSİAD-T/98-12/239, 1998, s. 128-130; IEA, 2007 (Heating); s. 10-14; Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), “Güneş Kolektörlü Sıcak Su Sistemleri”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/guneskollektor.html>, (Erişim Tarihi: 01.12.2007); EİE, “Isıl Güneş Teknolojileri”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunesisil.html>, (Erişim Tarihi: 30.11.2007); Özay Akdemir ve Ali Güngör, "Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri; Verimlerini Artırmak İçin Geliştirilen Çevrimler", **TMMOB Makina Mühendisleri Odası (MMO) 5. Ulusal Tesilat Mühendisliği Kongre ve Sergisi (03-06.10.2001, İzmir) Bildiri Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 2001, s. 99; Şevki Y.Güven, İbrahim Üçgül ve Ramazan Şenol, “Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi”, **Mühendis ve Makina dergisi**, Cilt: 45, Sayı: 533, Aralık 2004, s. 17-28; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Yaklaşık 5-6 metre derinlikteki suyla kaplı havuzun siyah renkli zemini, Güneş ışınlarını yakalayarak, ortalama 80-90°C sıcaklıkta sıcak su elde edilmesini sağlamaktadır. Havuzda kullanılan tuz karışımı, yüksek sıcaklığın, havuzun alt tarafına doğru yönelmesine olanak vermekte; böylece ısı, alt tarafta kurulu sistem yardımıyla merkez sisteme aktarılabilmektedir. Dünyada güneş havuzları ile ilgili en önemli çalışmalar İsrail’de yürütülmektedir.

Bu alanda geliştirilen bir başka ısı sistemi de **güneş ocakları** olmaktadır. Güneş ocakları, çanak veya kutu şeklinde, içi yansıtıcı maddelerle kaplanmış sistemler olup, odak noktasında ısı enerjisi toplanarak yemek pişirilebilmektedir. Bu yöntem, Hindistan ve Çin ile Afrika’nın bazı ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Güneş enerjisiyle çalışan **su arıtma sistemleri**, asıl olarak derin olmayan bir havuzdan oluşmaktadır. Havuzun üzerine eğimli, hafif ve saydam cam yüzeyler kapatılmakta; havuzda buharlaşan su ise, bu kapaklar üzerinde yoğunlaşarak toplanmaktadır. Bu tür sistemler, temiz su kaynağının bulunmadığı bazı yerleşim yerlerinde yıllardır kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinin düşük sıcaklıktaki uygulamalarından bazıları da konut ve sera ısıtma ile ürün kurutma uygulamalarında kullanılmaktadır. Burada belirtilen, aktif sistemlerin dışındaki **pasif ısıtma sistemleridir**. Çok çeşitli biçimleri olan bu sistemlerin uygulanması oldukça basittir.

Dünyada gittikçe yaygınlaşan sıfır veya düşük karbon salımlı yapı uygulamalarını, güneş enerjisinin pasif olarak kullanımına örnek vermek mümkündür. Bunun için, yerleşim alanlarının ve yapıların güneş mimarisine uygun olarak tasarlanması gerekmektedir. Böylece, binaların ısı tutma kapasitesi kış mevsiminde artarken, yaz aylarında da düşmektedir.

Pasif sistemle yapı ısıtmada çeşitli mimari özelliklerden ve inşaat bileşenlerinden yararlanılarak hacim ısıtması yapılmaktadır. Burada güneş toplayıcı,

yapının ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Güneş'ten kazanılan enerji havaya aktarılarak, doğal veya doğal olmayan ısı yayımı (konveksiyon) akımıyla yapıya dağıtılmaktadır. **Aktif ısıtma sisteminde** ise; toplayıcı, akışkan taşıyıcı hatlar, akışkan dolanım sistemi, ısı deposu, ısıtıcı elemanlar, ısı pompası ve kontrol ünitesi gibi ısıtma donanımları yer almaktadır. Aktif sistemler yüksek maliyetli oluşuna karşın, pasif sistemler düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir sistem olarak ön plana çıkmaktadır (Şekil 4/b).

Ürün kurutma ve sera ısıtma uygulamaları ise, güneş enerjisinin tarım alanındaki uygulamalarıdır. Bu tür sistemler pasif sistem olabileceği gibi, hava hareketini sağlayan aktif bileşenler de içerebilmektedir (Şekil 4/c).

Güneş enerjisi ısı sistemlerinden bir diğeri de **güneşli soğutuculardır**. Aktif ve pasif sistemlerin olduğu güneşli soğutucuların kullanımı, özellikle iklimlendirme ve soğutma sistemlerinde yaşanan gelişmeler doğrultusunda önemli bir ilerleme göstermektedir.

Güneş enerjisinin en yüksek olduğu mevsimlerde daha fazla gereksinim duyulan bu tip sistemler, çevrenin korunması ve enerji tasarrufu konularında da katkı sağlamaktadır. Ancak, ticari kullanımı, yapısının karmaşık olması nedeniyle ısıtma sistemlerine göre daha düşük seviyededir. Genelde; yiyecek, dondurma ve bina soğutma gibi uygulama alanları bulunan güneşe dayalı soğutma sistemlerinin; Amsterdam, Barcelona, Lisbon ve Stockholm gibi gelişmiş Avrupa kentlerinde kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır.

İfade edilen tüm bu sistemler, düşük sıcaklıktaki (100°C'den az) güneş enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Bunların dışında, orta (100°C-350°C) ve yüksek (350°C'den fazla) sıcaklıktaki güneş enerjisi ısı uygulamalarında; **Silindirik-parabolik sistemler, çanak/motor sistemleri, güneş bacası ve merkezi alıcı (güneş güç kuleleri-heliostatlar)** gibi sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerden ağırlıklı olarak, "ısı enerjisinden elektrik enerjisi" üretiminde yararlanılmaktadır.

Silindirik-parabolik sistemler (Şekil 4/d) ve **Çanak/motor sistemler** (Şekil 4/e), güneş enerjisi odaklama donanımları aracılığıyla Güneş ışınlarını, ısıya dönüştürme işleminin yapıldığı bir alıcıya (absorber) yansıtıp odaklamaktadır. Isı enerjisini toplamak için, alıcı içindeki boruda bir sıvı dolaştırılmakta; bu sayede toplanan ısı, elektrik üretimi için enerji santraline gönderilmektedir. Bu sistemlerin en büyüğü ve en bilineni, 350 MW gücündeki *Kramer&Junction Santralleri* (Eski *Luz International-ABD*) olmaktadır. Sadece bu santraller, dünyada güneş enerjisiyle üretilen elektriğin % 92'sini gerçekleştirmektedir.

Güneş güç kuleleri (heliostatlar) (Şekil 4/f) ise, Güneş ışınlarını kule tepesine yerleştirilmiş olan ısı değiştiriciye (alıcı) odaklı şekilde yoğunlaştırarak elektrik enerjisi üretmektedir. Sistemde, gelen Güneş ışınlarını yansıtan ve “heliostat” olarak adlandırılan, yüzlerce, hatta binlerce güneş izleme aynaları kullanılmaktadır. Bu aynalar, bilgisayar tarafından kontrol edilerek alıcının devamlı şekilde Güneş ışınlarını alması sağlanmaktadır. Güneş güç kuleleri, 30 ile 400 MW arası uygulamalar için en uygun tesisler olarak nitelendirilmektedir.

Sözü edilen odaklamalı sistemlerin dışında, odaklamasız ve daha düşük sıcaklıkta ısı enerjisi üreten **güneş bacaları** bulunmaktadır. Bu sistemde, Güneş'in ısı etkisinden dolayı oluşan hava hareketinden yararlanılarak elektrik üretilmektedir.

Buna göre; Güneş ışınlarının doğrudan etki ettiği ve saydam malzemeyle kaplı bir yapının içinde bulunan toprak ve hava, çevre sıcaklığına göre daha çok ısınmaktadır. Isınan havanın yükselme özelliği olduğundan, çatı eğimli yapılar hava akışı çok yüksek bir bacaya yönlendirildiği takdirde, baca içinde 15 m/sn hızda hava akışı (rüzgar) oluşmasını sağlamak mümkün olmaktadır. Baca girişine yerleştirilen yatay rüzgar türbini ise bu rüzgarı elektriğe çevirmektedir. Verimlilik oranı diğer sistemlere göre daha düşük olan (% 1) güneş bacalarının, deneysel birkaç sistem dışında uygulaması bulunmamaktadır.

Şekil 4: Farklı Tipteki Güneş Enerjisi Isı ve Elektrik Sistemleri

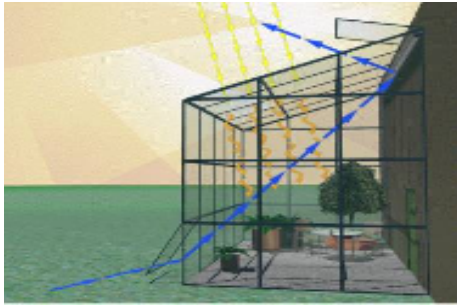
a) Düzlemsel güneş toplayıcıları



b) Binaların aktif sistemle ısıtılması



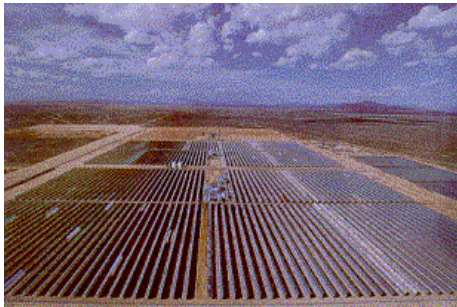
c) Sera ısıtma ve ürün kurutma



d) Silindirik-parabolik toplayıcı



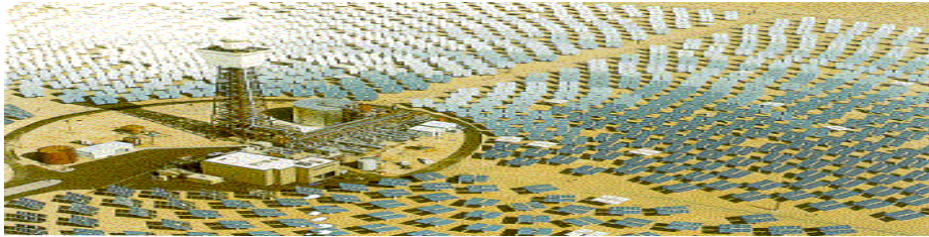
e) Parabolik güneş santrali



f) Çanak/motor toplayıcılar



g) Güneş güç kuleleri (heliostatlar)



Kaynak: EİE., “Isıl Güneş Teknolojileri”,

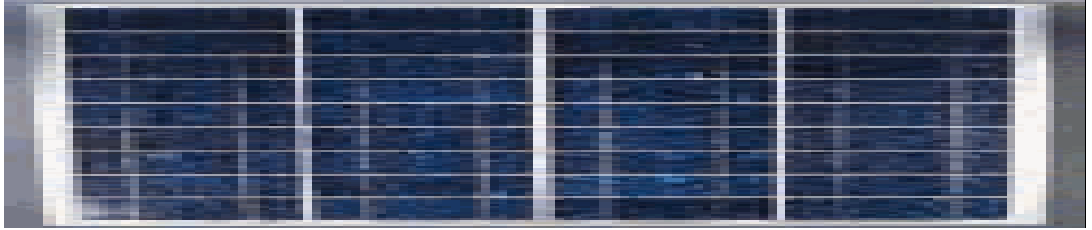
<http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunesisil.html>, (Erişim Tarihi: 30.11.2007).

2.1.2.2. Güneş Enerjisi Elektrik Teknolojisi

Bir önceki bölümde ifade edilen ısı yoluyla elektrik enerjisi üretim teknolojisi, güneş enerjisinden “dolaylı” olarak elektrik üreten sistemlerde kullanılıp; **güneş pili (fotovoltaik-PV)** teknolojisinden ise, “doğrudan” elektrik üretimini sağlayan sistemlerde yararlanılmaktadır.

Yapısal olarak güneş pilleri; yüzeylerine gelen Güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen veya daire şeklinde biçimlendirilebilen güneş pillerinin alanları ortalama 100 cm², kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasında olmaktadır. Çalışma sistemi “fotovoltaik” ilkeye dayanmakta olup; bu şekilde, güneş pillerinin üzerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik geriliminin oluşması ve elektrik enerjisinin elde edilmesi sağlanmaktadır⁹⁴.

Şekil 5: Standart Bir Güneş Pili



Kaynak: Maria Hall., “Global Co-operation in the IEA Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS)”, IEA PVPS, s. 4, www.iea.org/textbase/work/2007/neet/hall.pdf, (Erişim Tarihi: 02.12.2007).

Güneş pillerinden elde edilecek verimlilik ise kullanılan ham maddeye bağlı olarak değişmektedir. Güneş pillerinin piyasaya ilk çıkışından günümüze kadar geçen yaklaşık 40 yıllık zaman diliminde, teknolojik olarak önemli gelişmeler kaydedilmiştir⁹⁵. Söz konusu dönemde üretilmiş ve çeşitli kullanım alanları bularak ticari ortama girmiş olan güneş pili sistemlerinden başlıcaları; *tek kristalli*, *çok kristalli* veya *amorf* yapıda olan; *Si (silicon)*, *GaAs (gallium arsenide)*, *CIS (indium diselenide)* ve *CdTe (cadmium telloride)* gibi kimyasal maddelerden üretilen

⁹⁴ EİE, “Güneş Pilleri”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunespv.html>, (Erişim Tarihi: 02.12.2007).

⁹⁵ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 50.

sistemlerdir. Bu sistemlerde ortalama verimlilik oranı % 5 ile % 30 arasında değişmektedir⁹⁶. Son yıllarda, laboratuvarlarda geliştirilmiş olan *çok katlı (TANDEM)* güneş pilleriyle % 33 oranında verimlilik sağlanırken, kuramsal olarak % 40 düzeyinde bir verimlilik seviyesine ulaşılması beklenmektedir.

Güneş pillerinin kullanım alanları ise, kurulan sistemin şebekeden bağımsız olup olmamasına göre değişmektedir. Şebekeden bağımsız kullanım alanları arasında; bina içi ve dışı aydınlatma; deprem ve hava gözlem istasyonları; orman gözetleme kuleleri; ilaç ve aşı soğutma⁹⁷; deniz fenerleri; iletişim sistemleri (telefon, telsiz ve radyo); ulusal elektrik şebekesinin ulaşmadığı kırsal yörelerdeki elektrik gereksiniminin karşılanması; tarımsal amaçlı sulama; park, bahçe, otoyol aydınlatması ve trafik sinyalizasyonu gibi alanlar yer almaktadır⁹⁸.

Güneş pillerinin şebekeye bağlanması sonucunda elde edilen enerji günümüzde oldukça önemli boyutlara ulaşmıştır. Binlerce güneş pilinin birbirine bağlanması ile oluşturulan tesisler, şebekelerin 2 MW seviyesine kadar elektrik enerjisi üretmesini sağlamaktadır⁹⁹.

Sonuç olarak; güneş enerjisi ısı (doğrudan ısı ve dolaylı elektrik) ve elektrik teknolojileri, basit ve düşük maliyetli sistemlerden, karmaşık ve yüksek maliyetli sistemlere kadar uzanmakta olan geniş bir ürün yelpazesinde uygulanmaktadır. Güneş'in, tüm bu ürünlerin ana maddesi olduğu dikkate alındığında, önemli bir enerji potansiyelinden daha fazla yararlanmak için, mevcut kullanım alanları kadar kullanım seviyesinin de yaygınlaşması gerekmektedir.

⁹⁶ Stefan Nowak, "R&D Needs in Solar Photovoltaic Energy Conversion", IEA PVPS, s. 2, http://www.iea.org/Textbase/work/2005/renewable/Session2/PVPSIA_SN.pdf, (Erişim Tarihi: 02.12.2007).

⁹⁷ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 50,53.

⁹⁸ Özbalta, a.g.m., s. 24.

⁹⁹ İbrahim Üçgül, Ramazan Şenol ve Mustafa Acar, "Güneş Pillerinin Dünü, Bugünü ve Geleceğe Bakış", **Mühendis ve Makina dergisi**, Cilt: 47, Sayı: 560, Eylül 2006, s. 43.

Şekil 6: Güneş Pillerinin Farklı Alanlarda Kullanımına Örnekler

a) Çatısı güneş pili kaplı ev



b) Güneş pilleri ile sokak aydınlatması



c) Güneş pillerinin trafikte kullanımı



d) Güneş pilleri ile bahçe aydınlatması



e) Şebekeye elektrik veren güneş pili sistemi



Kaynak: EİE., “Güneş Pilleri”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunespv.html>, (Erişim Tarihi: 02.12.2007).

2.1.3. Dünya Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Güneş'in, sahip olduğu ve çevresine yaydığı ısı ve ışık enerjisi itibariyle, diğer enerji kaynakları arasında farklı bir yeri bulunmaktadır. Bu nedenle, güneş enerjisi kullanımının dünya genelinde yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

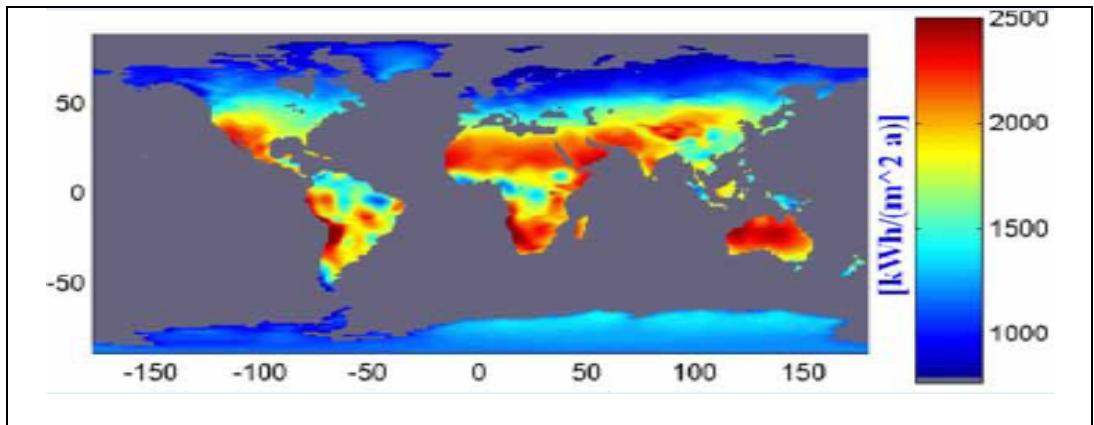
Çalışmanın bu bölümünde; ilk olarak bölgeler temelinde güneş enerjisi potansiyeli incelenmekte; daha sonra, ülkelerin bu potansiyelden hangi seviyede yararlanmakta olduğu araştırılmaktadır.

2.1.3.1 Dünya Güneş Enerjisi Potansiyeli

Yapılan çalışmalar, Güneş'in ömrünün 5 milyar yıldan fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Bu gerçek göz önüne alındığında, insanlık var olduğu sürece güneş enerjisi ile ilgili herhangi bir potansiyel sorunu yaşanmayacağı anlaşılmaktadır.

Güneş ışınları ise, Dünya'nın dönme ekseninin eğiminden dolayı, bölgenin enlemine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, Dünya üzerindeki her bölge ve her ülke farklı yoğunlukta Güneş ışını almaktadır¹⁰⁰. Yoğunluk ölçüsü genel olarak, bir saatte metrekareye düşen enerji değeri (KWh/m²) ile ifade edilmektedir.

Şekil 7: Dünya'nın Farklı Bölgelerinde Yıllık Ortalama Güneş Enerjisi Miktarı



Kaynak: Nowak., a.g.ç., s. 6.

¹⁰⁰ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 37.

Şekil 7, Dünya'nın değişik bölgelerindeki güneş enerjisi potansiyelini yıllık olarak göstermektedir. Buna göre; enerjinin en yoğun olduğu bölge Ekvator (2000-2500 KWh/m²), en düşük olduğu bölgeler ise kutup bölgeleri (1000-1500 KWh/m²) olmaktadır.

Daha ayrıntılı bir değerlendirme yapıldığında; Ekvator'un 30⁰-35⁰ kuzey ve güney enlemleri kuşağında yer alan Kuzey ve Güney Afrika, aralarında Avustralya ve irili ufaklı birçok ada ülkenin bulunduğu Okyanusya ile Kuzey ve Güney Amerika'nın batı kesimlerinde, güneş enerjisi potansiyelinden yüksek miktarda yararlanma olanağı bulunmaktadır.

Bu bölgeler, genelde düz ve geniş çöllerden oluşmaları nedeniyle, tarıma elverişli olmayan ve su kaynaklarının oldukça kıt olduğu bölgelerdir¹⁰¹. Bu olumsuz özelliklerine karşın, güneş enerjisi miktarının ortalama 2.000 KWh/m²'den yüksek olması, bu bölgelerde güneş enerjisi teknolojilerine yapılan yatırımların maliyetini önemli ölçüde azaltmaktadır¹⁰².

2.1.3.2. Dünya Güneş Enerjisi Kullanımı

İnsanoğlunun, güneş enerjisinden ilk kez ve en ilkel biçimde yararlanması, soğuk havalarda ısınmak amacıyla olmuştur. Daha sonraları, tuz (tuzlu sudan) ve tarım ürünleri elde etmek için de bu enerji kaynağından sıkça yararlanılmıştır.

Milattan önce 212 yılında ise, Archimedes (Arşimed)'in, odaklayıcı aynalar aracılığıyla Güneş ışınlarını toplayıp, oluşan ısı sonucu birkaç yüz adım ilerideki düşman gemilerini yaktığı söylenmektedir. Yaklaşık bin yıl öncesine kadar da, Amerika'nın güneybatısında yaşayan "Anasazi" yerlilerinin, evlerini bugünkü pasif ısıtma sistemi olarak adlandırılan yöntemi kullanarak, kışın daha çok ısınması amacıyla uçurum kenarlarına yaptıkları bilinmektedir.

¹⁰¹ D. Yogi Goswami, Frank Kreith ve Jan F. Kreider, **Principles of Solar Engineering**, Taylor & Francis Publications, Philadelphia, 2000, (Second Edition), s. 8.

¹⁰² Lev S. Belyaev vd., **World Energy and Transition to Sustainable Development**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands), 2002, s. 112.

17. ve 18. yüzyıllarda, güneş enerjisinden, Archimedes'in kullanmış olduğu odaklayıcı aynalarda toplama yöntemi daha da geliştirilerek madenlerin eritilmesinde; 19. yüzyılın sonlarına doğru buharlı ısıtıcılarda yararlanılmıştır. 20. yüzyılın ortalarında, güneşli su ısıtıcıları, insanoğlunun yaşamına girerken; aynı dönemlerde, Güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş pili sistemi geliştirilmiştir¹⁰³.

21. yüzyıl ise, bu alandaki teknolojik gelişmelerin hızla arttığı bir dönem olmaktadır. Tablo 3, 2000'li yıllarda güneş enerjisi kullanımına yönelik gerçekleştirmeleri ve öngörülerini göstermektedir.

Tablo 3: Dünya Toplam Enerji Tüketiminde Güneş Enerjisinin Yeri (2001-2030)

	2001	2010	2030
Güneş Isıl	4,1	11	127
Güneş Isıl Elektrik	0,1	0,4	9
Güneş pili-PV	0,2	1	110
Toplam Enerji Tüketimi *	10.038	12.389	17.700

* Değerler, Milyon ton petrol eş değeri (Mtpe) cinsindedir.

Kaynak: European Renewable Energy Council (EREC)., **Renewable Energy Scenario to 2040**, EREC Publications, Brussels, 2004, s. 15; IEA., 2005 (Outlook); s. 82; IEA., “World Energy Outlook 2007: Fact Sheet - Global Energy Demand”, http://www.iea.org/textbase/papers/2007/fs_global.pdf, (Erişim Tarihi: 14.11.2007); adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 3'e göre; 2001 yılı sonunda, dünyada güneş enerjisi tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı oldukça düşük seviyede gerçekleşmiştir (% 0,04). Bu oran, 2010 yılı için % 0,1; 2030 yılı için % 1,4 olarak öngörülmektedir.

Güneş enerjisi teknolojileri içinde en büyük gelişmenin ise, güneş pilleri alanında yaşanması ve 2030 yılına gelindiğinde, güneş pili tüketiminin yaklaşık 550

¹⁰³ S.A. Abbasi ve Naseema Abbasi, **Renewable Energy Sources and Their Environmental Impact**, Prentice Hall of India, India, 2004, s. 5-6.

kat artması beklenmektedir. Bu pazarın, son 10 yılda ortalama % 35 oranında büyüdüğü¹⁰⁴ göz önüne alındığında, söz konusu öngörülerin gerçekleşme olasılığı artmaktadır.

Güneş enerjisi kullanımı konusunda bir başka değerlendirmeyi, ülkeler temelinde yapmak mümkündür. Tablo 4, güneş enerjisi teknolojilerinde önde gelen ülkeleri ve 2006 yılı sonu itibariyle kurulu kapasitelerini göstermektedir.

Tablo 4: Güneş Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler

Isı Teknolojisi*		Elektrik Teknolojisi**	
Ülke	Kapasite (GW)	Ülke/Bölge	Kapasite (MW)
Çin	55,2	Almanya	2.397
Türkiye	6,3	Japonya	1.722
Japonya	4,9	ABD	619
Toplam Kapasite	110		5.144

* Sıcak su üretimindeki kapasiteyi ifade etmektedir.

** Güneş pili-PV kapasitesini ifade etmektedir.

Kaynak: IEA., 2007 (Heating); s. 30; IEA., **Trends in Photovoltaic Applications**, IEA PVPS, August 2006, s. 5, http://www.iea-pvps.org/products/download/rep1_15.pdf, (Erişim Tarihi: 30.11.2007); Solarbuzz Research Co., “2007 World PV Industry Report Highlights”, <http://www.solarbuzz.com/Marketbuzz2007-intro.htm>, (Erişim Tarihi: 28.11.2007)¹⁰⁵; adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Günümüzde, güneş enerjisi ısı teknolojisinden, yoğun olarak sıcak su üretiminde yararlanılmaktadır. Bu alanda başat ülke konumunda olan Çin, dünyada sıcak su üreten sistemlerin (düzlemsel güneş toplayıcıları) kullanımında % 50’lik bir paya sahip bulunmaktadır. Bu ülkeyi, % 5,8’le Türkiye ve % 4,5’le Japonya takip etmektedir. Güneş enerjisiyle sıcak su üretiminin, diğer enerji kaynaklarına göre

¹⁰⁴ World Energy Council (WEC), **2007 Survey of Energy Sources**, WEC Publications, London, 2007, s. 387.

¹⁰⁵ Solarbuzz ve Marketbuzz tarafından hazırlanan güneş enerjisi alanındaki araştırma raporlarından, uluslararası birçok kurum ve kuruluşun (IEA, WEC, vd.) çalışmalarında yararlanılmaktadır.

daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesi, bu teknolojiyi, özellikle Çin ve Türkiye gibi ülkeler açısından daha kullanılabilir hale getirmektedir¹⁰⁶.

Güneş pili teknolojisinde ise Japonya, uzun yıllar sürdürdüğü birinciliğini, 2005 yılında Almanya'ya kaptırmıştır. Güneş pili kullanımında % 46,6 paya sahip olan Almanya'yı, Japonya (% 33,5) ve ABD (% 12) izlemektedir. Almanya, AB ülkeleri içinde de, bu alandaki en önemli çalışmaları yürüten ülke konumundadır. 2000'li yılların başında tam 100.000 çatıya güneş pili yerleştirilmesine yönelik bir çalışma Almanya'da gerçekleştirilmiş; benzer bir uygulamayı Japonya (10.000 ev) da hayata geçirmiştir¹⁰⁷.

Özet olarak, güneş enerjisi ısı ve elektrik teknolojileri büyük bir hızla gelişmekte ve tüketicilerin kullanımına sunulmaktadır. Geleceğe yönelik öngörüler umut verici olmakla birlikte, enerji tasarrufu ve yenilenebilir kaynak kullanımı konusunda duyarlı olan kesimleri yeterli ölçüde tatmin etmemektedir. Güneş enerjisine dayalı sistemlerin daha fazla tercih edilmesi bu kesimleri memnun edeceği gibi, olayın maliyet boyutunu da daha olumlu biçimde etkileyecektir.

2.1.4. Güneş Enerjisinin Maliyet Boyutu

Güneş enerjisi teknolojileriyle ilgili en önemli konuların başında maliyet ve verimlilik ögeleri gelmekte; özellikle, kullanılan sistemlerdeki verimlilik artışı, teknolojik gelişmeler ve üretimde sağlanan ölçek ekonomileri, maliyetleri olumlu yönde etkilemektedir.

Isı enerjisi üreten düzlemsel güneş toplayıcıları (su ısıtıcı sistemler), tüm sistemler içinde en düşük maliyet ve en yüksek verimliliğe sahip sistemlerdir. Yenilenebilir enerji çalışmalarında “ikinci nesil teknoloji” sınıfına giren düzlemsel güneş toplayıcıları, genel olarak % 50-70 arasında bir verimliliğe ulaşmakta olup, ilk yatırım maliyetleri 250 \$ ile 1.000 \$ arasında değişmektedir. Su ısıtıcı sistemlerin

¹⁰⁶ IEA, 2007 (Heating); s. 29.

¹⁰⁷ Üçgül, Şenol ve Acar, a.g.m., s. 43.

yaşam eğrisindeki konumu dikkate alındığında, sahip olduğu maliyet ve verimlilik etkinliği daha iyi anlaşılmaktadır.

Bir diğer ısı enerjisi teknolojisi olan ve hem ısı hem de elektrik enerjisi elde etmek amacıyla kullanılabilen silindirik-parabolik sistemler ile merkezi güç alıcıları-heliostatlar, “üçüncü nesil teknolojiler” arasında kabul edilmektedir. İlk yatırım maliyetleri, ortalama olarak 3.000-3.500 \$/KW arasında değişmekle birlikte, yakın bir gelecekte bu rakamların 1.500-2.000 \$/KW aralığına düşmesi beklenmektedir. Bu sistemlerde üretilen elektriğin birim maliyeti ise ortalama 0,10-0,14 \$/KWh seviyesindedir.

Güneş enerjisinin kullanım alanının genişletilmesine yönelik en önemli çalışmalar, “ikinci nesil teknoloji” sınıfında yer alan güneş pili-PV alanında gerçekleştirilmektedir. Güneş pili pazarının her yıl ortalama % 35 oranında büyümesi, bu sonucun bir göstergesidir. Yapılan araştırmalar, üretimde yaşanan bu artışların iki katına çıktığı dönemlerde, maliyetlerin yaklaşık % 20 oranında azaldığını ortaya koymaktadır.

Bunun sonucunda, 1970’li yıllarda 70 \$/W olan güneş pillerinin maliyeti, 2006 yılı sonu itibariyle ortalama 3 \$/W seviyesine gerilerken, öngörüler bu rakamın 1 \$/W’a kadar düşeceği yönündedir. Bu sistemlerden sağlanmakta olan verimlilik ise, ortalama olarak % 15 seviyesinde gerçekleşmektedir¹⁰⁸.

¹⁰⁸ Bu kısımda; IEA, **Renewables in Global Energy Supply**, IEA Publications, Paris, 2007, s. 24; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 49; WEC, 2007 (Survey); s. 385-390; IEA, 2007 (Renewable); s. 25-27; IEA, “Economic Benefits”, <http://www.iea-pvps.org/isr/index.htm>, (Erişim Tarihi: 01.12.2007); <http://www.solarbuzz.com/StatsGrowth.htm>, (Erişim Tarihi: 28.11.2007); adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

2.1.5. Güneş Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Güneş enerjisi ve bu enerjiden yararlanılarak geliştirilmiş olan teknolojilerin, birtakım olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Bu özellikler, ana hatlarıyla şu şekildedir¹⁰⁹:

* Güneş enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Güneş'in yaklaşık 5 milyar yıllık ömrü olması, insanlığın da en az 5 milyar yıl bu kaynağı kullanabileceği anlamına gelmektedir.

* Güneş enerjisi kesikli, değişken ve dağınık bir özelliğe sahiptir. Bu özelliği, enerji depolama ve yedek enerji sistemlerine daha fazla yatırım yapılmasını gerektirmektedir.

* Güneş enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır. Doğaya ve canlılara olan olumsuz etkileri, fosil kaynakların yarattığı etkilerin yaklaşık % 10'u seviyesinde gerçekleşmektedir. Ancak, özellikle güneş pili teknolojisinde, düşük maliyeti nedeniyle yaygın olarak kullanılmakta olan silikon maddesi, içerdiği kanserojen etkili kimyasallar açısından önemli bir risk yaratmaktadır.

* Sıcak su üretiminde kullanılan güneş enerjisi ısı teknolojileri ise, basit yapıları ve düşük maliyetleri nedeniyle dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha karmaşık ve yüksek maliyetli elektrik teknolojilerinden, ağırlıklı olarak "gelişmiş ülkeler"de yararlanılmaktadır.

* Dünyada, her yıl ortalama 8-10 milyon arasında konut inşa edilmekte; bu konutların önemli bir kısmı ise şehir şebekesine bağlı olmamaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ve şebeke bağlantısına gerek olmayan güneş pillerinin, bu konuda önemli bir seçenek olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, ısı enerjisi

¹⁰⁹ Bu kısımda; TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 129; Goswami, Kreith ve Kreider, a.g.e., s. 8; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 57; Özbalt, a.g.m., s. 21; Ayhan, a.g.m., s. 69; Eniş, a.g.m., s. 193; EREC ve Greenpeace, **Enerji D(e)vrimi: Sürdürülebilir Bir Dünya İçin Enerji Yol Haritası**, (Türkçe Basım), s. 42, <http://www.greenpeace.org/turkey/press/reports/enerji-devrimi-raporu>, (Erişim Tarihi: 25.11.2007); Tim Jackson, **Power in Balance: Energy Challenges for the 21st Century**, Friends of the Earth Publications, London, 1997, s. 87-97; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

tasarrufu sağlanabilmesi amacıyla, konutların güneş mimarisine (aktif-pasif ısıtma) uygun olarak tasarlanması oldukça önemlidir. Konutlarda tüketilen enerjinin % 80'inin ısınmaya harcıdığı dikkate alındığında, bu yöntem ile % 30'a varan oranda enerji tasarrufu sağlamak mümkün olmaktadır.

* Güneş pili alanında, yıllar içinde önemli maliyet düşüşleri yaşanmış olup; 1975-2005 arasında güneş pili maliyetleri, 1 W başına yaklaşık % 95 oranında azalmıştır. Bu gelişmelere karşın, diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, birim maliyetlerin hâla yüksek olduğu ifade edilmektedir. Maliyetlerin azaltılabilmesi için, araştırma-geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmesi ve kitlesel üretimin artması gerekmektedir. Bu şartlar oluştuğu takdirde, 2040'lı yıllarda, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilen elektriğin yaklaşık % 30'unu güneş pilleriyle elde etmek mümkün olabilecektir.

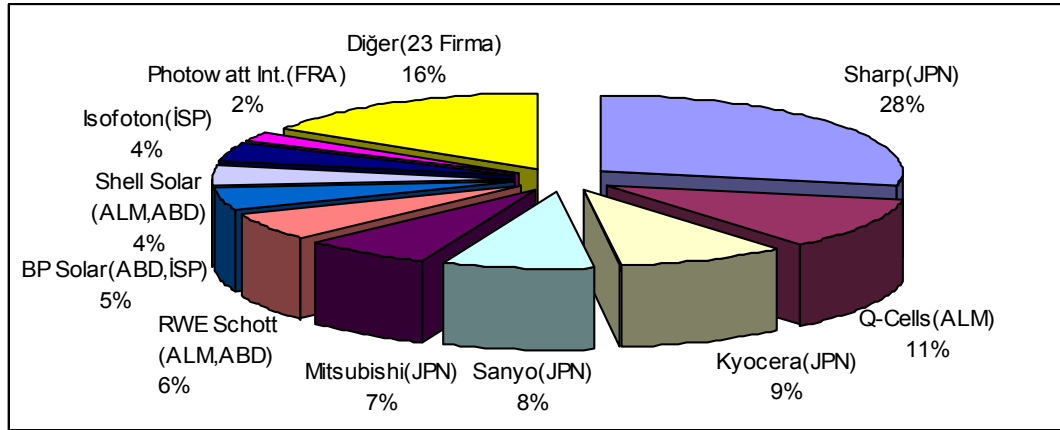
* Son olarak, maliyet hesaplamalarıyla ilgili göz önünden kaçırılmaması gereken nokta ise, enerji kaynaklarının yarattığı çevresel etkilerin (toplumsal maliyet) de bu maliyetlere dahil edilmesi gerektiğidir. Böylece, güneş enerjisi teknolojileri, orta ve uzun dönem maliyetler açısından diğer enerji kaynaklarına göre önemli bir üstünlüğe sahip olacaktır.

2.1.6. Güneş Enerjisi Alanında Etkinlik Gösteren Uluslararası Firmalar

Güneş enerjisi pazarı, 1970'li yıllardan itibaren hızlı bir büyüme kaydetmektedir. Küçük ve orta ölçekli birçok firma, doğrudan ısı enerjisi üretimine yönelik yatırımlar yaparken; özellikle büyük ölçekli uluslararası firmaların, doğrudan elektrik enerjisi üreten sistemlere (güneş pili-PV) yatırım yaptıkları görülmektedir. Bu yatırımları, sektörün hem içsel hem dışsal ölçek ekonomilerine ve yüksek karlılığa olanak sağlayan bir yapıya sahip olmasıyla açıklamak mümkündür.

Bu alanda etkinlik gösteren uluslararası firmalar ve 2005 yılı sonu itibariyle pazardaki payları Şekil 8'de gösterilmektedir.

Şekil 8: Güneş Pili-PV Sektörüne Yatırım Yapan Uluslararası Firmalar



Kaynak: IEA., 2006 (PVPS); s. 17.

Buna göre; 2005 yılındaki toplam güneş pili üretiminin (1.500 MW kapasite) yaklaşık 1/4'ü, birinci sırada bulunan Japon firması **Sharp** tarafından gerçekleştirilmiştir. Şekildeki 10 firma incelendiğinde de, ilk beş sırada dört Japon firmasının yer aldığı görülmektedir. İkinci sırada bulunan Alman **Q-Cells**¹¹⁰ firması da, Almanya'nın güneş pili üretiminde ilk sıraya yerleşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Henüz 2003 yılında güneş pili üretimine başlayan firma, 2004 yılında ikinci sırada yer alan Japon **Kyocera**¹¹¹ firmasını, 2005'te üçüncü sıraya indirmiştir.

Şekilde dikkat çeken bir diğer nokta ise, 2003 yılında ilk dört sırada¹¹² yer alan **BP Solar** ve **Shell Solar** firmalarının, 2005 yılında yedinci ve sekizinci sıralara gerilemesidir. Bu firmaların, 2002-2005 döneminde üretim kapasitelerini, ortalama 60-70 MW seviyelerinde tutmaları, listede alt sıralara doğru inmelerine neden olmuştur. Küresel petrol pazarının lider firmalarından Shell, yatırımlarını yeni nesil güneş pili teknolojileri ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmalara

¹¹⁰ Firma, PV pazarındaki payını, 2006 yılında % 14,5'e yükselterek ikinci sıradaki yerini korumuştur. http://www.q-cells.com/cmadmin_2_478_0.html, (Erişim Tarihi: 03.12.2007).

¹¹¹ Kyocera firması ayrıca, cep telefonundan yazıcıya, kablosuz ağ sistemlerinden mutfak ürünlerine kadar birçok alanda etkinlik göstermektedir. <http://global.kyocera.com/>, (Erişim Tarihi: 03.12.2007).

¹¹² Üçgöl, Şenol ve Acar, a.g.m., s. 45.

aktarıırken¹¹³; BP ise ABD, İspanya, Avustralya ve Hindistan'daki yatırımlarıyla bu alanda yaklaşık 30 yıldır varlık göstermektedir¹¹⁴.

2.2. RÜZGAR ENERJİSİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeri de rüzgar enerjisidir. Rüzgar enerjisinden, tarih boyunca, gemilerin hareket ettirilmesinden yel değirmenlerinin kullanılmasına kadar çeşitli şekillerde yararlanılmış olup; bu kaynak, günümüzde küresel elektrik tüketimindeki hızlı artışın karşılanabilmesinde önemli bir seçenek olarak sunulmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde rüzgar enerjisi, dünyadaki potansiyel ve kullanım itibariyle değerlendirilmekte; teknolojik gelişmeler ve bu gelişmelerin yarattığı etkiler ile rüzgar enerjisi alanında yatırım yapmakta olan uluslararası firmalar incelenmektedir.

2.2.1. Rüzgar Enerjisine İlişkin Genel Açıklama

Genel olarak rüzgar; Güneş ışınlarının, Dünya'nın oldukça değişken olan yüzeyini farklı şekilde ısıtması sonucu oluşan hava hareketleri olarak tanımlanmaktadır. Güneş ışınları, Dünya'yı doğrudan ısıtmak yerine, öncelikle yeryüzüne ulaşarak yüzey katmanlarını ısıtmakta; bu katmanlardan atmosfere geri yansıyan ışınlar ise havanın ısınmasına neden olmaktadır. Yeryüzü bağdaşık (homojen) olmadığından (kara, deniz, çöl, orman, vb.) dolayı, yutulan enerji miktarı konum ve zamana göre değişmektedir. Bu durum, atmosfer basıncı, sıcaklığı ve yoğunluğunda farklılıklar yaratmakta; ortaya çıkan kuvvetler sonucunda, hava bir yerden diğeri bir yere doğru hareket ederek "rüzgar" denilen meteoroloji olayının gerçekleşmesini sağlamaktadır¹¹⁵.

¹¹³ http://www.shell.com/home/content/rw-br/about_shell/who_we_are_0729.html, (Erişim Tarihi: 04.12.2007).

¹¹⁴ <http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9012889&contentId=7025482>, (Erişim Tarihi: 04.12.2007).

¹¹⁵ Şen, a.g.e., s. 94.

Rüzgar enerjisi ise; hareket halindeki havanın sahip olduğu enerjiyi (hareket enerjisi) ifade etmektedir¹¹⁶. Rüzgar enerjisi, Güneş'ten gelen enerjinin sadece % 1'ini kullanmasına karşın ortaya çıkan enerji miktarı, dünyadaki tüm bitkilerin biyokütle enerjisine dönüşmüş olması durumunda ortaya çıkabilecek enerji miktarından 50-100 kat daha fazla olmaktadır. Rüzgar enerjisinden elde edilebilecek bu gücün, kullanılan teknolojiye bağlı olarak gelecek yıllarda daha da artması beklenmektedir¹¹⁷.

2.2.2. Rüzgar Enerjisi Teknolojileri

Rüzgar enerjisinden, mekanik enerji ve elektrik enerjisi olmak üzere iki temel biçimde yararlanılmaktadır. “Klasik teknoloji” olarak da değerlendirilebilecek mekanik uygulamalarda, rüzgar enerjisi mekanik enerjiye çevrilmektedir. Milattan önceki yıllardan günümüze kadar, ev ve çiftliklerde hayvanların su gereksiniminin sağlanması, arazilerin kurutulması, su pompalanması ile çeşitli ürünlerin kesim, biçim ve öğütme gibi işlemlerinde mekanik teknoloji kullanılmıştır¹¹⁸.

21. yüzyılda, rüzgar enerjisi teknolojisi olarak ifade edilen çalışmalar, genel olarak elektrik enerjisi üretmek amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, rüzgar enerjisinden elektrik elde edilmesini, “çağdaş teknoloji” uygulamaları olarak değerlendirmek mümkündür.

Rüzgar türbinleri (wind turbines), bu teknoloji içindeki temel yapıyı oluşturmakta olup, havanın hareket enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren sistemlerdir (Şekil 9). Ancak, rüzgar türbinleriyle ilgili tanımlamalar, değişik kaynaklarda birbirleriyle çelişmektedir. Bu konudaki en genel tanımlamaya göre; pervane kanatları, pervane göbeği ve pervane milinden oluşan elemanlara “*rotor* veya *türbin*” denilmektedir¹¹⁹.

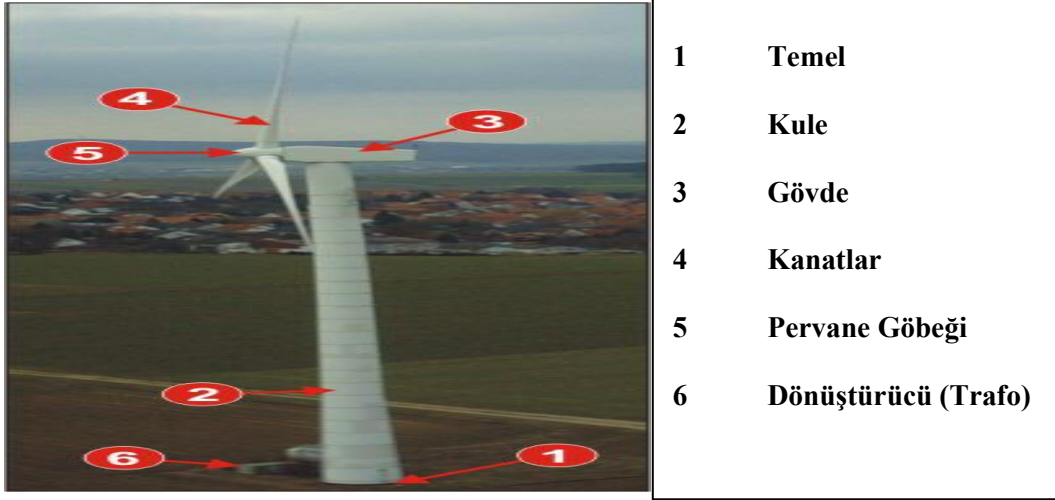
¹¹⁶ Ayhan, a.g.m., s. 70.

¹¹⁷ Eniş, a.g.m., s. 187.

¹¹⁸ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 69.

¹¹⁹ Önder Özgener, “Türkiye’de ve Dünya’da Rüzgar Enerjisi Kullanımı”, **Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik dergisi**, Cilt: 4, Sayı: 3, Ekim 2002, s. 164.

Şekil 9: Yatay Sistem Bir Rüzgar Türbini



Kaynak: World Wind Energy Association (WWEA)., “Technology and Planning”, <http://www.world-wind-energy.info/>, (Erişim Tarihi: 06.12.2007).

Sistemin diğer önemli elemanlarını; türbin temeli, kule ve içinde mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmeye yarayan üreteç (jeneratör), fren donanımı ve motorun yer aldığı gövde kısmı oluşturmaktadır. Dönüştürücü ise, sistemden ayrı bir elemandır. Tüm bu elemanların oluşturduğu yapı, genel olarak “rüzgar enerjisi tesisi” olarak tanımlanmasına karşın, yerli ve yabancı çalışmalarda “rüzgar türbini” kavramının daha sık kullanıldığı görülmektedir¹²⁰.

Yapı itibariyle rüzgar türbinleri, *yatay (horizontal machine)* ve *dikey (vertical machine) sistemler* olmak üzere iki farklı tasarıma göre kurulmaktadır. Dikey sistemler, kendine özgü yapısal üstünlükleriyle daha çok 1990’lı yıllarda kullanılmış olup; günümüzün çağdaş rüzgar türbinleri yatay sistemler olarak oluşturulmaktadır¹²¹.

Yatay sistem rüzgar türbinleri; iki veya daha fazla kanat yapılı, kanat uzunluğu 40-90 metre, kule uzunluğu ise 30-80 metre arasında değişmekte olan ve 5 MW’a kadar güç üretme kapasitesine sahip oldukça karmaşık sistemlerdir. Üç kanatlı

¹²⁰ Özden, a.g.m., s. 164.

¹²¹ Mukund R. Patel, **Wind and Solar Power Systems**, CRC Press, USA, 1999, s. 35.

türbinler, gerek görüntü kirliliği yaratmaması, gerekse sistem etkinliğini en üst seviyeye çıkarabilmesinden dolayı daha çok tercih edilmektedir¹²².

Rüzgar türbinleriyle elektrik enerjisi üretilmesi genelde iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamalar aşağıdaki gibidir:

Şebeke bağlantısı olmayan (off-grid) sistemler: Bu tip sistemler, genelde şebeke bağlantısı olmayan dağ ve deniz evleri, gözetleme kuleleri ve meteoroloji istasyonlarında kullanılmaktadır. Özellikle çevresel etkileri açısından oldukça uygun olmasına karşın, rüzgarın esmediği zamanlar önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle, şebeke bağlantısı olmayan sistemlerde enerji depolama donanımlarına (akü, vd.) gereksinim duyulmaktadır.

Şebeke bağlantısı olan (on-grid) sistemler: Bu tip sistemlerde, üretilen elektriğin bir kısmının veya tamamının şebekeye aktarılması mümkün olmaktadır. Elektrik üretimi, tek bir rüzgar türbiniyle sağlanabileceği gibi, birden fazla rüzgar türbinin bir araya getirildiği “rüzgar çiftlikleri (wind farms)” tarafından da gerçekleştirilebilmektedir.

Onlarca, hatta yüzlerce rüzgar türbininden oluşan rüzgar çiftlikleri ise, kitlesel elektrik üretimi nedeniyle tek türbinli yapılara kıyasla önemli bir maliyet üstünlüğüne sahiptir¹²³. Bununla birlikte, şebeke bağlantısı olan rüzgar türbinleri, karada (on-shore) veya kıyı ötesinde (off-shore) kurulmakta olup; sadece ülke içi şebekelere değil, ülkelerarası şebekelere de bağlanması yönünde çalışmalar devam etmektedir¹²⁴.

Tüm bu açıklamalar, rüzgar enerjisinden elektrik elde edilmesi konusundaki genel yapıyı ortaya koyarken; üretilecek olan elektrik enerjisinin önceden tahmin edilebilmesiyle ilgili araştırmalar da sürmektedir. Bunun sağlanabilmesi için, yeni

¹²² WWEA, “Technology and Planning”, <http://www.world-wind-energy.info/>, (Erişim Tarihi: 06.12.2007).

¹²³ David Elliott, **Energy, Society and Environment**, Routledge Publications, New York, 2003, (Second Edition), s. 285-286.

¹²⁴ Christian Kjaer, “Taking Control of Our Energy Future”, **EU Power**, Issue: 2, 2006, s. 24,

teknik ve programlar geliştirilerek sistemdeki rüzgar gücünün geliştirilmesi ve gelecekte rüzgar enerjisinin daha güvenilir bir kaynak haline getirilmesi amaçlanmaktadır¹²⁵.

2.2.3. Dünya Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Dünyada birçok ülke, kurum veya kuruluş, rüzgar enerjisi potansiyelinden yararlanmaya yönelik araştırma ve yatırımlar yapmaktadır. Bu alanda geliştirilen sistemler ise, söz konusu uygulamalardan olumlu sonuçlar alınmasını ve rüzgar enerjisi kullanımında ekonomik ölçütlerin yerine getirilmesini sağlamaktadır.

Bu bölümde; dünyada ve farklı bölgelerdeki rüzgar enerjisi potansiyeli, rüzgar enerjisi kullanımında başat ülkelerin kurulu güç kapasiteleri ve gelecek hedefleri incelenmektedir.

2.2.3.1. Dünya Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Dünya rüzgar enerjisi potansiyeliyle ilgili olarak yerli ve yabancı çalışmalarda farklı rakamlara yer verilmektedir. Bu rakamların farklı oluşu, genel olarak “rüzgar potansiyeli” kavramının değişik anlamlarda kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bununla ilgili temel kavramlar ve bu kavramların anlamları şu şekildedir¹²⁶:

Meteorolojik (Kuramsal) Potansiyel: Mevcut rüzgar kaynağına karşılık gelen potansiyeli ifade etmektedir.

Teknik Potansiyel: Mevcut teknoloji göz önüne alınarak (türbin gücü, türbin boyutları, türbin verimi vd.) hesaplanan potansiyeldir.

¹²⁵ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 73.

¹²⁶ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 67-68.

Ekonomik Potansiyel: Ekonomik olarak gerçekleştirilebilecek teknik potansiyeldir¹²⁷.

Rüzgar potansiyelinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar ise, ağırlıklı olarak teknik potansiyel ve ekonomik potansiyel açısından değerlendirilmektedir.

Bu alanda yapılan en önemli araştırmalardan biri, 1993 yılında, **M. Grubb** ve **N. Meyer** tarafından gerçekleştirilmiştir. Grubb ve Meyer, dünyanın rüzgar enerjisi “teknik” potansiyelini, yaklaşık **53.000 TWh/yıl**¹²⁸ olarak öngörmüşlerdir (Tablo 5). Ancak, bu hesaplamada, belirli teknik özelliklere sahip ve sadece karada kurulu (on-shore) rüzgar enerji tesisleri temel alınmıştır.

Tablo 5: Dünya Rüzgar Enerjisi Teknik Potansiyeli

Bölge/Kıta	Potansiyel (TWh/yıl)	Pay (%)
Afrika	10.600	20
Avustralya	3.000	5,7
K.Amerika	14.000	26,4
G.Amerika	5.400	10,2
B.Avrupa	4.800	9,1
D.Avrupa ve Rusya	10.600	20
Asya (Rusya hariç)	4.600	9,1
Dünya Toplam	53.000	100

Kaynak: M.J. Grubb ve N.I. Meyer., **Renewable Energy: Sources and Electricity**, Island Press, Washington, 1993, s. 190-198.

Buna göre; K.Amerika, rüzgar potansiyeli açısından birinci sırada (% 26,4) yer almaktadır. Ardından, Afrika (% 20) ve içinde Rusya'nın da bulunduğu

¹²⁷ Bazı çalışmalarda, bu kavramların yanı sıra, “site potansiyeli”, “uygulama potansiyeli” ve “sürdürülebilir potansiyel” gibi kavramlara da yer verilmektedir.

¹²⁸ Rüzgar enerjisinden elde edilecek sadece 1 TW'lık elektrik enerjisi, 500'den fazla nükleer santralin veya binlerce termik santralin ürettiği elektrik enerjisine eşit olmaktadır. Stanford University, “New Global Wind Map May Lead to Cheaper Power Supply”, <http://news-service.stanford.edu/news/2005/may25/wind-052505.html>, (Erişim Tarihi: 04.12.2007).

D.Avrupa (% 20) gelmektedir. Bu üç bölgenin/kıtanın toplam içindeki payı ise yaklaşık % 67 seviyesinde olup, söz konusu bölgeler rüzgar enerjisinden elektrik üretimi için oldukça elverişli yerlerdir.

Bir diğer araştırma, yine 1993 yılında, **A.J.M. Wijk** ve **J.P. Coelingh** tarafından yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucu ise, dünya rüzgar enerjisi teknik potansiyelini, yaklaşık **20.000 TWh/yıl** olarak göstermektedir. Aynı yıl içinde yapılan her iki çalışmadan, birbirinden farklı sonuçlar çıkmasının temel nedeni ise araştırmacılar tarafından farklı yöntemlerin kullanılmış olmasıdır. Grubb ve Meyer'in yapmış oldukları araştırmada, küresel boyuttaki kara parçalarının yaklaşık % 23'ü temsil edilirken; Wijk ve Meyer'in araştırmasında temsil oranı % 4 olarak gerçekleşmiştir¹²⁹.

Grubb ve Meyer'in belirttiği teknik potansiyelin **53.000 TWh/yıl** olduğu, 2020 yılı için öngörülen küresel elektrik tüketiminin ise yaklaşık **25.900 TWh/yıl** olacağı düşünüldüğünde, dünyanın oldukça önemli miktarda rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Normal şebekeler üzerinde yapılan çalışmalarda ve çok sayıdaki değerlendirmelerde, rüzgar enerjisi kapasitesinin, şebekeye % 20 seviyesine kadar girişinde hiçbir teknik sorun yaratmadığı tespit edilmiştir. Bu açıdan, % 20 oranı ve 25.900 TWh/yıl elektrik tüketim tahmini temel alındığı takdirde, 2020 yılı için rüzgar enerjisi “ekonomik” potansiyelini, yaklaşık **5.177 TWh/yıl** olarak öngörmek de mümkündür¹³⁰.

2.2.3.2. Dünya Rüzgar Enerjisi Kullanımı

İnsanoğlunun, binlerce yıldır rüzgar enerjisini kullandığı bilinmektedir. Eski Romalılar ve Yunanlılar gemileri yüzdürmek; Sümerler ise milattan önce 3500'li

¹²⁹ IEA, **World Energy Outlook 2001**, IEA Publications, Paris, 2001, s. 340,

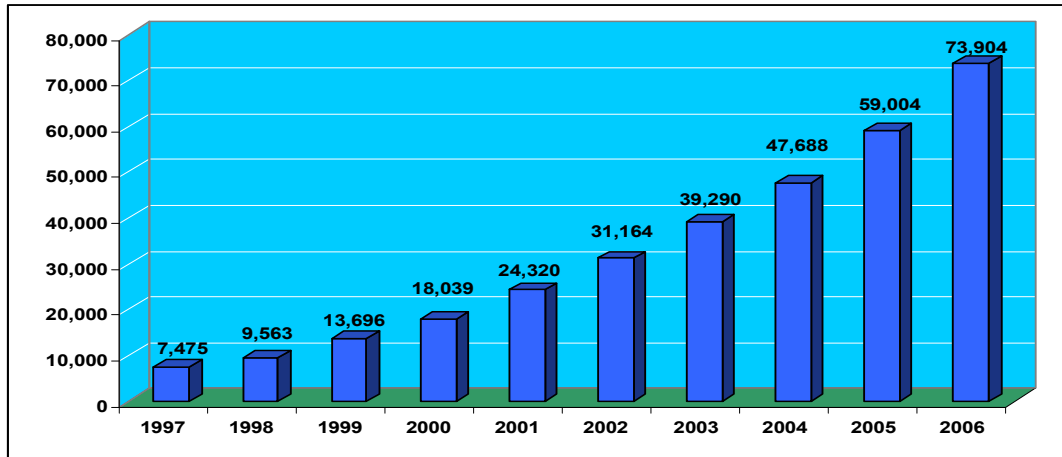
¹³⁰ Atilla Akalın, “Dünya’da Rüzgar Enerjisi Kaynak Potansiyeli”, www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/yayinlar/bilimsel/tureb/Ruz-Enj-PotansiyeliveKullanımHedefleri.pdf, (Erişim Tarihi: 06.12.2007).

yıllarda, kanatları bezden yapılmış yel değirmenleriyle tahıl öğütmek için rüzgar enerjisinden yararlanmışlardır. Yel değirmenleri milattan sonra 600'lü yıllarda, dönemin İslam ülkeleri tarafından daha da geliştirilmiş olup, günümüzdeki çağdaş dikey sistem rüzgar türbinlerine benzerlikleriyle dikkat çekmektedir¹³¹.

Türkler tarafından, ilk defa 640 yılına doğru üretilen yel değirmeni tiplerinin de, Haçlı Seferleri sırasında Avrupa'ya geçtiği belirtilmektedir. Avrupalılar, Doğuluların dikey sistem yel değirmenlerini geliştirerek yatay sistem yel değirmenleri yapmışlardır. Rüzgar enerjisinden ilk elektrik enerjisi üretimi ise, 1891 yılında Danimarkalı Profesör **Paul La Cour** tarafından gerçekleştirilmiştir¹³².

20. yüzyıl, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi rüzgar enerjisi kullanımının da azaldığı bir dönem olmuştur. 2. Dünya Savaşı ve 1970'lerde yaşanan petrol krizleri, rüzgar enerjisine yönelik araştırma-geliştirme çalışmalarını gündeme getirmesine karşın, özellikle petrol fiyatlarının düşük seviyede olduğu dönemlerde bu ilginin azaldığı görülmektedir¹³³.

Şekil 10: Dünya Rüzgar Enerjisi Toplam Kurulu Kapasite Miktarı (1999-2006)



Kaynak: WWEA., “New World Record in Wind Power Capacity”,

http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/pr_statistics2006_290107.pdf,

(Erişim Tarihi: 07.12.2007).

¹³¹ Harold H.Schobert, **Energy and Society: An Introduction**, Taylor&Francis Publications, New York, 2002, s. 101-102.

¹³² Özden, a.g.m., s. 160.

¹³³ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 68-69.

21. yüzyılda ise, rüzgar enerjisi sistemlerinin kullanımı açısından olumlu gelişmeler yaşanmaktadır. Buna göre; 2006 yılı sonu itibarıyla, dünya rüzgar enerjisi kurulu güç kapasitesi **73.904 MW** seviyesine yükselmiştir (Şekil 10).

Bu rakam, 2005 yılı verileriyle karşılaştırıldığında **14.900 MW**'lık bir kapasite artışını (% 25'lik bir artış) işaret ederken, kurulu kapasite son 10 yılda yaklaşık 10 kat artmıştır¹³⁴. WWEA'nın, 2010 yılı sonu için kapasite tahmini ise **160.000 MW**'tır. 2010 yılına kadar, yıllık ortalama % 20 oranında bir büyümenin sağlanması durumunda, söz konusu değere ulaşmak mümkün olacaktır.

Tablo 6: Dünya Rüzgar Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler (2006)

Toplam Kapasiteye Göre Sıralama	Ülke	Kapasite Artışı (MW)	Kapasite Artışı (%)	Toplam Kapasite (MW)
1	Almanya	2.194	11,9	20.622
2	İspanya	1.587	15,8	11.615
3	ABD	2.454	26,8	11.603
4	Hindistan	1.840	41,5	6.270
5	Danimarka	8	0,3	3.136
6	Çin	1.145	90,9	2.405
7	İtalya	405	23,6	2.123
8	İngiltere	610	45,1	1.963
9	Portekiz	628	61,4	1.650
10	Fransa	810	106,9	1.567
Dünya Toplam		14.900	25,3	73.409

Kaynak: WWEA., “New World Record in Wind Power Capacity”, http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/pr_statistics2006_290107.pdf, (Erişim Tarihi: 07.12.2007).

Ülkelere göre inceleme yapıldığında; Tablo 6'da yer alan beş ülke (Almanya, İspanya, ABD, Hindistan ve Çin), 2006 yılında 1.000 MW'ın üzerinde kapasite yaratırken; Çin ve Fransa'nın kapasitelerinin yaklaşık 2 kat arttığı görülmektedir. Bu listeye henüz giremeyen Kanada ve Brezilya'nın da kapasite artış oranı 2006 yılında % 100'ün üzerinde gerçekleşmiştir. Elektrik tüketiminin yaklaşık % 19'unu¹³⁵ sadece rüzgar enerjisinden sağlayan Danimarka ise, pazardaki doygunluk ve yasal

¹³⁴ Bu sonuca göre, rüzgar enerjisinin, küresel elektrik tüketimindeki payı % 1 seviyesinde gerçekleşmiştir.

¹³⁵ Bu oran, Almanya'da % 5, İspanya'da ise % 6 seviyesindedir. Greenpeace ve EWEA, **Wind Force 12**, June 2005, s. 7.

düzenlemelerdeki belirsizlikler nedeniyle ilk 10 ülke sıralamasında en düşük oranda büyüme kaydeden ülke konumundadır.

Almanya, İspanya ve ABD, güneş enerjisi kullanımında gösterdikleri gelişmeyi, rüzgar enerjisi kullanımında da sürdürmektedir. Sadece bu üç ülke, dünya toplam rüzgar enerjisi kullanımının % 59,7'sini gerçekleştirmektedir. Çin ve Hindistan ekonomilerinin hızlı büyümeye devam etmesi ve büyümenin rüzgar enerjisi sektörüne yansması durumunda, bu ülkelerin Almanya, İspanya ve ABD'yi rüzgar kaynaklı elektrik enerjisi kullanımında geçme olasılığı yüksektir.

2.2.4. Rüzgar Enerjisinin Maliyet Boyutu

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak rüzgar, güç üretiminin geliştirilmesi konusunda tek etken olmamaktadır. Buradaki en önemli nokta, rekabetçi bir maliyet seviyesine ulaşılabilecek ölçüde rüzgar potansiyelinden yararlanmaktır. Rüzgar enerjisinin maliyet boyutunu etkileyen temel ögeler arasında da, ilk yatırım maliyetleri ve elektrik üretim maliyetleri yer almaktadır. Diğer etkenler; işletme ve bakım maliyetleri, finansman maliyetleri, tesis için arazi seçimi, ortalama rüzgar hızı ve türbin ömrü olmaktadır.

İlk yatırım maliyeti, türbin satın alım ve kurulum maliyeti ile şebeke bağlantısı olması durumunda bağlantı maliyetini içermektedir. Bu maliyetler, toplam maliyetler içinde ortalama % 80'lik bir paya sahiptir. Türbin maliyetleri ise, son yıllarda üretim ve türbin boyutlarındaki artışa bağlı olarak düşmekte; pervane tasarımları ve kontrol sistemlerindeki gelişimin türbin verimliliğini yükseltmesi birim elektrik maliyetlerini azaltmaktadır.

Günümüzde, bir rüzgar türbininin ilk yatırım maliyeti ortalama **900-1.500 €-Cent/KWh**, elektrik üretim maliyeti ortalama **4-10 €-Cent/KWh** arasında değişmektedir¹³⁶. Bu rakamlar, 1990'lı yıllardaki rakamlarla karşılaştırıldığında, maliyetlerde yaklaşık % 50 oranında bir azalma yaşandığı görülmektedir. 2005-2010

¹³⁶ Maliyet hesaplamalarında, sektörde en fazla kullanılan türbin tipi olan 850 KW-1.500 KW arasındaki orta ölçekli rüzgar türbinleri esas alınmış olup; rüzgar enerjisinde ilk 10 sırada yer alan ülkelerin verilerinden yararlanılmıştır.

yılı arasında, toplam kurulu kapasitenin iki katına çıkması durumunda, elektrik üretim maliyetlerinin **4 €-Cent/KWh** seviyesinin altına gelmesi beklenmektedir. 2020 yılı öngörülere, ilk yatırım maliyetinin ortalama **512 €-Cent/KWh**, elektrik üretim maliyetinin ortalama **2,45 €-Cent/KWh** seviyelerine kadar düşebileceği yönündedir¹³⁷.

2.2.5. Rüzgar Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Gerek rüzgar enerjisinin, gerekse elektrik üretimi için kullanılan türbinlerin birtakım olumlu ve olumsuz özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda belirtilmektedir¹³⁸:

* Rüzgar enerjisindeki hızlı gelişimin en önemli nedeni, 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, ani küresel iklim değişikliklerinin yaşanmamasına da olumlu etki yapacaktır.

* Rüzgar enerjisi, atmosferde bol ve serbest miktarda bulunmaktadır. Bu yüzden tükenmeyen bir enerji kaynağı olarak gelecek nesillerin yaşam haklarını azaltmadan kullanılabilir. 2020 yılına kadar olan dönemde, küresel elektrik arzının sadece % 10'unun rüzgar enerjisinden sağlanması durumunda bile, teknik rüzgar potansiyelinin çoğu hâla kullanılmamış olacaktır.

¹³⁷ Bu kısımda; IEA, 2001 (Outlook); s. 342-343; EWEA ve Greenpeace, a.g.e., s. 1; EWEA ve EC, "Wind Energy-The Facts", Volume: 2, February 2004, s. 97-110, http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/WETF.pdf, (Erişim Tarihi: 07.12.2007); adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

¹³⁸ Bu kısımda; Sedat Gülşen, "Türkiye Enerji Sektöründe Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu", (Edit. : İsmail H. Karamenderesi, Hikmet Yavaş ve Mustafa Görgün), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001, s. 59; Aydoğan Özdamar, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Rüzgar Enerjisi", **TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) İzmir Şube Bülteni**, Yıl: 17, Sayı: 179, Nisan 2005, s. 29; "Rüzgar Daha Cazip Kılınmalı", **Enerji dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007, s. 46; Tanay S.Uyar, "Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi", **EMO Elektrik Mühendisliği dergisi**, Sayı: 407, Ocak 2001, s. 21-23; Kılıç, a.g.e., s. 18; TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 135; EWEA ve Greenpeace, a.g.e., s. 10; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

* Rüzgar enerjisi, yerli bir enerji kaynağıdır. Petrol ve doğal gazdan farklı olarak rüzgar enerjisinin dış alımı gerekmemekte; böylece, enerji alanında başka ülkelere olan bağımlılığın azaltılması mümkün olmaktadır.

* Rüzgar enerjisi kullanımının gelişmesi, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi, enerji güvenliğinin sağlanmasında yardımcı olacaktır. Böylece, fosil kaynaklar üzerinden yapılan mücadelelerin önlenmesi de mümkün olabilecektir.

* Teknolojik gelişmeler, rüzgar türbinleri yatırım ve elektrik enerjisi üretim maliyetlerini önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak, rüzgar türbinlerine yönelik yüksek talep artışının sınırlı sayıda üretici firma tarafından karşılanıyor oluşu, türbin maliyetlerinin daha da azaltılması konusunda en büyük engeldir. Bununla birlikte, birim başına elektrik üretim maliyetleri, fosil kaynakların en ucuz seçenekleri olan kömür ve doğal gazla rekabet edebilir duruma gelmiştir. Bu maliyetlere, fosil kaynakların yarattığı çevresel maliyetler de dahil değildir.

* Rüzgar enerjisi sanayisi, yeni iş olanakları yaratırken, ülke ve bölge ekonomilerinin gelişmesine de katkı sağlamaktadır.

* Rüzgar enerjisinin kesintili ve değişken özelliği, üretilen elektriğin depolanması sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu durum, enerji depolama sistemlerinin kurulmasını gerektirmektedir.

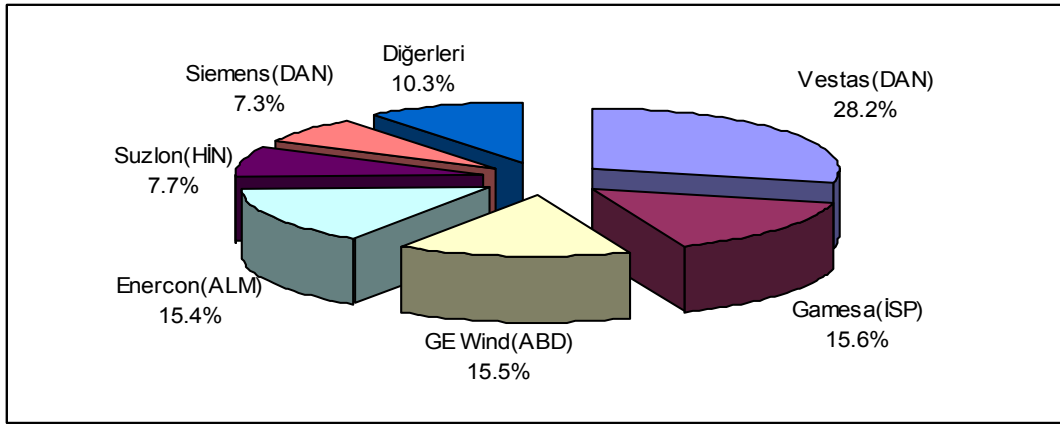
* Rüzgar enerjisinden yüksek seviyede verim elde edilebilmesi için sağlıklı rüzgar ölçümlerinin yapılması ve potansiyel yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılan araştırmalar, henüz istenilen seviyeye ulaşmamıştır.

* Rüzgar türbinleri, sanıldığı gibi kuş ölümlerine neden olmamakta; ancak, bu tesisler nedeniyle kuşların göç yollarını değiştirmek zorunda kaldıkları bilinmektedir. Bunun yanı sıra, gelişmiş türbin sistemleri ve yeni nesil tasarımlarla, türbinlerin yarattığı gürültü ve görüntü kirliliğini en alt seviyeye indirilmesi amaçlanmaktadır.

2.2.6. Rüzgar Enerjisi Alanında Etkinlik Gösteren Uluslararası Firmalar

Rüzgar enerjisi sanayisinin büyüklüğü milyarlarca dolara (yaklaşık 23 milyar \$) ulaşmış olup; bu durum, uluslararası ölçekte etkinlik gösteren birçok firmayı bu alana çekmektedir. Söz konusu firmaların ise, özellikle rüzgar türbinlerine yönelik yatırımlara ağırlık verdikleri görülmektedir. Şekil 11, 2006 yılı sonu itibariyle üreticilere göre rüzgar türbini pazar paylarını göstermektedir.

Şekil 11: Üreticilere Göre Rüzgar Türbini Pazar Payları (2006)



Kaynak: BTM Consult., “International Wind Energy Development: World Market Update 2006”, <http://www.btm.dk/documents/pressrelease.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.12.2007).

Şekil 11’e göre, rüzgar enerjisi alanında ilk 5 sırada yer alan ülkeler gibi, bu ülke kökenli firmalar da, rüzgar türbini üretiminde ilk 5 sırada bulunmaktadır. İlk 6 firmanın, pazarın % 89,7’sini oluşturduğu 2006 yılında, bir önceki yıla göre % 30 oranında bir artış yaşanmıştır.

Danimarka’dan **Vestas** firması, 2006 yılında ürettiği toplam 4.237 MW (% 28,2) kapasiteli rüzgar türbinleriyle dünyanın en büyük rüzgar türbini üreticisi olma ünvanını korumuştur. Bu alandaki en deneyimli firmalardan biri olan Vestas’ı, İspanya’dan **Gamesa** takip etmektedir. Gamesa, 2006 yılındaki toplam 2.344 MW (% 15,6) kapasiteli rüzgar türbinleri üretimiyle, bir önceki yıl aynı sırada yer alan **GE Wind Energy** firmasını geride bırakmıştır.

2006 yılında, pazar payını kaybeden tek firma olan GE Wind Energy (2.329 MW üretim – % 15,5 pazar payı – üçüncü sıra), GE'nin, diğer iş kollarında küresel ölçekte sağladığı başarıları bu alanda da sürdürmektedir. Ağırlıklı olarak Almanya, İspanya, ABD, Çin ve Kanada'da etkinlik gösteren GE Wind Energy, 20 yılı aşkın sürede 7.500'ün üzerinde rüzgar türbini üretmiştir¹³⁹.

Almanya'dan **Enercon** firması da, 2.314 MW üretim kapasitesiyle sıralamada dördüncü sırada bulunmaktadır. Ürettiği türbinlerde kendine özgü motor sistemleri kullanan Enercon, 22 yılda 4.000'in üzerinde rüzgar türbininin yapımını gerçekleştirmiştir¹⁴⁰.

2.3. HİDROELEKTRİK ENERJİ

Hidroelektrik enerji, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi kaynağını Güneş'ten almaktadır. Geleneksel enerji kaynakları arasında değerlendirilmekte olan hidroelektrik enerji, sahip olduğu yüksek verimlilik seviyesiyle dünyada yaklaşık 35 ülkenin en başta gelen enerji kaynağı konumundadır¹⁴¹.

Bu bölümde; hidroelektrik enerji potansiyeli ve kullanımı ile dünya su kaynaklarına ilişkin araştırmalara yer verilmekte; hidroelektrik enerjinin ekonomik ve çevresel açıdan etkileriyle ilgili değerlendirilmesi yapılmaktadır.

2.3.1. Hidroelektrik Enerjiye İlişkin Genel Açıklama

Hidroelektrik enerjinin temel kaynağının Güneş oluşu, Güneş'in hidrolojik çevriminin bir parçası olarak su kütlesinin ortaya çıkmasıyla ilgilidir. Hidrolojik çevrim içinde meydana gelen atmosfer kökenli su, yağış şeklinde dünya yüzeyine ulaşmaktadır.

¹³⁹ GE Energy, "Wind Energy in GE", http://www.gepower.com/businesses/ge_wind_energy/en/index.htm, (Erişim Tarihi: 10.12.2007).

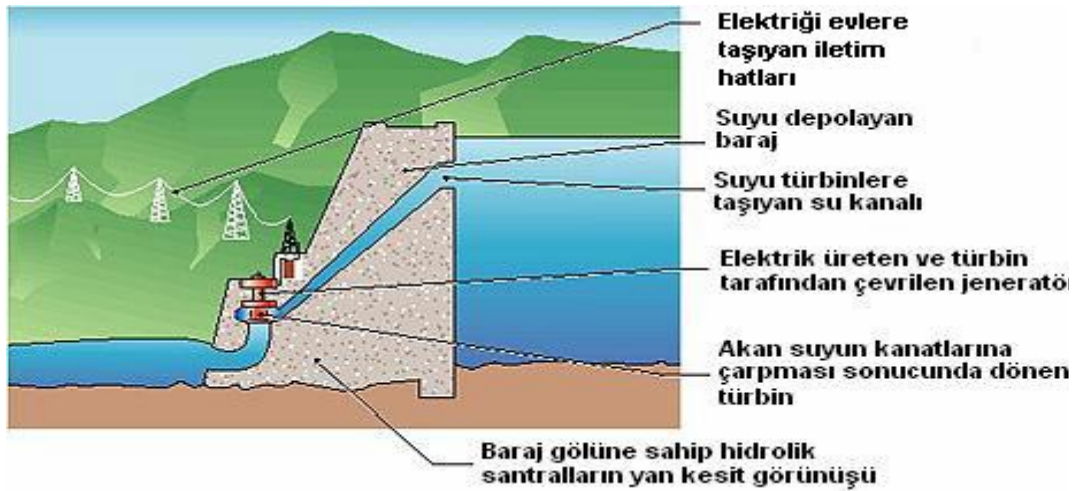
¹⁴⁰ Erich Hau, **Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Applications, Economics**, Springer Publications, Berlin, 2006 (Second Edition), s. 603.

¹⁴¹ Şen, a.g.e., s. 162.

Yağışlar, ağırlıklı olarak sonbahar ve kış mevsiminde gerçekleşirken, bu yağışların bir kısmı yüzeye ulaştıktan sonra buharlaşmaktadır. Hidroelektrik enerji ise, yağışların buharlaşmayarak yüzey üzerinde kalan kısmından elde edilmektedir.

Hidroelektrik enerji üretimi, suyun sahip olduğu enerjinin bir başka enerji türüne dönüştürülmesini gerektirmektedir. Bunun gerçekleşmesi, suyun “baraj” adı verilen su tutucu alanlarda depolanması ve buradan “hidroelektrik enerji santrallerine” aktarılmasıyla mümkündür (Şekil 12).

Şekil 12: Bir Hidroelektrik Enerji Santralinin Yan Kesit Görünüşü



Kaynak: “Hidroelektrik Santraller”,

http://tr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrik_santraller, (Erişim Tarihi: 12.12.2007).

Barajlarda biriken su zamanla yükselerek, belirli bir yükseklikten aşağıya bırakılmakta (potansiyel enerjinin hareket enerjisine dönüşümü); böylece, aşağıda bulunan türbin sistemi içindeki pervanelerin dönmesi sağlanmaktadır (hareket enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümü). Türbin sisteminin, mekanik enerjiyi üreteç iletilmesiyle birlikte hidroelektrik enerji üretim süreci tamamlanmaktadır (mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüşümü)¹⁴².

¹⁴² US Department of Interior, Bureau of Reclamation, Power Resources Office, “Hydroelectric Power”, July 2005, s. 2-3, <http://www.usbr.gov/power/edu/pamphlet.pdf>, (Erişim Tarihi: 11.12.2007).

2.3.2. Dünya Su Kaynakları

Genel olarak “su kaynakları” kavramı, çok boyutlu bir anlam ifade etmektedir. Bu çok boyutlu anlam, su kaynaklarının sadece fiziksel değil, çevresel ve sosyoekonomik açıdan da sahip olduğu önemden kaynaklanmaktadır.

Sosyoekonomik ve çevresel açıdan değerlendirildiğinde; suyun, gelecek çeyrek yüzyılda birçok ülke için izlemsel kaynak haline gelmesi ve uluslararası anlaşmazlık konuları arasında ilk sırayı alması beklenmektedir. Bunun başlıca nedenleri olarak; dünya nüfusundaki hızlı yükseliş, sosyal refah ve ekonomik gelişmenin neden olduğu su kullanım miktarındaki artış, küresel ısınmadaki yükseliş ve ani iklim değişikliklerinin yarattığı bölgesel kuraklıklar gösterilmektedir¹⁴³.

Fiziksel açıdan ise su kaynakları, “yenilenebilir-yenilenemeyen kaynaklar” veya “doğal-gerçek (fili) kaynaklar” gibi değişik özelliklere göre sınıflandırılarak incelenmektedir. Uluslararası çalışmalarda su kaynaklarına ilişkin veriler, genellikle “gerçek-yenilenebilir su kaynakları” kavramına göre yayımlandığından dolayı, çalışmada bu iki sınıflandırmanın değerlendirilmesi yeterli görülmektedir.

Yenilenebilir-yenilenemeyen su kaynakları: Yenilenebilir su kaynakları, su çevrim düzenindeki uzun dönemli kaynakları (yer altı ve yer üstü -akarsu, nehir vb.- suları) ifade ederken; yenilenemeyen su kaynakları ise, yerin oldukça derininde ve niceliksel olarak az miktarda bulunan yer altı suyu kollarını içermektedir.

Doğal-gerçek (fili) su kaynakları: Doğal su kaynakları kavramı, bir ülkedeki hem içsel hem de dışsal yer altı ve yer üstü sularının toplamını belirtmektedir. Gerçek (fili) su kaynakları ise, kaynağın doğduğu ve aktığı ülkeler ile bu ülkeler arasındaki resmi veya resmi olmayan anlaşmalar çerçevesindeki kullanıma göre değerlendirilmektedir. Bu nedenle, gerçek su kaynaklarına ilişkin rakamlar her yıl değişmektedir¹⁴⁴.

¹⁴³ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 187.

¹⁴⁴ UN Food and Agricultural Organisation (FAO), **Review of World Water Resources by Country**, Water Report 23, FAO Publications, Rome, 2003, s. 3.

Yapılan araştırmalar ise, yeryüzündeki toplam su miktarının yaklaşık **1,4 milyar km³** olduğunu göstermektedir. Bu suların % 97,5'i okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak; geri kalan % 2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar az miktardaki tatlı su kaynağının da % 90'ının kutuplarda ve yer altında bulunması nedeniyle, insanoğlunun kolaylıkla yararlanabileceği elverişli tatlı su miktarı oldukça düşük seviyede olmaktadır¹⁴⁵.

Buna göre; ülkelerin kullanımındaki tatlı su kaynakları miktarı, sadece 43.750 km³/yıl olup, bu kaynakların kıtasal dağılımı; Amerika % 45, Asya % 28, Avrupa % 15,5, Afrika % 9 ve diğer kıtalar % 2,5 şeklinde gerçekleşmektedir¹⁴⁶.

2.3.3. Dünya Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Kullanımı

Dünyadaki su kaynaklarına ilişkin rakamlar genel olarak olumlu olmasına karşın, insanların farklı amaçlarla (içme suyu, tarımsal sulama, elektrik vd.) kullanabildikleri su miktarı oldukça sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, özellikle küresel elektrik tüketimindeki hızlı artışın karşılanabilmesi amacıyla, hidroelektrik enerji potansiyelinin geliştirilmesine ve kullanımında tasarruf ögesine önem verilmesi gerekmektedir.

2.3.3.1. Dünya Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Hidroelektrik enerji potansiyelinin, hem ülkeler arası hem de bölgeler arası karşılaştırmalarda sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi, yapılan çalışmalarda ortak kavramların kullanılmasıyla mümkündür. Bu açıdan, “brüt potansiyel”, “teknik potansiyel” ve “ekonomik potansiyel” kavramlarının bilinmesi önemlidir.

Brüt potansiyel: Bir akarsu havzasındaki hidroelektrik enerji üretiminin kuramsal açıdan üst sınırını gösteren brüt potansiyel; mevcut derinlik (düşü) ve ortalama akımın (debinin) oluşturduğu potansiyeli ifade etmektedir.

¹⁴⁵ T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), “Toprak ve Su Kaynakları”, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>, (Erişim Tarihi: 11.12.2007).

¹⁴⁶ FAO, a.g.e., s. 19.

Teknik potansiyel: Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretimindeki teknolojik üst sınırını göstermektedir.

Ekonomik potansiyel: Bir akarsu havzasının gerek teknik açıdan geliştirilebilmesi mümkün, gerekse ekonomik yönden tutarlı olan tüm hidroelektrik projelerin toplam üretimi olarak tanımlanmaktadır¹⁴⁷.

Bu açıklamalardan sonra, dünyadaki hidroelektrik enerji potansiyelinin 2005 yılı sonundaki kıtasal/bölgesel/ülkesel dağılımı Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7: Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Kıtasal/Bölgesel/Ülkesel Dağılımı

Kıta/Bölge/Ülke	Brüt Potansiyel (TWh/yıl)	Teknik Potansiyel (TWh/yıl)	Ekonomik Potansiyel (TWh/yıl)
Çin	6.083	2.474	1.753
Hindistan	2.638	660	600
Endonezya	2.147	402	40
Asya Toplam	> 16.285	> 5.523	> 3.279
ABD	4.485	1.752	501
Brezilya	3.040	1.488	811
Kanada	2.216	981	536
Amerika Toplam	> 15.175	> 6.048	> 2.738
Kongo	1.397	774	419
Etiyopya	650	> 260	160
Madagaskar	321	180	49
Afrika Toplam	> 3.884	> 1.852	> 1.007
Rusya	2.295	1.670	852
Norveç	560	200	187
İtalya	340	105	65
Avrupa Toplam	4.945	2.714	> 1.638
Irak	225	90	67
İran	176	70	50
Suriye	11	5	4
Orta Doğu Toplam	418	168	> 121
Avustralya	265	100	30
Papua Yeni Gine	175	49	15
Yeni Zelanda	46	37	24
Okyanusya Toplam	495	> 189	> 69
Dünya Toplam	> 41.202	> 16.494	> 8.852

Kaynak: WEC., 2007 (Survey); s. 279-283.

¹⁴⁷ “Yenilenebilir Enerji ve Türkiye”, **Su Dünyası dergisi**, Sayı: 31, Şubat 2006, s. 24-25.

Tablo 7'ye göre; dünyanın brüt hidroelektrik enerji potansiyeli yaklaşık **41.202 TWh/yıl** olup, günümüzde bu potansiyelin sadece % 40'ından teknik olarak, % 21,5'inden de ekonomik olarak yararlanmak mümkündür.

Ekonomik potansiyelin kıtasal dağılımı yapıldığında; ilk sırayı % 37'lik payla Asya almaktadır. Amerika, teknik potansiyeli daha yüksek olmasına karşın, ekonomik potansiyel açısından % 31'lik payıyla ikinci sıradadır. Bu iki kıta, toplam ekonomik potansiyelin yaklaşık % 68'ine sahip bulunmaktadır. Avrupa % 18,5, Afrika % 11,4, Orta Doğu % 1,4 ve Okyanusya % 0,8'lik paya sahiptir.

Ülkesel dağılımda ise ilk sırada Çin gelmektedir. Çin'in, toplam ekonomik potansiyelin yaklaşık 1/5'ine (% 19,8) sahip oluşu, bu ülkenin, su kaynakları açısından gelecekte daha stratejik bir konuma gelme olasılığını kuvvetlendirmektedir. Çin'i sırasıyla, Rusya (% 9,6), Brezilya (% 9,2) ve Hindistan (% 6,8) izlemektedir.

2.3.3.2. Dünya Hidroelektrik Enerji Kullanımı

Bir ülkenin ekonomik hidroelektrik potansiyelinin yüksek oluşu tek başına yeterli bir bilgi olarak kabul görmemektedir. Burada önemli olan nokta, sahip olunan potansiyelden ne ölçüde yararlanıldığı olmaktadır.

Dünyada hidroelektrik enerji kullanımı ise ülkeler arasında önemli farklılıklar göstermekte;¹⁴⁸ bu farklılıklar ayrıntılı olarak Tablo 8'de incelenmektedir.

¹⁴⁸ Joachim Schellnhuber, **World in Transition: Conservation and Sustainable Use of the Biosphere**, Published by Earthscan, UK, 2001, s. 52.

Tablo 8: Dünya Hidroelektrik Enerji Kullanımında Başat Ülkeler (2006)

Ülke*	Hidroelektrik Enerji Ekonomik Potansiyeli (TWh/yıl)	Hidroelektrik Enerji Kullanımı (TWh/yıl)	Gerçekleşme Oranı (%)	Ulusal Elektrik Üretimindeki Payı (%)
Çin	1.753	416,7	23,8	14,7
Kanada	536	350,3	65,4	58,7
Brezilya	811	349,9	43,1	83,5
ABD	501	291,2	58,1	6,8
Rusya	852	175	20,5	17,6
Norveç	187	119,8	64,1	99
Hindistan	600	112,4	18,7	15,5
Japonya	114	95	83,3	8,3
Dünya Toplam	> 8.852	3.040	>34,3	16,0

* Tabloda, dünyada hidroelektrik enerji ekonomik potansiyeli 100 TWh/yıl üzerinde olan ülkeler değerlendirilmiştir.

Kaynak: WEC., 2007 (Survey); s. 289-293; BP., 2007 (Statistical); s. 38; adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 8'e göre; dünyada, toplam ekonomik hidroelektrik potansiyelin sadece **1/3'ü (% 34,3)** kullanılmakta; bir başka ifadeyle geriye kalan 2/3 oranındaki potansiyel her yıl boşa gitmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde; Japonya, hidroelektrik potansiyelinden en çok yararlanan (% 83,3) ve su kaynaklarını en verimli şekilde kullanan ülke olmaktadır. Japonya'yı, Kanada (% 65,4) ve Norveç (% 64,1) takip ederken; Hindistan (% 18,7), Rusya (% 20,5) ve Çin (% 23,8), bu alanda en düşük kullanım oranına sahip ülkelerdir.

Diğer taraftan; hidroelektrik enerji kullanımının, toplam elektrik tüketimi içindeki payı da son derece önemli bir göstergedir. Buna göre; hidroelektrik enerji, 2006 yılında küresel elektrik tüketiminin % 16'sını karşılamıştır. Ülkesel değerlendirmede; Norveç, yıllık elektrik enerjisi kullanımının neredeyse tamamını (% 99), Brezilya da büyük bir çoğunluğunu (% 83,5) hidroelektrik enerjiden

sağlamış olup; Japonya ve ABD gibi gelişmiş sanayi ülkelerinde bu oranlar % 10'un altında gerçekleşmiştir.

Özetle, dünya hidroelektrik potansiyelinin büyük bir kısmı henüz değerlendirilmemektedir. Buna karşın, klasik bir yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjinin, küresel elektrik tüketimi açısından tüm yenilenebilir kaynaklar içindeki payı % 90 seviyesindedir. Gelecek yıllarda diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının daha hızlı gelişmesi beklendiğinden dolayı, 2030 yılında bu oranın yaklaşık % 63'e düşeceği; tüm enerji kaynakları içindeki payının % 16'da kalacağı öngörülmektedir. Bu öngörünün gerçekleşmesi durumunda, ekonomik hidroelektrik potansiyelin yaklaşık 1/2'si yine etkisiz (atıl) durumda kalacaktır¹⁴⁹.

2.3.4. Hidroelektrik Enerjinin Maliyet Boyutu

Hidroelektrik enerji teknolojisi, diğer yenilenebilir enerji teknolojileriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksek bir verimlilik sağlamaktadır. Günümüzde, hidroelektrik enerji santrallerindeki verimlilik oranı % 90 seviyesini aşmış olup, bu gelişme santral yatırım ve elektrik üretim maliyetlerine olumlu yansımaktadır¹⁵⁰.

İlk yatırım maliyetleri açısından küçük ölçekli hidroelektrik santraller (<10 MW) daha uygun olmakla birlikte, büyük ölçekli hidroelektrik enerji santrallerinde (>10 MW) elektrik üretimi daha düşük maliyetlerle gerçekleşmektedir. Buna göre; santrallerin ilk yatırım maliyeti ortalama 2.400 \$/MW; bu santrallerden elde edilen elektriğin birim maliyeti ise 0,03-0,04 \$/MW seviyesindedir. 2020 yılı için yapılan öngörülerde bu rakamların % 10 oranında azalması beklenmektedir.

Hidroelektrik enerji santrallerinin, gerek yatırım gerekse elektrik üretim maliyetlerinin düşük oluşu, bu tesislerin uzun yıllardır işletmede olmasından ve kendilerini tam olarak amorti etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu santrallerin

¹⁴⁹ IEA, 2007 (Renewable Supply); s. 5,12,

¹⁵⁰ Bu kısımda; "Ülkemiz Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji", **Su Dünyası dergisi**, Sayı: 39, Ekim 2006, s. 30; IEA, 2007 (Renewable Supply); s. 8; IEA, 2002 (Renewable); s. 24; WEC, 2007 (Survey); s. 285; Alemdaroğlu, a.g.e., s. 17; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

ekonomik ömürleri yaklaşık 200 yıl iken, yatırım geri ödeme süreleri en fazla 10 yıl olarak gerçekleşmektedir.

Son olarak, 2006 yılı sonu itibariyle, dünyada yaklaşık 45.000 adet büyük ölçekli baraj bulunmaktadır. Bu barajların çoğunluğunda (% 80) hidroelektrik enerji donanımının mevcut olmayışı, ekonomik anlamda olumlu bir tercih olarak değerlendirilmemektedir. Özellikle, yıllık işletme-bakım maliyetlerinin düşük seviyelerde olduğu (ortalama 0,002 \$/KWh) göz önüne alındığında, hidroelektrik enerji santrallerinin uzun dönemde ülke ekonomilerine sağlayacağı katkının daha da artması mümkündür¹⁵¹.

2.3.5. Hidroelektrik Enerjinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Hidroelektrik enerjinin, ağırlıklı olarak ekonomik ve çevresel açıdan birtakım olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Bu yönler, ana hatlarıyla aşağıda açıklanmaktadır¹⁵²:

* Hidroelektrik enerji, temiz ve çevre kirliliği yaratmayan bir enerjidir. Asit yağmurları, sis ve toz gibi atmosfer kaynaklı kirleticileri üretmemekte; petrol, gaz ve kömür kullanımından kaynaklanan sera gazlarının yoğunluğunu dengelemektedir.

* Buna karşın, hidroelektrik enerji santralleri, beton baraj gövdeleri ve gerisinde birikmiş büyük su hacimleriyle yerleşim yerlerinin sular altında kalmasına ve dolayısıyla, kuruldukları bölgelerin ekolojik yapılarının bozulmasına neden olmaktadır.

Aynı zamanda, söz konusu bölgelerin genelde ormanlık alan oluşu ve bu nedenle santral yapım aşamasında birçok ağacın kesilmesi de, hidroelektrik enerjinin

¹⁵¹ WEC, a.g.e., s. 273.

¹⁵² Bu kısımda; Kathryn Hilgenkamp, **Environmental Health: Ecological Perspectives**, Jones and Bartlett Publishers, Massachusetts, 2005, s. 206; Schellnhuber, a.g.e., s. 53; UN, a.g.e., s. 23; EREC ve Greenpeace, a.g.e., s. 77; Onbaşıoğlu, a.g.m., s. 60; “Yenilenebilir Enerji ve Türkiye”, **DSİ Su Dünyası dergisi**, Sayı: 31, Şubat 2006, s. 25; International Hydropower Association, “Hidroelektrik Enerji için Ne Yapıyorsunuz?”, http://www.hydropower.org/downloads/IHA_Brochure_Turkish.pdf, (Erişim Tarihi: 13.12.2007); adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden birini oluşturmaktadır. Bu olumsuz tablo, ağırlıklı olarak büyük ölçekli hidroelektrik santrallerin (>30 MW) kullanımından kaynaklanmakta; bu amaçla, birçok ülkede küçük ölçekli nehir tipi santrallerin yapımı özendirilmektedir.

* Hidroelektrik enerji yaklaşık yüz yıldır kullanılmakta ve yapı itibariyle, yenilenebilir enerji kaynakları içinde en gelişmiş teknoloji olmaktadır. Buna karşın, dünyanın bazı bölgelerinde hidroelektrik enerji potansiyelinden yeterince yararlanılmadığı da görülmektedir. Kıtasal değerlendirmede Afrika, hidroelektrik enerji potansiyelinin sadece % 7'sini kullanmakta; en fazla su kaynağına sahip olan Asya'da ise bu oran % 22'yi geçmemektedir. Özellikle, bu kıtalarda yer alan ülkelerin hidroelektrik enerji santrallerine yönelik yatırımlarını artırması, hem enerjide dışa bağımlılık seviyelerini azaltacak, hem de santrallerin kurulduğu bölgelere ekonomik ve sosyal katkılar sağlayacaktır.

* Hidroelektrik enerjinin, küresel ölçekte uzun yıllardır kullanılıyor oluşu, diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük maliyetli ve daha verimli olmasını sağlamaktadır. Santrallerin işletme-bakım giderleri ve geri ödeme süreleri düşük, ekonomik ömürleri ve verimlilikleri yüksektir.

Bununla birlikte, baraj ve santral yapım teknolojisi de önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar, 1950 yılından önce kurulan barajların % 2,2'sinin, aşırı su basıncına bağlı olarak yıkıldıklarını göstermektedir. 1975 yılında, Çin'deki **Banqiao Barajı**'nın çökmesi sonucu 500 milyon m³ su, çevredeki yerleşim alanlarını basmış ve 200.000'den fazla kişinin evsiz kalmasına neden olmuştur.

* Son olarak, hidroelektrik enerji, su kaynaklarının çok amaçlı ve daha geniş kapsamlı kullanımına olanak sağlamaktadır. Su ve enerji, kabul edilebilir yaşam kalitesinde çok önemli iki alan olup, hidroelektrik enerji bu iki alanı birleştirici bir rol oynamaktadır.

2.4. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji, 1974 yılındaki Petrol Krizi sonrasında gündeme gelen yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeridir. Bu kaynağın yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşu, ülkelerin enerji dış alımının azaltılmasında; kullanımında ortaya çıkan düşük miktardaki sera gazı ise, çevresel olumsuzlukların kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesinde katkı sağlamaktadır.

Bu bölümde; jeotermal kaynaklar ve jeotermal enerji teknolojileri incelenmekte olup, dünyadaki jeotermal enerji potansiyeli ve bu potansiyelden geniş biçimde yararlanan ülkeler değerlendirilmektedir. Jeotermal enerjinin ekonomik ve çevresel etkileri, bölümün diğer konusunu oluşturmaktadır.

2.4.1. Jeotermal Enerjiye İlişkin Genel Açıklama

Jeotermal kaynak, kısaca yer ısısı olup, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının meydana getirdiği, kimyasallar içeren akışkanlardan¹⁵³ (sıcak su ve buhar) oluşmaktadır. Bunun yanı sıra, herhangi bir akışkan içermeyen ve ağırlıklı olarak ısısından yararlanan “kızgın kuru kayalar (dry hot rocks)” da, günümüzde jeotermal bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Bu açıdan, jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı olarak her türlü kullanımı kapsamaktadır¹⁵⁴. Jeotermal enerjinin, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olma özelliğini koruyabilmesi için jeotermal akışkanın; yağmur, kar, deniz veya eriyik (magmatik) suların yer altındaki gözenekli ve çatlaklı kayalar kütlelerine sızarak oluşturduğu

¹⁵³ Bu akışkan, çevresindeki normal yer altı ve yer üstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içermekte ve akışkan sıcaklığının sürekli 20°C den fazla olması gerekmektedir. TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 97.

¹⁵⁴ Türkiye Jeotermal Derneği (TJD), “Jeotermal Enerji Nedir?”, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr>, (Erişim Tarihi: 14.12.2007).

“jeotermal kaynak depolarını (rezervuarları)” sürekli beslemesi ve beslenmenin üzerinde bir kullanımın olmaması gerekmektedir¹⁵⁵.

2.4.2. Jeotermal Enerji Teknolojileri

Jeotermal enerji teknolojileri, jeotermal akışkanın yeryüzüne doğrudan (doğal yolla) veya sondajlar aracılığıyla sıcak su ve buhar şeklinde ulaşması temeline dayanmaktadır. Bu şekilde, doğrudan ısı enerjisi elde edilebileceği gibi, elektrik enerjisi üretmek de mümkün olmaktadır¹⁵⁶.

Jeotermal ısı ve elektrik teknolojilerinin kullanıldığı alanlar ise, jeotermal akışkanın sıcaklığına ve bölge şartlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Sıcaklık seviyesine göre jeotermal enerji; düşük sıcaklıklı (entalpili) (20-70⁰C) sahalar, orta sıcaklıklı (70-150⁰C) sahalar ve yüksek sıcaklıklı (150⁰C'den yüksek) sahalar olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Isı enerjisi, her üç sınıfta yer alan sahalarından elde edilebilirken, elektrik enerjisi ise genel olarak yüksek ve orta sıcaklıklı sahalarından elde edilmektedir¹⁵⁷.

2.4.2.1. Jeotermal Enerji Isı Teknolojisi

Jeotermal enerji ısı teknolojisi sistemleri, jeotermal akışkanın kimyasal özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Akışkan, kimyasal açıdan sorun yaratıcı nitelikte değilse, ısıtılacak alanda **radyatör** ve **uygun boru sistemi** aracılığıyla dolaştırılarak ısıtma sağlanabilmektedir. Akışkanın kimyasal açıdan sorun yaratıcı (kabuklaşma, korozyon) nitelikte olduğu durumlarda ise ısıtma, akışkan ısısının, **ısı**

¹⁵⁵ İsmail H. Karamenderesi, “Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Yasa Sorunları”, (Edit. : İsmail H. Karamenderesi, Hikmet Yavaş ve Mustafa Görgün), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001, s. 79-80.

¹⁵⁶ İbrahim Üçgül, Mustafa Acar ve Tansel Koyun, “Jeotermal Buhar Enjektörlü Soğutma Sistemi Tersinmezliklerinin İncelenmesi”, **MMO Tesisat Mühendisliği dergisi**, Sayı: 88, 2005, s. 31.

¹⁵⁷ Nevzat Şimşek, “Enerji Sorununun Çözümünde Jeotermal Enerji Alternatifi”, **Ekoloji Çevre dergisi**, Cilt: 8, Sayı: 29, Ekim-Aralık 1998, s. 16.

değiştiricileri (eşanjörleri) kullanılarak düşük kimyasal yoğunluklu suya (şehir şebeke suyuna) aktarılmasıyla gerçekleşmektedir¹⁵⁸.

Isı pompaları (heat pumps), ısı teknolojisi sistemlerinden bir diğerini oluşturmaktadır. Bu sistemler, akışkan sıcaklığının genelde 10⁰C-30⁰C aralığında olduğu düşük sıcaklıklı jeotermal sahalarda kullanılmakta ve buralardan aldıkları ıyıyı, yüksek sıcaklığa¹⁵⁹ dönüştürmektedir. Böylece, geleneksel jeotermal ısıtma sistemlerinden ekonomik anlamda etkinlik sağlanamayan kaynakların (yüzeğe yakın ılık su kaynakları, toprak, hava, vd.) değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Isı pompalarında kaynak olarak genelde hava ve toprak kullanılmakta olup; bu sistemden hem ısıtma amaçlı, hem de soğutma amaçlı olarak alan iklimlendirmesi uygulamalarında yararlanılmaktadır¹⁶⁰.

Söz konusu ısı teknolojisi sistemlerinin, birbirinden farklı birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Bu alanlardan bazıları aşağıda yer almaktadır:

- * Konutların ısıtılması ve soğutulması
- * Seraların ısıtılması
- * Kentlerin ısıtılması
- * Hayvan çiftlikleri, caddeler ve havaalanı pistlerinin ısıtılması
- * Yüzme havuzları, termal tedavi merkezleri ve turistik tesislerin ısıtılması
- * Toprağın ısıtılması
- * Organik maddelerin kurutulması
- * Orman ürünlerinin kurutulması
- * Şeker, ilaç ve pastörize süt fabrikalarında ürünlerin soğutulması
- * Mantar, tropikal bitki ve balık yetiştirilmesi.

¹⁵⁸ T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT), **7. Beş Yıllık Kalkınma Programı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2441, Mayıs 1996, s. 17.

¹⁵⁹ Bu sistemlerde kullanılan özel kimyasal maddelerle sıcaklığın azaltılması sonucu soğutma işlemi de yapılabilmektedir.

¹⁶⁰ John W. Lund, "Introduction to Geothermal Heat Pumps", (Edit. : D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh), **Geothermal Energy Resources for Developing Countries**, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002, s. 161.

2.4.2.2. Jeotermal Enerji Elektrik Teknolojisi

Jeotermal kaynaklı elektrik enerjisi üretimi genellikle orta ve yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilmekte olup, temelde iki ayrı sistemle gerçekleştirilmektedir. **Buhar baskın sistemde**, jeotermal akışkan, ayrıştırıcı makinelerde (seperatörlerde) su ve buhar olarak ayrıştırılmaktadır. Elde edilen buhar ise ilk olarak türbinlere gönderilmekte; ardından, türbinlerin çalıştırdığı üreteç aracılığıyla elektrik enerjisi üretilmektedir.

“*Tek buharlaşmalı (single flash)*” yapılarda bu işlem tek bir ayrıştırıcıda gerçekleştirilirken; “*çift buharlaşmalı (double flash)*” yapılarda sıcak su, ilk ayrıştırma işleminden sonra ikinci bir ayrıştırıcıya tekrar gönderilmekte ve ortaya çıkan buhar türbinlere iletilerek elektrik enerjisi üretimi sağlanmaktadır. Çift buharlaşmalı yapılardan tek buharlaşmalı yapılara göre % 15-20 arasında daha fazla verim elde edilmektedir¹⁶¹. Bunun yanı sıra, ayrıştırıcı sayısı çoğaltılarak oluşturulan “*çoklu buharlaşmalı (multi flash)*” yapılar da kullanılmaktadır.

Elektrik teknolojisi sistemlerinden ikincisi **sıvı baskın sistem** olup, uygulamada en çok bilineni “*ikili çevrim (Binary)*” tipi santrallerdir. Binary tipi santralde akışkan, su ve buhar olarak ayrıştırılmamakta; bu akışkanın enerjisi “ısı değiştiricisi” aracılığıyla ikincil bir çalışma akışkanına (freon vb. kimyasallar) aktarılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu şekilde, orta sıcaklıklı kaynaklardan elektrik üretmek ve jeotermal kaynakların kullanımını artırarak artık ısıyı geri kazanmak mümkün olmaktadır¹⁶².

2.4.3. Dünya Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanımı

Milyonlarca yıl önce, yer bilimsel (jeolojik) hareketlere bağlı olarak yeryüzünde birçok jeotermal kuşak meydana gelmiştir. Bu kuşaklar, geniş bir coğrafyaya yayılmakta ve sahip oldukları yüksek ısı potansiyeliyle enerji kullanımında önemli bir seçenek oluşturmaktadır.

¹⁶¹ DPT, 1996 (Jeotermal); s. 9,21.

¹⁶² TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 98.

2.4.3.1. Dünya Jeotermal Enerji Potansiyeli

Dünyadaki yüksek ısı akışı gösteren jeotermal kuşakların dağılımı, petrol alanlarında olduğu gibi belirli yer bilimsel özellikler gösteren kuşaklar şeklindedir. Bu alanlarda, diğer bölgelere göre daha fazla ısı akışı bulunmaktadır. Dünyadaki jeotermal enerji açısından önemli kuşaklar ve ülkeler aşağıda verilmektedir¹⁶³:

Okyanus ortası ve rift bölgeleri (zonları): İzlanda.

Volkanik ada yayları ve yitim bölgeleri: Japonya, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, ABD, El Salvador, Nikaragua, Şili.

Genç dağ oluşumu (orojenik) kuşakları: Alp Kuşağı; Fas, Cezayir, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Hindistan, Çin.

Sıcak noktalar (hot spots): Hawaii.

Jeotermal kuşakların sahip olduğu jeotermal enerji potansiyeli ise kıtalar arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Dünya jeotermal enerji potansiyelinin kıtasal dağılımına ilişkin rakamlar Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9: Dünya Jeotermal Enerji Potansiyelinin Kıtasal Dağılımı

Kıta	Elektrik Üretim Potansiyeli		Doğrudan Isı Üretimi Potansiyeli
	TWh/yıl	%	TWh/yıl
K.Amerika	2.700	12,1	> 33
G.Amerika	5.600	25,0	> 67
Avrupa	3.700	16,5	> 103
Asya-Pasifik	8.000	35,7	> 119
Afrika	2.400	10,7	> 67
DÜNYA TOPLAM	22.400	100	> 389

Kaynak: D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh., “The Geothermal Potential of the Developing World”, (Edit. : D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh), **Geothermal Energy Resources for Developing Countries**, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002, s. 55.

¹⁶³ EİE, “Dünyada Jeotermal Enerji Uygulamaları”, http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

Tablo 9’da, dünya jeotermal enerji potansiyelinin toplam **22.789 TWh/yıl** seviyesinden daha fazla olduğu görülmektedir¹⁶⁴. Jeotermal enerji potansiyeli açısından en zengin kıtalar ise; Asya-Pasifik ve G. Amerika kıtaları olmaktadır. Bu iki kıta, dünya jeotermal enerji potansiyelinin yaklaşık % 60’ına sahiptir. Asya-Pasifik’te; Endonezya, Filipinler, Japonya ve Yeni Zelanda; G. Amerika’da; Kolombiya, Ekvator, Şili, Peru, Bolivya ve Arjantin, jeotermal enerji potansiyeli sıralamasında en üst sırada bulunan ülkelerdir.

Kıtasal dağılımda Avrupa, yaklaşık % 16,5’lik payıyla üçüncü, K. Amerika % 12,1 ile dördüncü, Afrika % 10,7 ile beşinci sırada yer almaktadır. Avrupa’da İtalya ve Türkiye; K. Amerika’da ABD; Afrika’da ise Kenya, Zimbabve ve Etiyopya, önemli jeotermal kaynaklara sahip ülkelerdir¹⁶⁵.

2.4.3.2. Dünya Jeotermal Enerji Kullanımı

Daha önce belirtildiği gibi jeotermal enerji teknolojileri; elektrik ve ısı teknolojileri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu iki teknolojiye yönelik üretim ve kapasite miktarındaki gelişmeler Tablo 10’da gösterilmektedir.

Tablo 10: 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: Bu tablo; John W. Lund, Derek H. Freeston ve Tonya L. Boyd., “World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2005”, s. 1-5, *Proceedings World Geothermal Congress 2005 (24-29.4.2005 Antalya, Türkiye)*

<http://geothermal.stanford.edu/pdf/WGC/2005/0007.pdf>, (Erişim Tarihi:

14.12.2007); Ruggero Bertani., “World Geothermal Generation 2001-2005: State of the Art”, s. 1-11, *Proceedings World Geothermal Congress 2005 (24-29.4.2005 Antalya, Türkiye)*, <http://geothermal.stanford.edu/pdf/WGC/2005/0008.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2007) adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

¹⁶⁴ Bu rakama göre; jeotermal enerji potansiyeli miktarı, yıllık küresel elektrik tüketiminden daha fazla olmaktadır.

¹⁶⁵ D. Chandrasekharam ve J. Bundschuh, a.g.ç., s. 56.

Jeotermal ısı teknolojisi 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 (ısı pompaları), alan ısıtma ve termal tesis-kaplıca uygulamalarının (balneolojik vd.) ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Bu üç uygulama alanı, toplam ısı enerjisi üretiminin yaklaşık % 81'ini kapsamaktadır.

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, elektrik üretim potansiyelinden % 1 oranının altında yararlanıldığını göstermektedir. 2005 yılı küresel elektrik tüketimi dikkate alındığında, jeotermal enerjinin payı yine % 1'in altındadır.

Jeotermal enerji kullanımının ülkeler arasındaki dağılımı ise Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11: Jeotermal Enerji Kullanımının Ülkelere Göre Dağılımı (2005)

Isı Enerjisi		Elektrik Enerjisi	
Ülke	Üretim (TWh/yıl)	Ülke	Üretim (TWh/yıl)
Çin	12,6	ABD	17,42
İsveç	10	Filipinler	9,25
ABD	8,68	Meksika	6,28
İzlanda	6,62	İtalya	5,34
Türkiye	5,45	Japonya	3,47
DÜNYA TOPLAM	72,62	DÜNYA TOPLAM	56,8

Kaynak: Bu tablo; John W. Lund, Derek H. Freeston ve Tonya L. Boyd., a.g.m., s. 1-5; Ruggero Bertani., a.g.m., s. 1-11; adlı çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Jeotermal kaynaklı elektrik enerjisi üretiminde ABD % 30,7'lik payıyla ilk sırada yer almaktadır. Filipinler, Meksika, İtalya ve Japonya, elektrik enerjisi üretiminde ABD'yi izleyen ülkeler olmaktadır. Filipinler, ulusal elektrik üretiminin

% 16,3'ünü jeotermal enerjiden sağlarken, diğer ülkelerde bu oran % 0,1 ile % 5 arasında değişmektedir.

Bu ülkelerdeki yüksek sıcaklıklı volkanik sahalar, elektrik enerjisi üretimi için oldukça elverişli alanlardır. Bu sahaların bulunduğu bölgelerden bazıları ise şöyledir: Kaliforniya (ABD), Leyte (Filipinler), Cerro Prieto (Meksika), Larderello (İtalya) ve Oita (Japonya).

Isı enerjisi üretiminde ise ilk sırada, % 17,4'lük payıyla Çin gelmektedir. Çin'i sırasıyla İsveç, ABD, İzlanda ve Türkiye takip etmektedir. Bu beş ülke, genelde düşük sıcaklıklı jeotermal sahalarla sahip olup; söz konusu jeotermal kaynakları, alan ısıtma ve termal tesis-kaplıca uygulamalarında kullanmaktadır. İzlanda, toplam ısı enerjisi gereksiniminin (konut ısıtma) yaklaşık % 86'sını bu yolla karşılamakta; Türkiye ise, özellikle termal tesis-kaplıca uygulamalarıyla her yıl önemli sayıda turist çekmektedir.

Sonuç olarak; dünyada jeotermal enerji kullanımındaki artış hızı (yıllık ortalama % 2,3), diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Buna karşın, yeni teknolojilerin geliştirilmesiyle birlikte, gelecek yıllarda hem elektrik hem de ısı teknolojisi uygulamalarında belirgin artışlar yaşanması beklenmektedir. **Jeotermal Enerji Derneği - Geothermal Energy Association (GEA)**, 2010 yılı için elektrik enerjisi alanındaki kurulu kapasiteyi 13.500 MW; IEA ise, 2030 yılında jeotermal enerjiden elektrik üretimini 185 TWh/yıl olarak öngörmektedir¹⁶⁶.

¹⁶⁶ Bu kısımda; John W. Lund, Derek H. Freeston ve Tonya L. Boyd, a.g.m., s. 1-5; Ruggero Bertani, a.g.m., s. 1-11; IEA, 2007 (Renewable Supply); s. 12; IEA Geothermal Implementing Agreement, "Strategic Plan: 2007-2012", s. 2, <http://www.iea-gia.org/documents/StrategicPlan2007-2012Final16Nov06secure.doc>, (Erişim Tarihi: 15.12.2007); Karl Gawell ve Griffin Greenberg, "2007 Interim Report Update on World Geothermal Development", s. 1, <http://www.geo-energy.org/publications/reports/GEA%20World%20Update%202007.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.12.2007); adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

2.4.4. Jeotermal Enerjinin Maliyet Boyutu

Jeotermal enerjiyle ilgili maliyet hesaplamaları, gerek ilk yatırım ve işletme maliyetleri, gerekse üretim maliyetleri açısından değerlendirildiğinde, diğer enerji kaynaklarına göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, jeotermal enerji uygulamalarına yönelik yapılabilirlik (fizibilite) çalışmalarında, tüm maliyet öğelerinin ayrıntılı olarak incelenmesine dikkat edilmesi gerekmektedir¹⁶⁷.

Jeotermal enerji yatırım, işletme ve üretim maliyetlerinde; arama çalışmaları, kuyudan üretim, üretimin kuyudan santrale (elektrik veya ısı) taşınması, santralden elektrik üretilmesi veya ısı enerjisinin kullanıma sokulması, akışkanın niteliği, iklim şartları, santral tipi ve kapasitesi, kuyu derinliği, işçilik, bakım (sistem, kuyu vd.), kimyasal madde kullanımı, iç tüketim (elektrik enerjisi) gibi öğeler belirleyici olmaktadır¹⁶⁸.

Jeotermal enerji ilk yatırım maliyeti, elektrik ve ısı üretimi olarak ayrı ayrı değerlendirildiğinde; bir ısı santrali yatırım maliyetinin ortalama 200 \$/KWh ile 2.000 \$/KWh arasında, elektrik santrali yatırım maliyetinin ise 800 \$/KWh ile 3.000 \$/KWh arasında değiştiği görülmektedir.

Özellikle, elektrik santrallerine ilişkin rakamlar, fosil kaynaklara dayalı enerji santralleriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Bunun temel nedeni, arama çalışmalarının yarattığı riskten ve santrallerde kullanılan donanımların yüksek maliyetli oluşundan kaynaklanmaktadır.

Jeotermal enerji ısı ve elektrik üretim maliyetleri ise, yatırım maliyetleriyle kıyaslandığında daha ekonomik bir boyuta ulaşmıştır. Birim elektrik üretim maliyeti

¹⁶⁷ Mary H. Dickson and Mario Fanelli, "What is Geothermal Energy?", <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php> (International Geothermal Association), (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

¹⁶⁸ DPT, **8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2609, Ankara, 2001, s. 28.

0,02-0,10 \$/KWh arasında değişmekte; ısı üretim maliyeti ise 0,005-0,05 \$/KWh arasında gerekleşmektedir¹⁶⁹.

2.4.5. Jeotermal Enerjinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Jeotermal enerji, birtakım yönleriyle diğer yenilenebilir enerji kaynakları içinde farklı bir yere sahiptir. Bu yönler aşağıda belirtilmektedir¹⁷⁰:

* Jeotermal enerji, yenilenebilir bir enerji kaynağı olması nedeniyle ömrü oldukça uzundur. Bu ömrün uzunluğu, jeotermal kaynak depolarının jeotermal akışkan tarafından sürekli beslenmesine bağlı olmaktadır. Bunun için, ısı veya elektrik üretiminde kullanılan jeotermal akışkanın, çevreye atılmadan yer altına geri basılması (reenjeksiyonu) gerekmektedir.

* Akışkanın yer altına geri gönderilmesi, jeotermal enerjinin sadece kullanım ömrünü uzatmamakta, aynı zamanda çevreye yönelik olumsuz etkilerini de önlemektedir. Akışkan içindeki bor ve tuz miktarının yüksek oluşu, özellikle tarımsal uygulamalarda olumsuz sonuçlar yaratırken, geri basım yöntemiyle bu sorunun ortadan kaldırılması mümkün olmaktadır.

* Jeotermal enerji, çevre kirliliği yaratan karbon gazı salınımı konusunda, diğer enerji kaynaklarına göre önemli bir üstünlüğe sahiptir. Eski nesil jeotermal elektrik santralleri 0,136 kg/MWh karbon üretirken, yeni nesil santrallerde (Binary tipi) ve ısıtma sistemlerinde bu rakam daha da düşmektedir.

¹⁶⁹ Mary H. Dickson and Mario Fanelli, "What is Geothermal Energy?", <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php> (International Geothermal Association), (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

¹⁷⁰ Bu kısımda; Servet Yılmaz, "İzmir İli Jeotermal Enerji Alanlarının Önemi"; Süleyman Özudoğru ve Emre Babür, "Jeotermal Enerji Arama ve İşletme Sorunları" (Edit. : İsmail H. Karamenderesi, Hikmet Yavaş ve Mustafa Görgün), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001, s. 30, 31, 46, 47; Karamenderesi, a.g.m., s. 80; Kılıç, a.g.e., s. 179; DPT, 2001 (Jeotermal); s. 62; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

* Jeotermal enerjinin, yüksek teknoloji gerektirmeyen yerli bir enerji kaynağı oluşu, bu enerjiden yararlanan ülkeleri hem teknolojik, hem de politik yönden bağımsız kılmaktadır.

* Jeotermal enerji elektrik santralleri ve ısıtma sistemlerinde, ilk yatırım maliyetleri henüz ekonomik bir seviyeye gerilememiştir. Buna karşın, üretim ve işletme-bakım maliyetlerinin düşük oluşu, uzun dönemde ekonomik getiriyi mümkün kılmaktadır.

* Jeotermal enerjiden ısı ve elektrik üretimi, petrol, nükleer ve hidroelektrik enerjide olduğu gibi büyük tesisler gerektirmemektedir. Bu nedenle, jeotermal enerji tesislerinin bakımı daha kolay ve düşük maliyetli olmaktadır.

* Jeotermal enerji, kısa süreli meteorolojik olaylardan etkilenmeyen sürekli bir enerji kaynağıdır. Diğer yandan; rüzgar, güneş ve hidroelektrik enerji gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları değişken ve kesik bir niteliğe sahiptir.

* Jeotermal enerji sondaj uygulamalarında kullanılan boru sistemlerinde ise, akışkan içindeki kimyasallardan dolayı korozyon ve kabuklaşma gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ancak, son teknolojik gelişmeler, bu sorunu önemli oranda azaltmaktadır.

* Jeotermal enerjinin kullanımıyla ilgili diğer bir olumsuzluk ise, bu enerji kaynağının yerinde kullanılıp uzak mesafelere taşınmasının sınırlı oluşudur. Günümüzde jeotermal enerji, yaklaşık 100 km'lik mesafeye kadar etkin bir şekilde taşınabilmektedir.

Sonuç olarak, jeotermal enerji potansiyelinden, konut ısıtmadan elektrik enerjisi üretimine, soğutmadan termal tedaviye, endüstriyel kullanımdan balıkçılığa kadar birçok farklı alanda yararlanılmaktadır. Gelecek yıllarda, dünyadaki jeotermal enerji ısı potansiyelinin sadece % 1'inin kullanılması bile, milyonlarca konutun

düşük maliyetle ısıtılmasına yetecek olup, ısınma amaçlı kullanılan milyarlarca metreküplük doğalgazın da tasarruf edilmesini sağlayacaktır.

2.5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Biyokütle (Biomass) enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi yerli ve çevreye duyarlı bir başka kaynaktır. Biyokütle enerjisini diğerlerinden ayıran temel fark ise, enerji kaynağının sadece doğada bulunan öğelerden oluşmaması, aynı zamanda yetiştirme tekniğiyle yeni kaynakların yaratılarak mevcut potansiyelin geliştirilebilmesidir. Bu şekilde, biyokütle enerjisi ekosistem açısından yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde; ilk olarak biyokütle enerjisiyle ilgili kavramsal açıklamalara yer verilmekte ve biyokütle yetiştiriciliği üzerinde durulmaktadır. Daha sonra, dünyadaki biyokütle teknolojileri ve bu teknolojilerden en üst seviyede yararlanan ülkeler araştırılmaktadır. Son olarak ise, biyokütle enerjisinin olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilmekte olup, konunun maliyet boyutu incelenmektedir.

2.5.1. Biyokütle Enerjisine İlişkin Genel Açıklama

“*Biyokütle*”, enerji kaynağı olarak yararlanılabilen biyolojik kaynaklı maddeleri ifade etmek için kullanılan geniş kapsamlı bir terimdir. Kaynağı odun, tarımsal ürün, yosun ve diğer bitkiler olabileceği gibi tarım ürünlerinden ve ormanlardan elde edilen artık maddeler de biyokütle olarak sayılmaktadır. Bu kaynaklardan elde edilen enerjiye ise “*biyokütle enerjisi*” denilmektedir.

Biyokütle enerji kaynakları; ısıtma, yakıt ve elektrik enerjisi üretimi gibi birçok amaçla kullanılabilir. “*Biyoenerji*” terimi, biyokütle kullanılarak elektrik veya ısı üreten sistemleri, “*biyoyakıt*” terimi ise, biyokütleyle elde edilen katı, sıvı ve gaz yakıtları ifade etmek için kullanılmaktadır¹⁷¹.

¹⁷¹ EREC ve Greenpeace, a.g.e., s. 75.

Biyokütle enerji kaynaklarını, “*klasik*” ve “*çağdaş*” kaynaklar olmak üzere iki grupta ele almak mümkündür. Klasik biyokütle enerji kaynakları; ormanlardan sağlanan yakacak odun ile yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıklarından (özellikle tezekten) oluşmaktadır. Klasik biyokütle enerji kullanımının temel özelliği, ilkelden gelişmişine doğru uzanan çeşitli yakma araçlarıyla ısı enerjisinin üretilmesidir.

Çağdaş biyokütle enerji kaynakları, enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı ürünleri, tarım kesiminin bitkisel artıkları ve hayvansal atıkları, kentsel atıklar ve tarımsal endüstri atıkları biçiminde sıralanmaktadır. Bu kaynaklardan, ağırlıklı olarak taşıtlar için biyoyakıt elde edilirken, söz konusu biyoyakıtlardan ısı veya elektrik enerjisi üretiminde de yararlanılması mümkün olmaktadır¹⁷².

2.5.2. Biyokütle Yetiştiriciliği

Biyokütle yetiştiriciliğinin amacı; enerji ormancılığı ve enerji tarımı yöntemleri kullanılarak biyoyakıt ham maddesi elde etmektir. Ormancılık ve tarıma dayalı biyokütle yetiştiriciliğinin temelinde, bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla bünyelerinde depolaması yatmakta; böylece, hızlı fotosentezle çabuk büyüyen bitkilerin yetiştirilmesi mümkün olmaktadır.

2.5.2.1. Enerji Ormancılığı

Ülkeler, dünyadaki yakacak madde miktarının hızla azalması ve özellikle 1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizlerinden sonra, yakacak madde açısından dışa bağımlılıklarını azaltabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yoluna gitmiştir. Ekonomik, doğal, sosyal vb. özellikleriyle diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla önem kazanan enerji ormanlarının oluşturulması ve elde

¹⁷² TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 142-143.

edilecek ürünlerin, özellikle enerji amaçlı kullanımıyla petrol ve kömüre olan bağımlılık önemli ölçüde azaltılabilecektir¹⁷³.

Bu açıdan, günümüzde enerji ormancılığına uygun ağaç türlerinin yetiştirilmesine büyük önem verilmektedir. Özellikle *söğüt (sepetçi söğüdü ve su söğüdü)*, *kavak (titrek kavak, kara kavak ve balzam kavak)*, *okaliptus*, *kızılağaç ve huş* türü ağaçlar, enerji ormancılığı için en uygun ağaç türleri olarak değerlendirilmektedir. Bu ağaçların ortak özellikleri; hızlı gelişen (diğer ağaçlara göre 10-15 kat daha hızlı), kesimden sonra herhangi bir dikime gerek duyulmayan ve çok kısa idare süreleriyle (ortalama 5 yıl) işletilen ağaçlar olmasıdır¹⁷⁴.

Yapılan hesaplamalar, 1 milyon hektar alana kurulacak enerji ormanlarından, yılda yaklaşık 7 milyon ton biyokütle enerji kaynağı elde edilebileceğini göstermektedir. Bu miktar, yaklaşık 30 milyon varil ham petrole eş değerdir. Görüldüğü gibi, enerji ağaçlarıyla hem mevcut ormanların korunması, hem de çevre kirliliğinin azaltılması mümkündür.

Dünyada, bu konu ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları incelendiğinde; Kanada'da 8 yerli söğüt türü incelenerek ıslah programı uygulandığı görülmektedir. ABD'de de benzer bir program kavak ağaçlarında uygulanarak ağaç başına 3,5 ton olan beş yıllık verim 11,5 tona çıkarılmıştır. Çin'in en önemli eyaletlerinden biri olan Yuan'da yalancı akasya yetiştirilmesi amacıyla bir tesis kurulmuştur. Finlandiya söğüde, İtalya ise kavağa ağırlık vererek çalışmalarını sürdürmektedir¹⁷⁵.

2.5.2.2. Enerji Tarımı

Tarım; yakın zamana kadar doğanın ana kaynaklarını kullanarak toplumun beslenme, giyim vb. gereksinimleri karşılamak olarak tanımlanmakta idi. Ancak,

¹⁷³ Nedim Saraçoğlu, "Enerji Ormancılığı Projelerinin Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları", **TMMOB Türkiye 1. Enerji Sempozyumu (12-14.12.1996, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 1996, s. 50.

¹⁷⁴ Cengiz Güler ve Mehmet Akgül, "Enerji Üretiminde Odun ve Tarımsal Artıkların Değerlendirilmesi", **TMMOB MMO Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi (12-13.10.2001, Kayseri) Bildiriler Kitabı**, TMMOB MMO Yayınları, Kayseri, 2001, s. 268.

¹⁷⁵ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 133.

zamanla birlikte yeni gereksinimler ortaya çıkmış; bu gereksinimler ise tarımı, beslenme ve giyim dışındaki alanlara da taşımıştır. Böylece, günümüzde “biyoekonomi” olarak adlandırılan yeni sektörde “enerji tarımı” da yerini almış bulunmaktadır¹⁷⁶.

Küresel ısınmanın tarım alanları üzerinde yarattığı kuraklık etkisi, önemli miktarda toprağın verimsizleşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, verimsiz tarım alanlarında, kuraklığa dayanabilen özellikteki bitkilerin (C₄ tipi bitkiler) yetiştirilmesine önem verilmektedir. Böylece, hem tarım alanları değerlendirilmekte hem de yetiştirilen bitkilerle yakıt (biyoyakıt) elde edilmesi sağlanmaktadır.

Enerji tarımında yetiştirilen başlıca bitkiler ise; mısır, soya, şeker kamışı, şeker pancarı, tatlı darı, kanola (kolza), ayçiçeği, aspir, pamuk, yonca vb.dir. Bu bitkiler, yıllık veya çok yıllık (3-10 yıl) yetiştirilebilmekte; ayrıca, yağ, şeker, nişasta ve selüloz (lignoselülozik madde) açısından zengin bir içeriğe sahip olduklarından yüksek verim elde edilebilmektedir¹⁷⁷.

Son yıllarda, farklı endüstri dallarında kullanılabilen bu bitkiler, gelişmiş ülkelerin de ilgisini çekmektedir. Söz konusu ülkelerin yürüttüğü çalışmalarda, biyokütle ve türevi yakıtlardan enerji sağlanmasında en ümit verici uygulama şekli elektrik üretimi olmaktadır¹⁷⁸. Bu açıdan, biyokütlelerden elde edilen ürünlerin ve biyokütle teknolojilerinin özelliklerinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

2.5.3. Biyokütle Teknolojileri

Klasik ve çağdaş biyokütle enerji kaynaklarının, *doğrudan yakma*, *termokimyasal (piroliz ve gazlaştırma)*, *biyokimyasal (havasız çürütme ve mayalanma)* ve *fizikokimyasal (esterifikasyon)* dönüşüm süreçlerinden geçmesiyle

¹⁷⁶ Hüseyin Öğüt, “Enerji Güvenliğinin Sağlanmasında Biyoyakıtların Rolü”, (TMMOB EMO İç Anadolu Bölgesi Enerji Forumu - 29.6.2007, Nevşehir), s. 3, http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/5a01195b62ec393_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 20.12.2007),

¹⁷⁷ Robert C. Brown, **Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture**, Iowa State Press, Iowa, 2003, s. 61-62.

¹⁷⁸ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 135.

çeşitli biyo-ürünler elde edilmektedir. Bu ürünler ve biyokütle teknolojileri; “*biyoenerji (ısı ve elektrik)*” ve “*biyoyakıt (biyomotorin, biyoetanol, biyogaz vb.)*” teknolojileri olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir¹⁷⁹.

2.5.3.1. Biyoenerji Teknolojisi

Biyokütle enerji kaynakları, uzun yıllardır ısı enerjisi (ısıtma, pişirme vb. alanlarda) elde edilmesinde kullanılmaktadır. Buna karşın, yeni yöntemlerle birlikte sadece ısı değil, elektrik enerjisi üretiminde de biyokütlelerden yararlanılması mümkün hale gelmiştir. Bu yöntemlerden başlıcaları şu şekildedir:

Doğrudan yakma: Biyokütlelerin doğrudan yakılarak ısı enerjisi üretilmesi, bilinen en eski yöntem olmakla birlikte, son yıllarda verimi yükseltmek ve ısı enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için yeni yakma sistemleri geliştirilmektedir. Özellikle, biyokütle ile kömürün bir arada kullanıldığı (birlikte yakma) termik santrallerde, % 45’in üzerindeki verimlilik oranıyla elektrik üretiminde ticari bir seviyeye ulaşılmıştır.

Bununla birlikte, ısı ve elektrik enerjilerinin aynı sistemde üretildiği “*birleşik ısı-güç (kojenerasyon)*”¹⁸⁰ sistemlerinde ise, toplam verimlilik (ısı+elektrik) oranı % 70-90 seviyesindedir. Bu nedenle, birleşik ısı-güç sistemi, biyokütlelerden ısı ve

¹⁷⁹ Bu bölümde; European Biomass Industry Association (EUBIA), “Conversion Routes to Bioenergy”, <http://p9719.typo3server.info/113.0.html>, (Erişim Tarihi: 22.12.2007); IEA, “Biofuel Production”, **IEA Energy Technology Essentials ETE 02**, January 2007, s. 1-4, <http://www.iea.org/textbase/techno/essentials2.pdf>, (Erişim Tarihi: 29.11.2007); E. Işıl ARSLAN, Sibel ASLAN ve Murat TOPAL, “Biyokütlenin Enerjiye Dönüştürülmesi” (Ed. : Ahmet Öztopal ve Zekai Şen), **1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - TİKDEK 2007 (11-13.4.2007, İstanbul) Bildiri Kitabı**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2007, s. 487-490; Filiz Karaosmanoğlu, “Türkiye için Çevre Dostu - Yenilenebilir Bir Yakıt Adayı : Biyomotorin”, **Kojenerasyon dergisi**, Sayı: 10, Nisan 2002, s. 50-53; Habitat için Gençlik (Youth for Habitat) Türkiye, “Biyokütle Çevrim Teknolojileri”, <http://www.youthforhab.org.tr/yayinlar/enerji/biyokutle/cevrim.html>, (Erişim Tarihi: 24.12.2007); Öğüt, a.g.m., s. 2; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

¹⁸⁰ Kojenerasyon kısaca, hem elektrik hem de ısı enerjilerinin aynı sistemden üretilmesidir. Bu birliktelik, iki enerji türünün de tek tek kendi başlarına ayrı yerlerde üretilmesinden daha ekonomik neticeler oluşturmaktadır. Basit çevrimde çalışan, yani sadece elektrik üreten bir gaz türbini veya motoru, kullandığı enerjinin %30-40 kadarını elektriğe çevirebilmektedir. Bu sistemin kojenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin büyük bir bölümü de kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girişinin % 70-90 arasında değerlendirilmesi sağlanabilmektedir. Türkiye Kojenerasyon Derneği, “Kojenerasyon Nedir?”, <http://www.kojenerasyon.com/htmls/kojensayfa.htm>, (Erişim Tarihi: 24.12.2007).

elektrik üretiminde en üst seviyede verimlilik sağlayan çağdaş bir sistem olarak değerlendirilmektedir.

Doğrudan yakma yönteminde, hemen her türlü biyokütle kaynağını kullanma olanağı bulunmaktadır. Ancak, nem oranı yükseldikçe elde edilen ısı değeri azalacağından, ağırlıklı olarak odun, sap, saman, talaş vb. katı biyoküteller doğrudan yakma yöntemiyle değerlendirilmektedir.

Gazlaştırma (Gazifikasyon): Gazlaştırma yöntemi de, katı biyokütellerden ısı ve elektrik enerjisi elde edilmesini sağlayan termokimyasal bir yöntemdir. Gazlaştırma, karbon içeren katı biyokütellerin yüksek sıcaklıkta (650 °C ile 850 °C arasında) bozunması sonucu yanabilir gaz elde etme işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bu işlem sırasında biyokütle, yakıt hücresine denetimli bir şekilde hava verilerek yakılmakta ve çıkan ürünler arasında hidrojen, metan gibi yanabilir gazların yanı sıra karbonmonoksit, karbondioksit ve azot gibi gazlar da bulunmaktadır.

Gazlaştırma yöntemiyle elde edilen gaz karışımı ise, ısı ve buhar üretmek için yakılabilmekte veya elektrik üretmek için gaz türbinlerinde kullanılabilir. Ancak, gaz türbinlerinde elektrik üretimini sağlayan “*biyokütle gazlaştırma sistemi*” henüz deneme aşamasında olup, ticari anlamda tam olarak hizmet veren bir tesis bulunmamaktadır. Bu sistemin, yakın bir gelecekte geleneksel sistemlerle rekabet edebileceği düşünülmektedir.

Havasız (Anaerobik) çürütme: Havasız çürütme kısaca; biyokütle içindeki bakterilerin oksijensiz bırakılmasını sağlayan biyokimyasal bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bu işlemin sonucunda, temel olarak metan gazı ve karbondioksitten meydana gelen biyogaz elde edilmektedir. Organik kentsel atık, kanalizasyon çamuru ve hayvansal atık gibi yüksek nem oranına sahip yaş biyoküteller, biyogaz üretimi için en elverişli ham maddelerdir.

Havasız çürütme yöntemi sonucu ortaya çıkan biyogaz, ısı ve elektrik enerjisi üretiminde (birleşik ısı-güç sistemi) kullanılmakta; doğal gazla birleştirildiğinde

taşıtlarda yakıt (biyometanol) olarak değerlendirilmektedir. Yapısı itibariyle biyogaz, doğaya salınan karbon miktarının azaltılmasında önemli bir yakıt seçeneği olmaktadır.

2.5.3.2. Biyoyakıt Teknolojisi

Biyoyakıtlar; yaygın olarak tarımsal biyokütlelerden değişik yöntemlerle üretilen, özellikleri standartlaştırılmış ve ticari özelliği olan yakıtları ifade etmektedir. Bu yakıtlardan biyogaza daha önce değinilmiş olduğundan, çalışmanın bu bölümünde; dünyadaki toplam biyoyakıt üretimi içindeki payları % 90'ın üzerinde olan sıvı yakıtların (biyoetanol ve biyomotorin) dönüşüm süreçleri incelenmektedir.

Mayalanma (Fermantasyon): Biyoyakıt teknolojisinde mayalanma, özellikle şeker, nişasta veya selüloz açısından zengin olan enerji bitkilerine (şeker pancarı, mısır, şeker kamışı, patates vd.), çam, kayın gibi ağaçlara ve kentsel atıklara uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntem, biyokütlenin yapısındaki sıvıları, yakılabilir bir sıvı olan alkole dönüştürmektedir.

Mayalanma yöntemiyle ilgili genel uygulama, biyokütledeki şeker ve nişastanın, su ve mayayla karıştırılarak bozulması temeline dayanmaktadır. Bu işlem sonucunda, etanol, bütanol ve ham petrol ürünlerinden elde edilen ürünlere eş değer kimyasal maddeler ortaya çıkmaktadır.

Selüloz içerikli biyokütlelerin mayalanması ise biraz daha uzun bir süreç olmasına karşın, bu biyokütlelerden daha büyük miktarda alkol elde edilmektedir. Buna göre; selüloz içerikli biyokütleler, öncelikle hidroliz (asit veya enzimatik hidroliz) yöntemiyle mayalanabilir şekerlere dönüştürülmekte (parçalanmakta); daha sonra, ortaya çıkan bu şekerler mayalanarak alkol üretilmektedir.

Mayalanma yöntemi sonucu üretilen başlıca yakıt ise **biyoetanol** olup; bu yakıt, dünyadaki toplam biyoyakıt üretiminde en yüksek paya (> % 90) sahiptir. Biyoetanol, benzinle karıştırılarak kullanılabilen alternatif bir yakıt türü olmakla

birlikte, karışımdaki oranı % 5 (E5) ile % 85 (E85) arasında değişmektedir. Bu teknolojinin kullanımı, özellikle yeni nesil benzinli taşıtlarda hızla yaygınlaşmaktadır.

Biyoetanol, ulaşım sektöründe yaygın olarak kullanılmasının yanı sıra, ısı ve elektrik santrallerinde, birleşik ısı-güç sistemlerinde ve kimyasal madde üretiminde de değerlendirilmektedir. Fosil yakıtlara göre daha az karbondioksiti doğaya bırakan biyoetanol, üretiminde kullanılan şeker pancarı, şeker kamışı gibi yüksek seviyede karbon emici enerji bitkilerinin kullanımıyla çevreye karşı oldukça duyarlı bir yakıt türüdür. Ayrıca, benzinle karıştırılarak kullanıldığı zaman, benzinin daha verimli ve temiz yanmasına yardımcı olarak taşıtların başarımını yükseltmektedir.

Esterifikasyon: Biyoyakıt teknolojisinde esterifikasyon, kanola (kolza), ayçiçeği, soya, aspir, pamuk gibi yağlı tohum bitkilerine; hayvansal yağlara ve yemeklerde kullanılan kızartma yağlarına uygulanmakta olan bir yöntemdir. Bu yöntemin temelinde; söz konusu biyokütlelerdeki yağların, metanol veya başka bir alkol türü ile gliserin gibi çözücü (katalizör) bir maddenin tepkimeye girmesi yatmaktadır.

Bu tepkimenin sonucunda, petrol kökenli motorinden ayrı bir motorin türü olan **biyomotorin (biyodizel)** ortaya çıkmaktadır. Biyomotorin, motorine çok yakın ısı değerine ve motorinden daha yüksek alevlenme noktasına sahiptir. Bu özellik, biyomotorini, kullanma-taşıma-depolanma ögeleri açısından daha güvenli bir yakıt yapmaktadır.

Biyomotorin, saf halde veya her oranda petrol kökenli motorinle karıştırılarak taşıtlarda yakıt olarak kullanılmaktadır¹⁸¹. Bununla birlikte, biyomotorinin sahip olduğu özellikler, alternatif yakıtın “dizel motorlar” dışında, üreteç veya kalorifer yakıtı olarak kullanımına da olanak sağlamaktadır. Ayrıca, biyomotorinden; seralarda, maden ocaklarında ve savunma endüstrisinde yararlanılması da mümkün olmaktadır.

¹⁸¹ Karışımdaki biyomotorin, % 5, % 20, % 50 veya % 100 oranında olmakta ve B5, B20, B50 veya B100 olarak adlandırılmaktadır.

Biyomotorin, çevresel etkileri açısından değerlendirildiğinde ise, fosil kökenli motorine karşı önemli bir üstünlüğe sahiptir. Yakıtın kullanımı sırasında üretilen karbondioksit miktarı, karışımdaki biyomotorin oranına göre değişmekle birlikte, fosil kökenli motorinle karşılaştırıldığında % 40-60 oranında daha az olmaktadır. Biyomotorin ham maddesinin, kullanılmış bitkisel yağlar veya hayvansal yağlar olması durumunda, doğaya bırakılan karbon miktarının daha da düştüğü gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak; biyokütle teknolojileri, sera gazlarının yarattığı küresel ısınma sorunu için önemli bir seçenek haline gelmiştir. Toplumların bu konuyla ilgili duyarlılığı da, özellikle otomotiv (Renault, General Motors vb.) ve yakıt (Shell, BP vb.) endüstrisinde, yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyokütleyle yönelik çalışmaların artmasına neden olmaktadır.

2.5.4. Dünya Biyokütle Enerji Potansiyeli ve Kullanımı

Biyokütle alanında, mevcut kaynakların yanı sıra, enerji ormancılığı ve enerji tarımı gibi yetiştirme yöntemlerine de yer verilmesi, biyokütle kaynakları ve enerji potansiyeline ilişkin sayısal değerleri daha “değişken” yapmaktadır. Bu nedenle, geleceğe ilişkin öngörüler, biyokütle enerjisinin sadece kullanım yönüyle değil potansiyel yönüyle de ilgili olmaktadır.

2.5.4.1. Dünya Biyokütle Enerji Potansiyeli

Günümüzde, dünya biyokütle kaynakları ve enerji potansiyeli oldukça büyük boyutlara ulaşmıştır. Bu konuyla ilgili yapılan öngörülerin, kullanılan hesaplama yöntemleri ve birtakım değişkenlerden (tarımsal yöntemler, ormanların büyüme hızı, üretim teknolojileri vd.) dolayı birbirinden önemli ölçüde farklılık gösterdiği görülmektedir. Biyokütle enerji potansiyeline ilişkin kavramların daha açık ortaya konması ise, ifade edilen farklılıkların azaltılması konusunda yardımcı olacaktır.

Bu kavramlardan “*kuramsal potansiyel*”; mevcut bilimsel yöntemlerle şu an için değişmesi olası görülmeyen, fiziki ve biyolojik kısıtların sınırlandırdığı en üst seviyedeki potansiyeli ifade etmektedir. “*Teknik potansiyel*”; doğal değişimlerin ve mevcut teknolojilerin belirlediği potansiyel iken; “*ekonomik potansiyel*” kavramı ise; teknik potansiyelden ekonomik bir şekilde yararlanılabilmesi mümkün olan kısım için kullanılmaktadır¹⁸².

Tablo 12: Dünya Biyokütle Enerji Potansiyelinin Kıtasal/Bölgesel Dağılımı
(2000-2050)

Kıta/Bölge	2000 (EJ)	2050 (EJ)
K.Amerika	21,5	198
G. Amerika-Karayipler	19,9	265
Asya	21,4	196
Afrika	21,4	372
Avrupa	8,9	67
Eski SSCB	10	238
Okyanusya	-	107
DÜNYA TOPLAM	103,1	1.443

Kaynak: Bu tablo; Edward M.W. Smeets, André P.C. Faaij, Iris M. Lewandowski ve Wim C. Turkenburg., “A Bottom-up Assessment and Review of Global Bio-energy Potentials to 2050”, **Progress in Energy and Combustion Science**, Volume: 33, Issue: 1, February 2007, s. 65-66; EUBIA, “Biomass Resources and Production Potential”, <http://p9719.typo3server.info/215.0.html>, (Erişim Tarihi: 26.12.2007); adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Bu tanımlamalar ışığında, dünyanın kuramsal biyokütle enerji potansiyeli, küresel enerji talebinin tümüne yetecek miktarda olup, yaklaşık **2.900 Ej/yıl (69,263 milyar tpe/yıl)** seviyesindedir. Ancak, teknik kısıtlar dikkate alındığında, 2000 yılında en az **103,1 Ej/yıl (2,462 milyar tpe/yıl)** olduğu öngörülen teknik biyokütle

¹⁸² Bu kavramlara ek olarak, “ekolojik potansiyel” terimi ise, ekolojik belirleyicilerin (biyo-çeşitlilik, erozyon vd.) dikkate alınarak hesaplandığı bir potansiyel türüdür. EUBIA, “Biomass Resources and Production Potential”, <http://p9719.typo3server.info/215.0.html>, (Erişim Tarihi: 26.12.2007).

enerji potansiyelinin, 2050 yılında yaklaşık **1443 Ej/yıl (34,440 milyar tpe/yıl)** seviyesine kadar yükselebileceği belirtilmektedir (Tablo 12).

Kıtasal/bölgesel dağılım incelendiğinde; biyokütle enerji potansiyelinin Avrupa ve eski SSCB ülkelerinde düşük olduğu (2050 yılı için Eski SSCB ülkeleri 238 Ej/yıl tahmin edilmiştir); bunların dışındaki kıtalarda/bölgelerde ise birbirine yakın bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Özellikle, Afrika'nın (Afrika'nın güneyi) büyük ormanlık alanlara ve çok sayıda hayvan türüne sahip oluşu, bu kaynaklara ilişkin biyokütle enerji potansiyelinin gelişmesini sağlamaktadır (2050: 8,885 milyar tpe/yıl). G.Amerika'da ise, özellikle sıvı biyoyakıt üretimine uygun küçük ve büyük ölçekli tarım alanları bulunmakta ve bu alanlarda enerji bitkileri yetiştirilmektedir¹⁸³.

2.5.4.2. Dünya Biyokütle Enerji Kullanımı

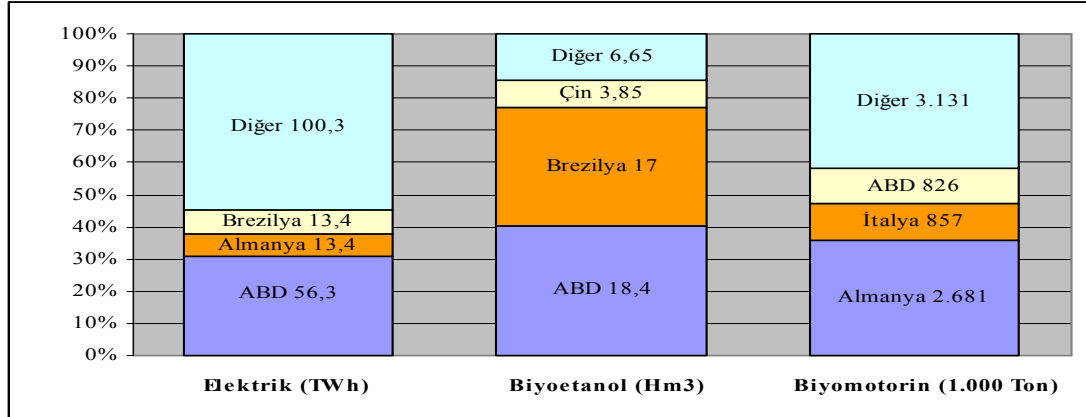
Günümüzde biyokütle enerjisi, dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık % 11 ile % 14'ünü karşılamakta ve böylece, tüm yenilenebilir enerji kaynakları arasında ilk sırada yer almaktadır. Araştırmalar göstermektedir ki, biyokütle kullanımının büyük bir çoğunluğu, ısınma ve yemek pişirme amaçlı "klasik biyokütlelerde" yoğunlaşmakta ve "az gelişmiş-gelişmekte olan ülkeler" tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunun temel nedenleri; söz konusu ülkelerdeki hızlı nüfus artışı ve fosil kaynakların bu artışı karşılayacak seviyede olmayışdır.

Buna karşın, Çin ve Brezilya gibi sanayileşme hızı yüksek olan ülkeler, özellikle "çağdaş biyokütle" kullanımı üzerine çalışmalarını sürdürmekte; elektrik enerjisi ile biyomotorin ve biyoetanol gibi ticari nitelikteki biyokütle teknolojilerini hızla geliştirmektedir¹⁸⁴.

¹⁸³ Smeets vd., a.g.m., s. 67.

¹⁸⁴ EUBIA, "Bioenergy Deployment", <http://p9719.typo3server.info/116.0.html>, (Erişim Tarihi: 26.12.2007).

Şekil 13: Dünya Biyokütle Enerji (Elektrik - Yakıt) Üretimi (2006)



Kaynak: WEC., 2007 (Survey); s. 335-339 adlı çalışmadaki veriler derlenerek hazırlanmıştır.

Şekil 13'te görüldüğü üzere, biyokütle enerji teknolojilerinde Almanya, ABD ve Brezilya ilk sıralarda yer almaktadır. Bu üç ülke, küresel biyoelektrik üretiminin yaklaşık yarısını gerçekleştirirken; şekilde yer almayan Avusturya, İngiltere, Danimarka, İsveç gibi Avrupa ülkeleri de, odun parçacıkları ve katı belediye atıklarını değerlendirerek elektrik enerjisi üretmektedir.

2006 yılı sonu itibariyle, dünyadaki biyoenerji santrallerinin toplam kapasitesi 44 GW'a yükselmiştir. ABD, Brezilya ve AB ülkelerinde yoğunlaşan bu santraller, küresel elektrik üretiminin % 1,3'ünü karşılarken; bu oranın 2050 yılında % 3 ile % 5 aralığında olması beklenmektedir¹⁸⁵.

Biyoetanol üretimi açısından, ABD ve Brezilya, toplam biyoetanol üretiminin % 75'ini sağlamaktadır. ABD, ham madde olarak mısıra ağırlık vermekte; Brezilya ise biyoetanol üretiminde şeker kamışını tercih etmektedir. Bu bitkiler şeker açısından zengin olduklarından dolayı, biyoetanol her iki ülkede de genellikle taşıt yakıtı olarak kullanılmaktadır. Bu iki ülkeye İsveç de dahil edildiğinde, biyoetanol kullanılan taşıt sayısı, sadece bu üç ülkede 6 milyonu geçmektedir.

¹⁸⁵ IEA, "Biomass for Power Generation and CHP", IEA Energy Technology Essentials ETE 03, January 2007, s. 3.

Günümüzde, Brezilya'nın 300'ün üzerinde, ABD'nin ise 130'un üzerinde biyoetanol üretim tesisi bulunmaktadır. ABD, tesis sayısını ve üretim kapasitesini hızla geliştirirken; Brezilya ise, 2009 yılına kadar üretimini % 40 oranında artırmayı planlamaktadır¹⁸⁶.

Biyomotorin üretiminde de dünya çapında hızlı bir artış yaşanmaktadır. Bununla birlikte, biyoetanol üretimiyle karşılaştırıldığında oldukça küçük bir hacme sahip olan biyomotorin pazarında, Almanya ilk sırada bulunmaktadır. Toplam biyomotorin üretiminin % 35'ini gerçekleştiren Almanya'yı, İtalya (% 10) ve ABD (% 9) takip etmektedir.

Biyomotorin üretiminde birçok ülke, yağ açısından zengin kanola ve ayçiçeği bitkilerini tercih ederken, kızartma yağları ve hayvansal yağların da bu alanda değerlendirildiği görülmektedir. Ayrıca, biyomotorin üretimi için bitkisel yağ üretimi de hızla yaygınlaşmakta; sadece 2006 yılında, dünyadaki hurma yağı ve soya yağı üretiminin % 50 oranında artış gösterdiği belirtilmektedir.

Özet olarak, ulaştırma alanında biyomotorin ve biyoetanol kullanımı birçok ülke tarafından teşvik edilmektedir. Biyoyakıtlardan elektrik üretimi sağlanması konusunda ise, özellikle AB ülkelerinin yoğun çalışmaları devam etmektedir. "İkinci nesil yenilenebilir yakıt" olarak adlandırılan biyoyakıtların karayolu taşımacılığında kullanılan tüm yakıtlar içindeki payının, 2050 yılında % 13'e yükselmesi; biyoyakıt kullanımıyla doğaya bırakılan karbon miktarının da % 6 oranında azalması beklenmektedir¹⁸⁷.

2.5.5. Biyokütle Enerjisinin Maliyet Boyutu

Elektrik enerjisi üretiminde çok çeşitli biyokütlelerin ve yöntemlerin kullanılmakta oluşu, maliyetlerin geniş bir aralıkta gerçekleşmesine neden olmaktadır.

¹⁸⁶ IEA, "Biofuel Production", **IEA Energy Technology Essentials ETE 02**, January 2007, s. 1-2.

¹⁸⁷ WEC, 2007 (Survey); s. 338-339.

Kısa vadede termik santraller (biyokütle + kömür), biyokütleden elektrik enerjisi elde edilmesinde en düşük maliyetli çözümü sunarken (yatırım maliyeti: 50-250 \$/KW; elektrik üretim maliyeti: 2 Cent/KWh); biyokütle enerji santrallerinin maliyet seviyesi, küçük ölçekli kapasitelerinden dolayı daha yüksektir (yatırım maliyeti: 1.500-3.000 \$/KW; elektrik üretim maliyeti: 4-9 Cent/KWh).

Yeni nesil gazlaştırma yöntemiyle çalışan birleşik ısı-güç santrallerinde ise, maliyet açısından geniş çapta uygulanabilirliğe henüz erişilmemiştir (yatırım maliyeti: 4.000-7.000 \$/KW; elektrik üretim maliyeti: 10-13 Cent/KWh). Ancak, bu tip santrallerin, orta vadeli (2020-2030) dönem için önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir¹⁸⁸.

Biyoyakıt maliyetlerinin diğer yakıt türleriyle rekabet edebilme seviyesi ise, elektrik üretim santrallerinin durumuyla karşılaştırıldığında (termik santraller hariç) daha yüksektir. Bununla birlikte, biyoyakıt maliyetleri, farklı ham madde ve üretim yöntemleri nedeniyle ülkeden ülkeye önemli farklılıklar göstermektedir.

Örnek olarak; Brezilya'da, şeker kamışından elde edilen biyoetanolun maliyeti 25-30 Cent/Lbe (Litre benzin eş değeri) iken; ABD (mısır) ve AB (şeker pancarı), biyoetanolu, ortalama 60-80 Cent/Lbe'den üretmektedir.

Biyomotorin üretiminde, hayvansal yağların kullanılması durumunda, üretim maliyeti ortalama 40-50 Cent/Lme (Litre motorin eş değeri) olmakta; yağlı tohumlu bitkilerin kullanılması durumunda ise 60-80 Cent/Lme'ye kadar yükselmektedir. Gerek biyoetanol, gerekse biyomotorin maliyetlerinin, biyoyakıt kullanımının artmasıyla orantılı olarak, 2020 yılından önce ortalama % 40-50 oranında düşeceği öngörülmektedir¹⁸⁹.

¹⁸⁸ IEA, 2007 (Renewable Supply); s. 6-7.

¹⁸⁹ IEA, 2007 (Biofuels); s. 1.

2.5.6. Biyokütle Enerjisinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Klasik biyokütle enerji kaynakları, dünya genelinde yüzyıllardır kullanılmaktadır. Teknolojik gelişmelerin şekillendirdiği çağdaş biyokütle kaynakları ise, 21. yüzyılın sürdürülebilir enerji anlayışı içinde önemli bir seçenek oluşturmaktadır. Bu nedenle, biyokütle enerjisinin ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan olumlu ve olumsuz yönleri üzerinde durmak, geleceğin enerji kaynağının daha nesnel değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Çevresel açıdan değerlendirildiğinde, biyokütle enerjisi, kullanımı sırasında önemli miktarda karbondioksit açığa çıkarmaktadır. Ancak, söz konusu biyokütlelerin ürettiği karbondioksit, yine bitkiler tarafından emilmekte ve fotosentez işleminde kullanılmaktadır. Bu döngü sonucunda, biyokütlelerin çevreye saldırdığı karbondioksit miktarı, fosil kaynaklara göre % 90 oranında daha az olmaktadır¹⁹⁰.

Özellikle, çağdaş enerji tarımı ve enerji ormancılığı ile atıkların (kağıt endüstrisi atıkları, endüstriyel odun artıkları, belediye atıkları, hayvan atıkları, tarımsal artıklar vd.) değerlendirilmesine yönelik çalışmalar, toprak ve su kirliliğinin önlenmesi ile yerel ve bölgesel iklim denetimine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, çağdaş biyokütle uygulamaları, toprak kayıplarının (erozyon) azaltılması ve orman yangınlarının kontrol altında tutulması konularında da etkili sonuçlar vermektedir¹⁹¹.

Biyokütle enerjisinin bir başka olumlu yönü ise, güneş ve rüzgar enerjileri gibi kesikli değil sürekli oluşudur. Aynı zamanda, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak, biyokütle potansiyelinin zaman içinde geliştirilmesi mümkündür. Biyokütle yetiştiriciliğiyle, enerji tarlaları ve ormanlarından 1 yıldan 20-30 yıla kadar uzanan zaman dilimlerinde ürün alınabilmektedir. Böylece, kullanıma uygun olmayan tarım arazileri ve alanlarının da değerlendirilmesi sağlanmaktadır¹⁹².

¹⁹⁰ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 129.

¹⁹¹ Habitat için Gençlik – Türkiye, “Biyokütle Enerjisi: Çevresel Etkiler”, <http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biyokutle/cevresel.html>, (Erişim Tarihi: 02.01.2008).

¹⁹² Neil Morris, **Biomass Power**, Smart Apple Media, Minnesota, 2006, s. 24-25.

Tarım arazilerinin biyokütle enerjisi amacıyla kullanımına ilişkin en önemli örneklerden biri Almanya'dır. Almanya, biyomotorin üretimi için birçok yere kanola bitkisi ekmiş; ancak, ekim için uygun yer kalmadığından dolayı Ukrayna'dan kanola bitkisi dış alımına başlamıştır. Ukrayna, ürettiği bu bitkilerin neredeyse tamamını Almanya'ya dış satım yapmaktadır¹⁹³.

Bu ve benzeri örnekler, Brezilya ve Çin gibi “gelişmekte olan ülkeler”de de oldukça yaygındır. Söz konusu ülke ekonomilerinde tarım sektörü önemli bir yer tuttuğu için, biyoenerji ve biyoyakıt üretimi, kırsal kesimde iş alanları yaratma açısından da uygun bir seçenek olmaktadır. Böylece, bölgesel kalkınmanın gerçekleştirilmesi ve büyük kentlere göçün önlenmesi mümkün hale gelmektedir¹⁹⁴.

Buna karşın, biyokütle enerji üretiminde mısır, şeker pancarı ve şeker kamışı gibi enerji bitkilerine ağırlık verilmesi nedeniyle diğer tahılların üretim miktarı düşmekte ve arzın azalması sonucu birçok gıda ürününün fiyatı artma eğilimi göstermektedir. Özellikle ABD’de, ham maddesi mısır olan biyoetanol üretimi teşvik edildiğinden dolayı, 2007 yılında yem fiyatları yaklaşık % 20’nin üzerinde artarken; bu durumun, 2008 yılı için, et ve süt ürünlerinin fiyatlarında da önemli ölçüde artışa neden olması beklenmektedir¹⁹⁵.

Biyokütlelerden yakıt üretimi sağlanmakla birlikte, ısı ve elektrik enerjisi elde edilmesinde de yararlanılmaktadır. Biyokütle enerji santralleri, bir yandan elektrik üretirken, diğer yandan açığa çıkan ısıyı, boru sistemi aracılığıyla yakın mesafedeki evlere veya sanayi kuruluşlarına iletmektedir. Odun artıklarından özel olarak üretilmiş parçacıkları (pelletleri) kullanan küçük çaplı sistemler de, evlerde ısınma amacıyla doğal gaz veya petrol yerine kullanılabilir¹⁹⁶.

¹⁹³ “Ulusal Yakıt, Biyodizel”, **Enerji Dünyası dergisi**, Sayı: 57, Kasım 2007, s. 54-55.

¹⁹⁴ Habitat için Gençlik – Türkiye, “Biyokütle Enerjisi: Çevresel Etkiler”, <http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biyokutle/cevresel.html>, (Erişim Tarihi: 02.01.2008).

¹⁹⁵ Güngör Uras, “Etanol Sevdasından Hububat ve Diğer Gıda Maddesi Fiyatları Artıyor”, **Milliyet gazetesi** (25.12.2007), s. 7.

¹⁹⁶ EREC ve Greenpeace, a.g.e., s. 75.

Sonuç olarak, biyokütle enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi yerli bir kaynaktır. Bununla birlikte, depolanabilme ve taşınabilme konularında diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre önemli bir üstünlüğü bulunmaktadır. Özellikle biyoyakıtların, gelecekte fosil kökenli yakıtların yerini alarak ülkelerin enerji dış alımını ciddi bir şekilde azaltması beklenmektedir¹⁹⁷.

2.6. DİĞER YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Dünya, yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin bir gezegendir. İnsanoğlu, bu kaynaklardan önemli bir kısmını günlük yaşamda kullanılabilir bir hale getirmiş olup; söz konusu kaynaklara yönelik teknolojilerin gelişimi küresel ölçekte hızla yaygınlaşmaktadır.

Bunun yanı sıra, Dünya'nın 3/4'ünü meydana getiren okyanus ve denizlerden elde edilen enerji, günümüz şartları itibariyle ticari anlamda henüz yararlanılamayan; ancak, teknolojik olarak belirli bir seviyeye ulaşılmış olan diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklardan enerji elde etmenin çeşitli biçimleri olmakla birlikte, başlıcalarını; “gelgit enerjisi” ve “dalga enerjisi” oluşturmaktadır¹⁹⁸.

2.6.1. Gelgit Enerjisi

Gelgit (medcezir) hareketinin temelinde; ağırlıklı olarak Ay'ın (% 68) ve Güneş'in (% 32), Dünya'yı çekim kuvvetiyle çekmesi yatmaktadır. Bu çekim kuvveti sonucunda, okyanus veya denizlerdeki su seviyesi yükselerek sahil içlerine doğru hareket etmekte, ardından da alçalarak geri çekilmektedir. Günde iki kez, süreli ve zamanı önceden bilinen bir şekilde tekrarlanan bu harekete “gelgit” adı verilmektedir.

Gelgit hareketinden enerji üretimi için en elverişli alanlar, kıyılarıdaki koy veya körfez (haliç) türü yapılar olmaktadır. Bu alanlar, gelgit sonucu oluşan su

¹⁹⁷ Volker Quaschnig, **Understanding Renewable Energy Systems**, Earthscan Publications, UK, 2005, s. 33.

¹⁹⁸ Gelgit ve dalga enerjilerinin yanı sıra; okyanus veya denizlerdeki ısı ve tuzluluk oranlarının farklılığı ile akıntılarının gücünden yararlanılarak, elektrik enerjisi üretimi konusunda çalışmalar sürmektedir.

seviyesindeki kabarmayı yükseltmekte; böylece, daha büyük miktarda enerji üretimi mümkün olmaktadır¹⁹⁹.

Tarihsel açıdan değerlendirildiğinde; gelgitlerden enerji elde edilmesi 1100'lü yıllara dayanmaktadır. Bu dönemde, Fransa ve İngiltere kıyılarına kurulmuş olan gelgit değirmenleri, mısırların öğütülmesi için kullanılmıştır. Günümüzde ise, gelgitlerden elektrik enerjisi üretilmekte olup, bu enerji türü birkaç farklı yöntemle elde edilmektedir.

Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan yöntemlerden biri, gelgit hareketi sırasında su seviyesindeki yükselme ve alçalma farkından (uygun yükseklik 5 metre) yararlanılmasına dayanmaktadır. Buna göre; körfez veya koyların gerisine bir baraj kurularak yükselen suyun bu baraja girmesi sağlanmakta; ardından, suyun çekilmesi sırasında oluşan kuvvet, türbin sistemi aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Bir başka yöntemde ise, suyun depolanmasına gereksinim duyulmadan (baraj bulunmamakta), yükselme ve alçalma sırasında oluşan akıntıların hızlarından yararlanılmakta; akıntıların meydana geldiği alanın önüne türbin/türbinler konarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Söz konusu yöntem, deniz/okyanus akımlarından (akıntılardan) elektrik enerjisi üretimiyle benzer bir işleyişe sahiptir²⁰⁰.

Bu alanda kullanılmakta olan teknolojilerin ortak özelliği ise; baraj veya türbin gibi yapıların geniş bir alan gerektirmesi ve kurulum maliyetlerinin yüksekliği olmaktadır. Gelgit ve diğer akıntıların oluşumu sürekli olmamasına karşın önceden bilinebilmesi önemlidir. Ayrıca, yapılacak tesislerde, deniz veya okyanus yaşamındaki canlılara yönelik olası olumsuz etkiler göz ardı edilmemelidir²⁰¹.

¹⁹⁹ Şen, a.g.e., s. 181, 191.

²⁰⁰ George A. Olah, Alain Goepfert ve G. K. Surya Prakash, **Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy**, Wiley-VCH Publications, 2006 (First Edition), s. 109.

²⁰¹ N. Esra Şimşek, "Deniz Akımları Enerjisi ve Türbinleri", (TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (19-21.10.2005, Mersin), s. 2, 5, http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/ecff5455677b38d_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 04.01.2008).

Gelgit enerjisinin dünyadaki durumu incelendiğinde; kurulu kapasitesi en büyük gelgit enerji santrali, 240 MW büyüklüğündeki Rance Nehri (Fransa) kıyısına kurulmuştur. Bir başka büyük ölçekli enerji santrali ise, Fundy Körfezi (Kanada) kıyısındaki 18 MW'lık tesistir. G.Kore ise, 260 MW'lık kapasiteye sahip dünyanın en büyük gelgit santralini kurmak için çalışmalarına başlamıştır.

Gelgit enerjisi potansiyeline ilişkin en ciddi çalışmalar ise AB'de yapılmaktadır. Birlik, gelgit enerjisinin teknik potansiyelini yıllık 105,4 TWh, ekonomik potansiyelini ise yaklaşık 50 TWh olarak belirlemiştir. Gelgit potansiyelinin yaklaşık % 90 'lık bölümü ise Fransa ve İngiltere kıyılarında bulunmaktadır (Atlas Okyanusu kıyısı ülkeler). Bunun yanı sıra, G.Amerika'nın güney ve ABD'nin doğu kıyıları ile Çin, Japonya, Filipinler ve İrlanda gibi ülkelerin kıyılarında da önemli miktarda gelgit potansiyeli bulunmaktadır²⁰².

2.6.2. Dalga Enerjisi

Genel olarak dalga; atmosferdeki hava hareketleri sonucunda ortaya çıkan rüzgarların, deniz veya okyanus yüzeyindeki sürtünmesi sonucu su seviyesini kabartmasıyla oluşmaktadır. Rüzgarların meydana gelmesinin nedeni, Güneş ışınları ve onun ortaya çıkardığı ısınma sonucu olduğundan, dalga oluşumunun da ana kaynağı "Güneş" olmaktadır. Bu yönüyle dalgalar, ağırlıklı olarak "Ay" kaynaklı olan gelgitlerden ayrılmaktadır.

Dalga yükseklikleri, deniz yüzeyiyle karşılaştırıldığında, okyanus yüzeyinde daha büyük boyutlara ulaşmaktadır. Enerji elde edilmesi için gerekli tipik dalga yükseklikleri ise 2-3 m. arasında değişmektedir. Ayrıca, büyük dalgaların oluşumu bir deprem sonrasında da gerçekleşebilmektedir. Bu dalgaların çok büyük ve zararlı olanlarına "*deprem sonrası dalga (tsunami)*" adı verilmektedir²⁰³.

²⁰² Jack W. Plunkett, **Plunkett's Renewable, Alternative & Hydrogen Energy Industry Almanac 2006**, Plunkett Research Ltd., Texas, 2005, s. 13, 14.

²⁰³ Şen, a.g.e., s. 192.

Dalgalardan enerji üretilmesi konusunda yapılan çalışmalar, genel olarak, elektrik enerjisi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu alanda kullanılan başlıca sistemler ise; “sabit sistemler (*fixed devices*)” ve “yüzen sistemler (*floating devices*)” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Sabit sistemler, oldukça sağlam bir temel üzerine yerleştirilmekte olup; kıyı boyunca dalgakıranların önüne inşa edilebileceği gibi, kıyı ötesinde yer alacak olan sabit bir deniz tabanı üzerine de kurulabilmektedir. Günümüzde, en gelişmiş dalga enerjisi santralleri bu sisteme göre tasarlanmaktadır.

Buna karşın, yüzen sistemler ise; su yüzeyi üzerinde gemi gibi hareket edebilen, kıyıyla bağlantısı yüksek gerilim kablolarıyla sağlanan sistemlerdir. Bu sistemlerin konumu, motor veya demirleme yöntemiyle değiştirilip sabitlenebilmektedir.

Henüz araştırma–geliştirme çalışmaları devam eden bu sistemlerden elektrik enerjisi üretilmesi, çoğunlukla su hücreleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Su hücrelerine alınan dalgalar hücre içinde hareket ederken, hücrede bulunan hava sıkıştırılarak mekanik enerji elde edilmektedir. Bu yapının işleyişi, klasik bir tulumba sistemine (emme-basma) benzemekle birlikte, mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm işlemini türbinler sağlamaktadır²⁰⁴.

Tüm bu sistemlerin ve genel olarak dalga enerjisinin önemli ölçüde olumlu yönleri bulunmaktadır. Bunlar; güç kaynağının sonsuz ve bol olması; fosil yakıtlara bağımlılığı, küresel ısınmayı, asit yağmurlarını ve her türlü kirliliği dolaylı olarak azaltması; iş alanları yaratması, elektrik şebekesinin olmadığı uzak alanlara elektrik sağlaması, deniz ortamında yapılacak diğer çalışmalarda potansiyel teknolojinin kullanımına olanak tanınması, tuzlu suyun tatlı suya çevrilip gereksinim bulunan bölgeye pompalanması, deniz dibi zenginliklerinin yüzeye pompalanması ve kıyıların korunması gibi alanlara yeni bir yaklaşım getirmesidir.

²⁰⁴ IEA, **Renewable Energy: RD&D Priorities**, IEA Publications, Paris, 2006, s. 176-178.

Bununla birlikte; deniz dalgalarının enerji amaçlı kullanımında birtakım sınırlamalar da bulunmaktadır. Her dalga boyutunun kullanılması için bir tasarımın oluşturulamaması, gemi rotalarının geçtiği yollar, askeri tatbikatlar, balık avlanma sahaları, su altı kabloları gibi kısıtlamalar büyük dalga enerjisi projelerine başlamadan önce dikkate alınması gereken konular olmaktadır²⁰⁵.

Dünyada, dalga kuvvetinin en yoğun olduğu yerlerin başında Atlas Okyanusu gelmektedir. Özellikle Avrupa'nın batı kıyıları, dalga enerjisi potansiyeli açısından oldukça zengin bir bölgedir. Ayrıca, Kanada ve ABD'nin kuzey kıyıları ile G.Afrika ve Avustralya kıyılarında da önemli miktarda dalga enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Küresel dalga enerjisi potansiyelinin ise yaklaşık 2.000 TWh/yıl olduğu belirtilmektedir.

Bu alanda araştırmalar yapan ve deneme amaçlı dalga enerji sistemleri kuran başlıca ülkeler; Hindistan, Çin, Norveç, Japonya, İskoçya ve Portekiz'dir. Bu ülkelerden Portekiz, her biri 750 KW kapasiteli üç kıyı ötesi sistemden oluşan, ticari nitelikli ilk dalga enerjisi çiftliğini kurma çalışmalarına başlamış bulunmaktadır²⁰⁶.

Sonuç olarak, okyanus veya denizlerden yararlanılarak elektrik enerjisi üretimi, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında oldukça yeni olup, tüm yenilenebilir enerji kaynakları içindeki payı günümüzde % 0,1'in altında gerçekleşmektedir. IEA'nın 2030 yılı için yaptığı öngörüler de % 1 oranının aşamayacağı yönündedir²⁰⁷. Kullanılan teknolojilerin maliyet seviyelerinin düşürülmesi ve su ekolojisinin bozulabileceği yönündeki kaygıların ortadan kaldırılabilmesi durumunda, uzun vadede olumlu sonuçlar alınması mümkündür.

²⁰⁵ Tanay Sıdkı Uyar ve Mustafa Sağlam, "Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli", (TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu - 19-21.10.2005, Mersin), s. 2, http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 04.01.2008).

²⁰⁶ Olah, Goeppert ve Prakash, a.g.e., s. 110.

²⁰⁷ IEA, 2007 (Renewable); s. 12.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ KARŞILAŞTIRMASI

3.1. ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ'NİN GENEL DURUMU

2. Dünya Savaşı sonrasında dünyadaki sanayileşme yarışının hızlanması, zaman içerisinde yerel ve küresel birçok kaynağın kullanımında tasarruf ve verimlilik öğelerinin arka plana itilmesine neden olmuştur. Bu durum, özellikle enerji kaynaklarının tüketiminde belirgin bir şekilde görülmekte; fosil kaynaklara dayanan enerji-yoğun sanayi modeline sahip AB ülkeleri ve Türkiye için önemli bir sorun yaratmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye ve AB ülkelerinin birincil enerji kaynakları ve ikincil bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisi alanındaki üretim ve tüketim değerleri ana hatlarıyla incelenmekte; söz konusu kaynakların dağılımında zaman içerisinde yaşanan değişimler araştırılmaktadır.

3.1.1. Türkiye’de Genel Durum

Enerji üretim ve tüketim değerleri, teknolojik gelişmelerin hızlandığı son 50 yıllık dönemde, ülkeler arasında ekonomik kalkınma ve sanayileşme ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Sosyal refah göstergesi olan ve diğer sektörlerde temel girdi olarak kullanılan enerjinin, ekonomik kalkınmasını süratle gerçekleştirmek isteyen Türkiye’de, gerekli teknolojik olanaklarla ve istikrarlı bir şekilde sunumu gerekmektedir.

Bu açıdan, Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşundan itibaren geçen 85 yıllık dönem boyunca, Türkiye’deki nüfusun ve şehirleşme oranının artışı, ulaşım ağlarındaki gelişmeler, tarımda makineleşmenin hızlanması, elektrikli ev aletlerinin üretim ve kullanımı ile sanayileşme hızının artışı toplam enerji talebinin büyük

ölçüde artmasına neden olmuştur²⁰⁸. Tablo 14 ve Şekil 14, yukarıda belirtilen ana nedenlere bağlı olarak, 1950-2005 döneminde Türkiye'nin birçok alanda olduğu gibi enerji alanında da önemli bir değişim sürecinden geçtiğini göstermektedir.

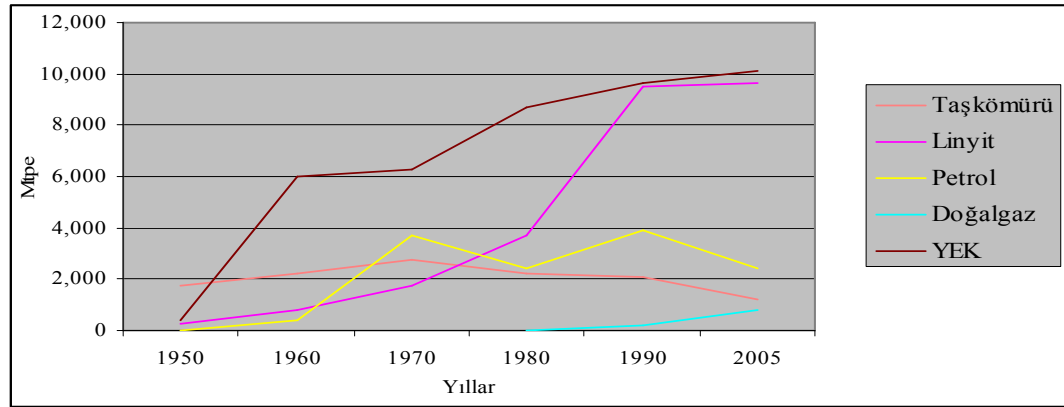
Tablo 14: Türkiye'de Birincil Enerji Üretim ve Tüketim Değerleri (1950-2005)

Yıllar	Birincil Enerji Üretimi (Mtpe)	Birincil Enerji Tüketimi (Mtpe)	Üretim/Tüketim
1950	6,43	5,48	1,17
1960	9,40	9,20	1,02
1970	14,52	16,49	0,88
1980	17,36	28,84	0,60
1990	25,48	50,51	0,50
2005	24,55	92,50	0,27

Kaynak: T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), **İstatistik**

Göstergeler 1923-2006, TÜİK Yayınları, Yayın No: 3114, Ankara, 2007, s. 282-283 adlı çalışmadan yararlanılmıştır.

Şekil 14: Türkiye'de Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Göre Gelişimi (1950-2005)



Kaynak: TÜİK., 2007 (İstatistik); s. 282, adlı çalışmadan yararlanılarak hazırlanmıştır.

²⁰⁸ Koray Başol, **Türkiye Ekonomisi**, Anadolu Matbaası, İzmir, 2001 (7. Baskı), s. 181.

Tablo 14'e göre; Türkiye'nin birincil enerji üretimi 1950 ve 1960'lı yıllarda toplam birincil enerji tüketimini karşılayacak seviyede gerçekleşmiştir. Bu yıllarda birincil enerji üretimi; odun ile hayvansal ve bitkisel atık gibi klasik yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanmakta olup; ilk olarak 1963 yılında jeotermal enerji üretimine (Denizli) de başlanılmıştır. Enerji tüketiminin ağırlıklı olarak konutlarda ısınma amaçlı kullanımı ve sanayileşme atılımlarının henüz yeterli seviyeye ulaşmaması ise, birincil enerji kaynakları açısından Türkiye'nin "net üretici" konumunda olmasını sağlamıştır.

Ancak, bu olumlu tablo 1960'lı yılların sonlarından itibaren değişikliğe uğramış ve Türkiye "enerjide dış alım" olgusuyla ilk olarak bu dönemlerde karşı karşıya kalmıştır. 1963 yılından itibaren uygulamaya konan beş yıllık kalkınma planlarının özündeki liberal ekonomi politikaları, sanayileşme hızını ve buna bağlı olarak enerji tüketimini artırırken; enerji yatırımlarının ise sadece hidroelektrik ve termik santraller üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Doğal gaz üretimi de, ilk defa yine bu dönemde başlamıştır (1976).

Bu gelişmelere ek olarak, 1970-1980 döneminde dünyada iki büyük petrol krizinin ortaya çıkması ve birincil enerji üretiminin petrol temeline dayalı sanayileşme hareketinin gelişimine paralel olarak büyümemesi, Türkiye'nin enerji alanında "net tüketici" ülke konumunu almasına neden olmuştur. Bu dönemde, birincil enerji tüketimindeki artış % 74,9 seviyesinde gerçekleşirken, üretimdeki artış % 19,6 oranında kalmış, aradaki fark petrol ve doğalgaz dış alımı ile karşılanmıştır.

1980-1990 döneminde ise, birincil enerji üretimi, bir önceki dönemin aksine daha büyük bir oranda artış göstermiştir (yıllık ortalama % 3,9). Özellikle, dünyadaki petrol fiyatlarının yükselmesi nedeniyle termik santrallerde linyit kullanımı artırılmış ve yaklaşık 16 adet hidroelektrik santral devreye alınmıştır. Ancak, bu dönemde ekonomideki hızlı büyümeye (yıllık ortalama % 5,3) bağlı olarak birincil enerji tüketiminin de artması (yıllık ortalama % 5,7), aradaki farkın yine dış alım yoluyla karşılanması zorunluluğunu yaratmıştır. Aynı dönemde, birincil enerji tüketiminde

konutların payı % 46,5'ten % 36,4'e düşerken, sanayinin payının % 29'dan % 34,3'e yükselmesi de, enerji tüketim yapısındaki dönüşümü ortaya koymaktadır.

1990-2005 dönemini kapsayan 15 yıllık süreçte ise, Türkiye'de yaşanan terör olayları, yolsuzluk, siyasi ve ekonomik istikrarsızlık gibi başlıca sorunlar, enerji alt yapı yatırımlarının düzenli bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak vermemiştir. Birincil enerji üretimi 1998 yılına kadar azalan oranda artış göstermesine karşın, 1999 yılında Marmara Bölgesi'nde yaşanan deprem ile 2000 ve 2001 yıllarındaki ekonomik krizleri de, 1998 sonrası dönemde birincil enerji yatırımları ve üretiminin azalmasındaki kilit olaylar olarak değerlendirmek mümkündür.

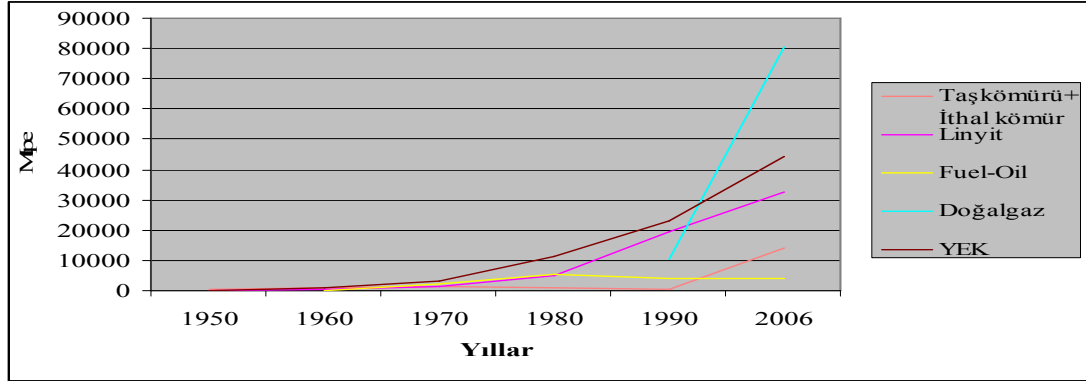
Aynı dönem enerji tüketimi boyutuyla ele alındığında, petrol ve doğalgaz fiyatlarının, ABD'nin 2003 yılındaki Irak işgaline kadar yatay bir seyir izlemesi, enerjide petrol ve doğalgaz tüketiminin artarak devam etmesi sonucunu doğurmuştur. Böylece, 1990 yılı başında birincil enerji tüketiminin % 50'sini yerli kaynaklarıyla karşılayan Türkiye, 2005 yılı sonunda tüketiminin sadece % 27'sini üretim yoluyla karşılayarak “enerjide dış alım” olgusunun ardından “enerjide dışa bağımlılık” aşamasına geçmiştir.

Tablo 15: Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim Değerleri (1950-2006)

Yıllar	Brüt Üretim(GWh)	Net Tüketim*(GWh)	Kişi Başına Düşen Net Tüketim(KWh)
1950	789	679	32,6
1960	2.815	2.396	87
1970	8.623	7.308	207
1980	23.275	20.398	456
1990	57.543	46.820	829
2006	176.300	143.071	1.936

* Net Tüketim = Brüt üretim-İç tüketim+İthalat-Dış satım-Şebeke kayıp ve kaçakları
Kaynak: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ)., “Türkiye ve Kişi Başına Kurulu Güç Brüt Üretim ve Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1923-1974)”, [http://www.teias.gov.tr/ist2006/27\(23-74\).xls](http://www.teias.gov.tr/ist2006/27(23-74).xls); “Türkiye ve Kişi Başına Kurulu Güç Brüt Üretim Arz ve Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2006)”, [http://www.teias.gov.tr/ist2006/28\(75-06\).xls](http://www.teias.gov.tr/ist2006/28(75-06).xls), (Erişim Tarihi: 03.02.2008).

Şekil 15: Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretimini Kaynaklara Göre Gelişimi
(1950-2006)



Kaynak: TEİAŞ., “Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretimini Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Yıllar İtibariyle Gelişimi (1940-2006)”, [http://www.teias.gov.tr/ist2006/31\(40-06\).xls](http://www.teias.gov.tr/ist2006/31(40-06).xls), (Erişim Tarihi: 03.02.2008), adlı çalışmadan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 15 ve Şekil 15’de görüldüğü üzere, Türkiye’de, 1950-2006 dönemi boyunca elektrik enerjisi üretim ve tüketiminde yüksek oranlı bir artış görülmektedir. Net tüketim miktarının artışında; ekonomik büyüme ve nüfus miktarındaki yükselişe uygun olarak elektrikli ev aletlerinin kullanımının yaygınlaşması en önemli etkenler arasında yer almaktadır.

Bu gelişmeler doğrultusunda, ekonomik ve sosyal kalkınma ölçütlerinden biri olarak evrensel kabul gören *kişi başına düşen net elektrik tüketim miktarı* zaman içinde artış göstermiştir. Ancak, 2006 yılına gelindiğinde, Türkiye’de kişi başına düşen net elektrik enerjisi tüketimi (1.936 KWh), sadece AB ve OECD ortalamalarının değil, dünya ortalamasının (yaklaşık 2.500 KWh) da altında gerçekleşmiştir.

Aynı dönemde, elektrik enerjisi üretiminin kaynaklar dağılımı incelendiğinde, doğal gaz, kömür (liniyit, taş kömürü, ithal kömür vb.) ve fuel-oil kaynaklarının ağırlıklı olarak kullanıldığı termik santraller ile hidroelektrik santraller, elektrik enerjisi üretiminin neredeyse tamamını (% 99,8) karşılamaktadır. Bu santrallerin payları, 1980’lerin başına kadar dengeli bir seyir izlerken; 1980’lerin ortalarından

itibaren, “temiz enerji” olarak kabul edilen doğal gazın elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya başlanması ve linyit kullanımındaki yüksek artış, 2006 yılı sonuna gelindiğinde termik santrallerin payının % 72’ye çıkmasına neden olmuştur.

Bu gelişmelerin yarattığı en önemli sorunların başında ise, elektrik üretimi için kullanılan doğal gazın çok büyük bir bölümünün ithal edilmesi gelmektedir. Bununla birlikte Türkiye, kömür rezervlerindeki kalite düşüklüğü ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı, 2000 yılından itibaren ithal kömür uygulamasına da başlamıştır. Ortaya çıkan bu tablo, Türkiye’nin elektrik enerjisi üretirken yararlandığı birincil enerji kaynakları açısından dış ülkelere bağımlı olduğunun bir göstergesidir.

Birincil enerji tüketiminin konut ve sanayi arasındaki dağılımının aksine, elektrik enerjisi tüketiminde daha farklı bir dağılım ortaya çıkmaktadır. Buna göre, sanayide elektrik enerjisi tüketimi, 1950 yılında % 77’lik bir paya sahipken, 2006 yılında bu rakam % 54,8’e gerilemiştir. Konut ve ticarethanelerde ise elektrik enerjisi tüketimi, 1950 yılında % 16,4’ten, 2006 yılında % 38,2’ye yükselmiştir. Bu farklılığın temelinde; genelde birincil enerji kaynaklarının sanayi için bir girdi (aramal), elektrik enerjisinin ise konutlar için son tüketim malı (nihai mal) olarak kullanımı yatmaktadır.

Sonuç itibariyle; Türkiye, hem birincil enerji kaynakları hem de elektrik enerjisi tüketiminde kendi öz kaynaklarını tamamen kullanmamakta ve genel boyutuyla enerjide dışa bağımlı bir tablo sergilemektedir. Günümüzde enerji açığı oldukça büyük rakamlara ulaşmış olup, konuyla ilgili resmi makamların geleceğe ilişkin öngörülerini de durumun ciddiyetini ortaya koymaktadır. **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB’nin)** 2007 yılında hazırladığı ve 2016 yılına kadar olan döneme ait elektrik enerjisi talebini içeren senaryolara göre; Türkiye’nin 2010 yılında elektrik enerjisi talebinin 220.000-240.000 GWh, 2016 yılında ise 320.000-380.000 GWh aralığında olması beklenmektedir. DPT’nin hazırladığı ve 2007-2013 dönemine ilişkin plan ve programların yer aldığı “9. Kalkınma Planı Enerji Özel

İhtisas Komisyonu Taslak Raporu’nda ise birincil enerji talebi ile ilgili öngörüler; 2010 yılı için 125,6 Mtpe, 2013 yılı için 150,2 Mtpe olarak belirlenmiştir²⁰⁹.

3.1.2. Avrupa Birliği’nde Genel Durum

01.01.2007 tarihi itibarıyla Avrupa Birliği (AB), son genişleme sürecinin ardından Bulgaristan ve Romanya’nın da katılımıyla birlikte 27 üyeli bir topluluk haline gelmiştir. Bu açıdan AB, ülkelerarası ekonomik, siyasi ve toplumsal iş birliğinin en üst seviyede gerçekleştiği önemli bir bütünleşme (entegrasyon) hareketi olarak, birçok sektörde olduğu gibi enerji sektöründe de dünyada önemli bir konuma sahiptir.

Tablo 16, 27 üyeli AB’nin 2000-2005 döneminde birincil enerji kaynakları üretim ve tüketim miktarlarını ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, birincil enerji üretiminde kullanılan kaynakların dağılımı da Şekil 16’da gösterilmektedir.

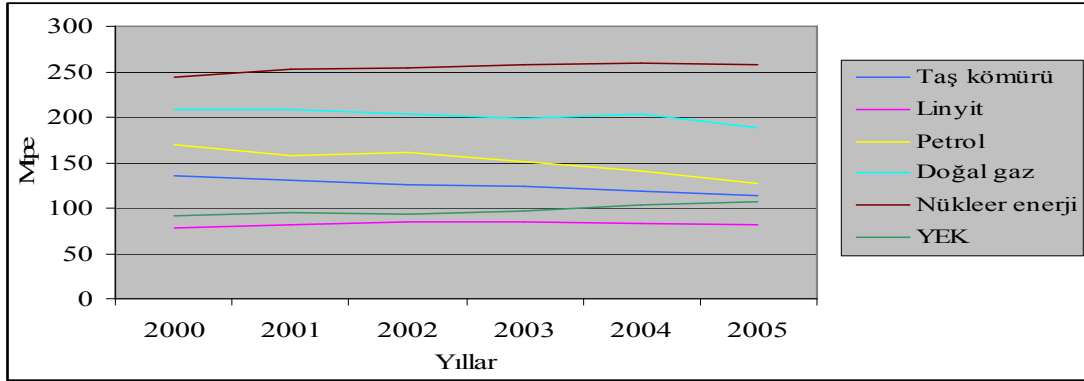
Tablo 16: AB-27 Birincil Enerji Üretim ve Tüketim Değerleri (2000-2005)

Yıllar	Birincil Enerji Üretimi (Mtpe)	Birincil Enerji Tüketimi (Mtpe)	Üretim/Tüketim
2000	931,17	1.711,98	0,54
2001	932,31	1.751,86	0,53
2002	932,80	1.745,07	0,53
2003	924,60	1.787,09	0,52
2004	921,02	1.808,04	0,51
2005	890,03	1.811,32	0,49

Kaynak: Eurostat., **Energy Yearly Statistics 2005**, Eurostat Statistical Books, Luxembourg, 2007, s. 9, adlı çalışmadan yararlanılmıştır.

²⁰⁹ RESSİAD, “9. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Taslak Raporu Üzerinde RESSİAD Görüşü”, <http://www.ressiad.org.tr/dhie.php?t=duyurular&ID=18>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

Şekil 16: AB-27 Birincil Enerji Üretimini Kaynaklara Göre Dağılımı (2000-2005)



Kaynak: Eurostat., 2007 (Yearly); s. 10, adlı çalışmadaki veriler kullanılmıştır.

Tablo 16’da görüldüğü üzere, AB’nin birincil enerji üretim-tüketim dengesi yıllar itibariyle bozulmaktadır. 2000 yılında üretimini tüketimi karşılama oranı % 54 seviyesinde iken, 2005 yılı sonunda bu oran % 49’a gerilemiştir. Bu gelişme, birincil enerji üretiminin ilgili dönemde azalmasına (% 4,4) karşılık, enerji tüketimindeki artışın (% 5,8) devam etmesinden kaynaklanmaktadır.

Birincil enerji üretimindeki eğilim, 2003 yılına kadar dengeli bir seyir izlerken, bu tarihten sonra aşağı yönlü bir hareket göstermiştir. Birincil enerji üretiminin kaynaklara göre gelişimi (Şekil 16) ve enerji dış alımına ilişkin veriler incelendiğinde ise, üretimdeki azalmanın temel nedeni ortaya çıkmaktadır.

Buna göre; taş kömürü, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynak rezervlerindeki düşüş, bu kaynaklara dayalı üretimi azaltmakta; ortaya çıkan enerji açığı ise artan miktarlarda petrol ve doğal gaz dış alımı ile karşılanmaktadır. Birliğin net enerji dış alımının aynı dönemde % 19 artması ve bu artışın % 93’lük kısmının petrol ve doğal gaz dış alımından kaynaklanması, ortaya konan tespiti önemli bir dayanak oluşturmaktadır.

Bir taraftan, fosil kaynaklardan enerji üretimi düşüş eğilimindeyken; diğer taraftan nükleer enerji ve linyit üretiminde önemli değişimler olmadığı, yenilenebilir enerji üretiminde ise kayda değer bir artış yaşandığı görülmektedir. Yenilenebilir enerjinin birincil enerji üretimindeki payı, 2000-2005 döneminde % 8 seviyesinden

% 14,1 seviyesine yükselmiş olup; fosil kaynaklara dayalı enerji üretimindeki düşüş de bu gelişmeyi desteklemiştir.

Ortaya çıkan genel tablo Türkiye ile karşılaştırıldığında ise, birtakım benzerlikler ve farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu benzerliklerden birincisi ve en önemlisi; AB ve Türkiye'nin birincil enerji üretim-tüketim dengelerindeki açıkların büyümekte olması ve enerjide dışa bağımlılığın artmasıdır.

İkinci olarak; Türkiye gibi AB de, petrol ve doğal gaz dış alımına ağırlık vererek enerji tüketimindeki açığı karşılamakta; özellikle, Birliğin ekonomik büyümesinin hız kazanmaya başladığı 2003 yılından itibaren (2003-2005: % 4,16 büyüme), enerji tüketimindeki artış ve enerji üretimindeki düşüşe paralel olarak üretim/tüketim oranı % 50 sınırının altında gerçekleşmektedir. 2005 yılı sonu itibariyle, Birliğin enerji üretim/tüketim oranı % 48, Türkiye'nin ise % 27 seviyesindedir.

AB ve Türkiye'nin enerji alanındaki temel farklılığı ise; birincil enerji üretiminde kullanılan nükleer enerji ile ilgili olmaktadır. Birlik, birincil enerji üretiminin % 28,9'unu nükleer enerjiden sağlamış olup; buna karşın Türkiye, nükleer enerji üretimi ile ilgili kanunu henüz 2007 yılı sonunda yürürlüğe koymuştur²¹⁰.

Buna ek olarak; Türkiye'nin birincil enerji kaynakları tüketim oranındaki değişkenliği Birlik oranınının ile karşılaştırıldığında daha yüksektir. Bu nedenle, "gelişmekte olan ülkeler" sınıfında yer alan Türkiye'nin, "hızlı ekonomik büyüme-yüksek enerji tüketimi" ilişkisi temelinde üretim/tüketim dengesi olumsuz bir şekilde değişmekte ve Türkiye, enerjide dış ülkelere daha bağımlı olmaktadır. Söz konusu duruma, Türkiye'nin, 2005 yılı sonu itibariyle Birliğe dahil olduğu varsayımı eklendiğinde, Birliğin % 49 olan birincil enerji üretim/tüketim oranınının % 48'e düştüğü de görülmektedir.

²¹⁰ "5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun", **Resmî Gazete**, Sayı: 26707; 21.11.2007.

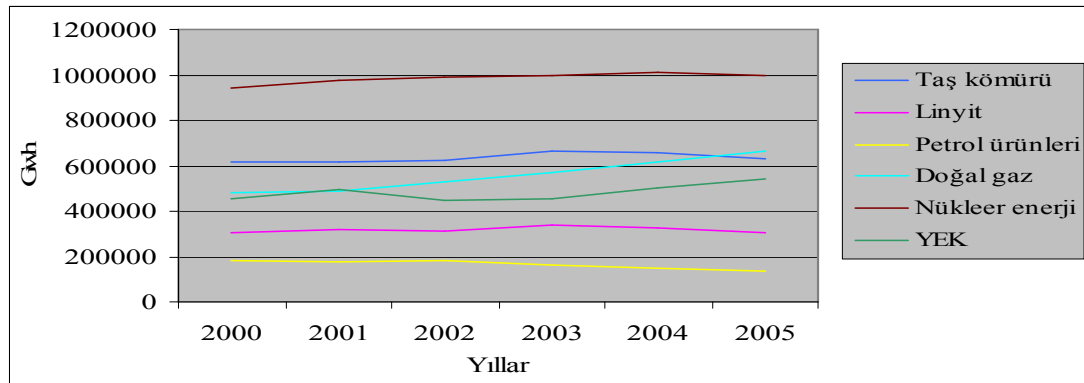
Tablo 17: AB-27 Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim Değerleri (2000-2005)

Yıllar	Brüt Üretim (GWh)	Net Tüketim* (GWh)	Kişi Başına Düşen Net Tüketim (KWh)
2000	3.021.679	2.515.834	5.218
2001	3.108.443	2.591.005	5.365
2002	3.117.186	2.599.353	5.365
2003	3.216.041	2.665.967	5.480
2004	3.288.546	2.717.455	5.561
2005	3.310.401	2.755.978	5.614

* Net Tüketim = Brüt üretim-İç tüketim+Dış alım-Dış Satım-Şebeke kayıpları

Kaynak: Eurostat., 2007 (Yearly); s. 9.

Şekil 17: AB-27 Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Gelişimi (2000-2005)



Kaynak: Eurostat., 2007 (Yearly); s. 10, adlı çalışmadaki verilerden yararlanılmıştır.

AB ülkelerinin, 2000-2005 dönemi elektrik enerjisi üretim ve tüketim değerleri incelendiğinde; söz konusu dönem boyunca üretim ve tüketim miktarlarının birbirine benzer bir artış gösterdiği (% 9,5); kişi başına düşen net elektrik enerjisi tüketiminin, Birliğin toplam nüfusundaki büyümeye (% 1,8) ve gelir artışına (% 8,5) bağlı olarak % 7,6 oranında arttığı görülmektedir.

Ortaya çıkan bu artışa, enerji kaynağı temelinde yapısal bir değerlendirmede bulunmak gerekirse; elektrik enerjisi üretiminde petrol ve petrol ürünleri kullanımının, özellikle küresel petrol fiyatlarının yükselişe geçmeye başladığı 2003 yılından itibaren düşüş eğilimine girdiği (% 25 azalış) gözlemlenmektedir.

Buna karşılık, Birlik, aynı dönemde maliyet ve ekolojik düzenin korunması açısından petrole önemli bir seçenek oluşturan doğal gazı tercih etmiştir. 2000 yılında brüt elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın payı % 16 seviyesinde olup, 2005 yılı sonunda bu oran % 20'ye yükselmiştir. Bu sonuca göre doğal gaz, kullanım itibariyle tüm enerji kaynakları arasında ikinci sırada yer almaktadır.

Birlik açısından en olumlu gelişme ise, elektrik enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına ilişkindir. Özellikle 2003 yılı sonrasında, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi miktarı % 7,5 oranında artmış ve yenilenebilir enerjinin tüm enerji kaynakları içindeki payı 2005 yılı sonu itibariyle % 15,2'ye yükselmiştir.

Yenilenebilir enerji kullanımındaki bu artışın temel nedeni, Şekil 17 daha dikkatli incelendiğinde ortaya çıkmaktadır. Şekilde, petrol ve yenilenebilir enerji kullanım eğrilerinin, 2003 yılından itibaren ters yönlü hareket etmeye başlaması göze çarpmaktadır. Bu nedenle, Birliğin elektrik enerjisi üretiminde yerli enerji kaynaklarına önem vermesini, ABD'nin Irak'a yönelik askeri hareketinin petrol fiyatları üzerinde yaratmış olduğu yukarı yönlü etkiyle açıklamak mümkündür.

Son olarak, elektrik enerjisi üretim ve tüketim değerleri açısından AB ile Türkiye arasında genel bir karşılaştırma yapıldığında başlıca şu sonuçlara ulaşılmaktadır:

1) Türkiye ve AB'de, brüt elektrik enerjisi üretimi yıllar itibariyle artmaktadır. Bu artışta, doğal gaz ve yenilenebilir enerji ön plana çıkarken, elektrik enerjisi üretiminde bu iki enerji kaynağının payı, 2005 yılı sonunda AB'de % 32,6'ya, Türkiye'de % 70,1'e çıkmıştır.

2) Türkiye'de kişi başına düşen net elektrik enerjisi tüketimi ise, AB-27 ortalamasının oldukça altındadır. 2005 yılı sonunda, AB'de 5.614 KWh olan tüketim değeri, Türkiye'de 1.808 KWh olarak gerçekleşmiştir.

3) AB'ye üye ülkeler ayrıntılı olarak incelendiğinde; 13 ülkede kişi başına düşen net elektrik enerjisi tüketimi AB ortalamasının altında iken, 14 ülkenin tüketim değerleri AB ortalamasının üzerinde olmuştur. Akdeniz'e kıyısı olan, birtakım ekonomik, siyasi ve kültürel benzerliklerden dolayı Türkiye'nin AB'ye giriş sürecinde sıklıkla karşılaştırıldığı ülkelerden Yunanistan (4.593 KWh) ve Portekiz (4.399 KWh) de, elektrik enerjisi tüketiminde AB ortalamasının altında yer alan ülkeler olup, İspanya'da kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi (5.628 KWh) AB ortalamasına neredeyse eşittir.

Bu ülkelerin dışında, Birliğe 2000 yılından sonra dahil olan ve çoğunu "Merkezi-Doğu Avrupa ülkelerinin (MDAÜ)" oluşturduğu son 12 ülke içinde sadece Romanya (1.803 KWh), söz konusu istatistik olarak Türkiye'nin gerisindedir. Türkiye'nin sınır komşusu olan ve dönemsel gereksinimlerden dolayı elektrik dış alımı da yaptığı Bulgaristan (3.309 KWh) ile nüfus miktarı ve ekonomik büyüklük açısından Türkiye'ye en yakın ülke konumundaki Polonya (2.589 KWh), kişi başına düşen net elektrik tüketimi açısından Türkiye'nin önündeki ülkelerdir.

Türkiye'nin, 2005 yılı sonunda AB'ye üye olduğu varsayımında ise, Birliğin kişi başına düşen net elektrik enerjisi tüketiminin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Bu varsayımına göre; Türkiye, 2005 yılında 27 üyeli AB'ye 28. ülke olarak katılması durumunda, Birliğin brüt elektrik enerjisi üretme kapasitesini % 4,9 oranında artırdığı; buna karşın, nüfus büyüklüğü nedeniyle, Birliğin kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimini yaklaşık % 8,7 oranında (486 KWh) azalttığı sonucu elde edilmektedir.

3.2. TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ'NİN ENERJİ POLİTİKALARI VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN YERİ

Her ülke olduğu gibi AB'ye üye ülkeler de, enerji politikalarını hiç şüphesiz ki ulusal çıkarlarını gözetenek belirlemektedir. Bununla birlikte, belirlenen politikaların AB'nin enerji politikalarına en üst seviyede uyumu, birlik olmanın ve ortak hareket etmenin de temel gerekliliğidir. Ancak bu şekilde, dünyadaki diğer

ekonomik ve bölgesel güçlere karşı mücadelede etkin bir sonuç elde edilmesi mümkündür.

Türkiye'nin de, uzun yıllardır Birliğe üye olma hedefine sahip bir ülke olarak kendi enerji politikasını oluştururken, ulusal çıkarlar ve Birlik çıkarları arasındaki dengeyi mümkün olduğunca sağlamaya çalışması gerekmektedir. Bu açıdan, Birliğin ortak enerji politikalarına uyum büyük önem taşımaktadır. Özellikle yerli enerji kaynaklarına yönelik anlayışın sanayi ve çevre politikaları bağlamında tam olarak benimsenmesi, hem Türkiye hem de AB için uzun vadede olumlu etkiler yaratacaktır.

3.2.1. Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Yenilenebilir Enerjinin Yeri

Kuruluşundan bu yana geçen dönem içerisinde Türkiye'de birçok enerji politikası uygulanmıştır. Bu politikalar, ağırlıklı olarak endüstriyel kalkınmanın sağlanabilmesi doğrultusunda ele alınmış olup; istikrarlı bir devlet politikasının aksine, hükümet politikaları ve dönemsel gelişmeler temelinde şekillendirilmiştir.

Bu bölümde; Türkiye'nin 85 yıllık tarihi boyunca uyguladığı enerji politikaları, tarihsel gelişmeler ve kalkınma planları ekseninde ana hatlarıyla değerlendirilecek ve yenilenebilir enerjinin bu politikalar içindeki yeri incelenecektir.

3.2.1.1. Türkiye'nin Enerji Politikaları

Türkiye'nin uyguladığı ilk enerji politikasının temel felsefesi, 17 Şubat 1923 tarihinde İzmir'de düzenlenen ve açılış konuşmasını Ulu Önder Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün yaptığı "*1. İzmir İktisat Kongresi*"ne dayanmaktadır. Atatürk, yönetim biçiminin henüz belirlenmemiş olduğu bu tarihte, tüm sektörleriyle bağımsız bir ekonomik modelin oluşturulması gerekliliğini şu sözleriyle dile getirmiştir²¹¹:

²¹¹ Afet İnan, **Devletçilik İlkesi ve Türkiye Cumhuriyeti'nin Birinci Sanayi Planı 1933**, Türk Tarih Kurumu Yayınları, XVI. Seri, Sayı: 14, Ankara, 1972, s. 42.

Tam bağımsızlık için şu prensip vardır: Milli egemenlik, ekonomik egemenlik ile pekiştirilmelidir. Bu kadar büyük amaçlar, bu kadar kutsal ve ulu hedeflere, kağıtlar üzerinde yazılı genel kurallarla, istek ve hırslara dayanan buyruklarla varılamaz. Bunların, bütün olarak gerçekleşmesini sağlamak için tek kuvvet, en kuvvetli temel: Ekonomik güçtür.

İşte bu düşünce, Türkiye'nin 1923-1930 döneminde uyguladığı ilk enerji politikasına da yansımıştır. Bununla birlikte, yabancı sermaye tamamen dışlanmamış olup, devlet-özel sektör birlikteliğinde enerji yatırımlarına ağırlık verilmiştir.

Örnek olarak; taş kömürü alanında Fransız sermayeli şirket **Ereğlinin** yanı sıra, yerli özel sermayeye ait **İş Bankası** da işletmeciliğe girişmiştir. Ancak, İktisat Vekaletine bağlı Havza İktisat Müdürlüğü, ocakların işletilmesini kontrol altına almıştır. Linyitte ise özel sektör işletmeciliği sürmüştür. 1926 yılında çıkartılan bir yasa ile tüm petrol arama ve işletme yetkileri hükümete bırakılmıştır. Bu dönemde, herhangi bir petrol bulgusuyla karşılaşmadığı gibi, yabancı şirketlerin arama yapma istemleri de olmamıştır. Petrol ürünleri pazarlamasında ise yabancı sermayeli şirketler varlıklarını sürdürmüştür.

Elektrik enerjisi konusunda imtiyazlı ortaklıklar politikası değiştirilmemiştir. Elektrik enerjisi sektörü, Alman, Belçika, İtalyan ve Macar yabancı ortaklıklarının elinde kalmıştır. Ancak, aynı dönemde yerli özel sermayenin de bu alana girmeye başladığı görülmektedir.

1929 yılındaki küresel ekonomik bunalım ise Türkiye'yi de olumsuz etkilemiş ve bu bunalım, batıda da uygulanmaya başlanan devletçilik politikasına ağırlık kazandırmıştır. Böylece Türkiye'de, yeterli özel sermaye birikimi sağlanamadığından dolayı, birçok sektörde olduğu gibi enerji sektöründe de "ılımlı devletçilik" politikası hayata geçirilmiştir²¹².

²¹² TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 244.

Bu politikanın etkisinde, 1934 yılında yürürlüğe giren “1. Beş Yıllık Sanayi Planı”, sadece, devletin dar anlamda sanayi yatırımlarını içermekte olup, özel yatırımlar gibi merkezi devlet dışındaki kamu kuruluşlarının sanayi yatırımları plan dışında bırakılmıştır.

Bu yönüyle, Plan, günümüzdeki çağdaş kalkınma planları gibi olmamasına karşın, bir ülkenin kendi gücüyle kalkınmasının ve ekonomik bağımsızlığını sağlamasının mümkün olduğunu göstermesi açısından önemlidir²¹³.

Bununla birlikte, Planda, sanayileşmenin düşük maliyetli enerji yoluyla gerçekleştirilmesinin mümkün olduğu belirtilmiş; yerli kaynaklar olan hidroelektrik ve termik enerji kaynaklarının (su, petrol, kömür vd.) araştırılması istenmiştir. Bu amaçla, 1935 yılında, **Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA)**, **Etibank** ve **EİE** kurulmuştur.

1936 yılında hazırlıklarına başlanan ve ilkinde göre daha geniş kapsamlı tutulan “2. Beş Yıllık Sanayi Planı”nda, enerji yatırımlarıyla ilgili olarak; madencilik, petrol, kömür kökenli sentetik akaryakıt ve elektrik santrallerine yönelik konular yer almaktadır. Atatürk’ün vefatı ve 2. Dünya Savaşı’nın başlaması ise, İngiliz sermaye ve teknolojisine dayalı biçimde yürütülmesi düşünülen bu planın uygulanmasını engellemiştir.

1936-1945 dönemi boyunca enerji alanındaki gelişmelerin başında; 1936 yılında, Fransız sermayeli Ereğlinin elindeki taş kömürü ocaklarının devletleştirilerek Etibank’a devredilmesi; 1940 yılında, Türkiye’nin ilk petrol yatağının Raman’da (Siirt) bulunması; 1941 yılında, akaryakıtın güvence altına alınabilmesi için **Petrol Ofisinin** kurulması ve Türkiye’deki tüm yabancı sermayeli ve imtiyazlı yabancı elektrik ortaklıklarının devletleştirilmesi gelmektedir.

2. Dünya Savaşı’nın hemen sonrasında, 1946 yılında “İvedili Sanayi Planı” ve 1947 yılında “Türkiye İktisadi Kalkınma Planı” yürürlüğe girmiştir. Bu planlarda,

²¹³ Başol, a.g.e., s. 63-64.

Etibankın enerji projelerine yer verilmiş; ancak, ABD'ye sunulan enerji projelerinden istenilen krediler sağlanamamıştır²¹⁴.

1950 yılında ise, *Demokrat Parti* iktidarında yeni bir ekonomi politikası uygulamaya konmuştur. Bu politikaya "liberal ekonomi" adı verilmesine ve başlangıçta devletin rolünün daraltılması hedef alınmasına karşın, kamu harcamalarının milli gelir içindeki payında önemli bir azalma olmamış; ancak, kamu harcamaları içinde altyapı yatırımlarının payı büyük ölçüde artmıştır²¹⁵.

1950-1960 döneminde uygulanan enerji politikası da, bu anlayış çerçevesinde belirlenmiş ve enerjide özel sektörün güçlendirilmesi yerine kamu sektörünün geliştiği çelişkili bir dönem yaşanmıştır. Bu dönemin önemli olaylarından birisi, 1949 yılında kurulan "*Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi*"nin, 1953 yılında "*1. İstisari Enerji Kongresi*"ni toplamış olmasıdır. Bu kongrede; Türkiye'nin enerji gereksinimi ve bu gereksinimin karşılanması için yapılan çalışmalar, elektrik enerjisi üretim ve tüketiminin gelişimi, kömür, hidroelektrik kaynaklar ve enerji üretiminde diğer kaynaklardan yararlanma olanakları ve kurulmasına girişilmiş belli başlı enerji tesisleri hakkında raporlar sunulmuştur.

1950-1960 döneminde enerji alanındaki önemli gelişmeler ise; 1953 yılında, büyük barajların yapımı amacıyla **Devlet Su İşlerinin (DSİ'nin)** kurulması; 1954 yılında, "*6326 Sayılı Petrol Kanunu*" çıkartılarak, petrol arama ve üretim çalışmalarında özel ve yabancı sermaye yatırımlarına olanak sağlaması; 1957 yılında, **Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumunun (TKİ'nin)** kurulması ve kömür işletmeciliği görevinin Etibank'tan alınarak bu kuruma verilmesi; yine aynı yıl, petrol işletmeciliği için kamu sermayeli **Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığının (TPAO'nun)** kurulması; linyit üretiminde özel sektör yatırımlarına ağırlık verilmesi ve elektrik işletmeciliğinde yabancı sermayeyi içermeyen özel sektör ortaklıklarının oluşturulmasıdır²¹⁶.

²¹⁴ TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 245.

²¹⁵ DPT, "1960 Öncesi Dönemde Planlama", <http://www.dpt.gov.tr/must/tarihce.asp>, (Erişim Tarihi: 10.02.2008).

²¹⁶ TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 246.

1960'lı yıllardan itibaren uygulamaya konan beş yıllık kalkınma planları da, daha önceki planlar gibi enerji alanındaki temel politikaların yer aldığı çalışmalar olmuştur. Karma (kamu-özel sektör) ekonomik sistemin benimsendiği “1. Beş Yıllık Kalkınma Planı (BYKP) (1963-1967)” ve “2. Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972)”nda, hidroelektrik enerji kaynaklarına ağırlık verilmesi ve elektrik tesislerinin verimli bir şekilde işletilmesi temel alınmıştır. Bununla birlikte, ulusal enerji politikalarının oluşturulması ve uygulanmasına yönelik olarak, 1963 yılında ETKB kurulmuş; 1970 yılında da, **Türkiye Elektrik Kurumu (TEK)** çalışmalarına başlamıştır²¹⁷.

“3. Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977)” ise, devletçilik anlayışının biraz daha ağır bastığı bir plan olarak değerlendirilmektedir. Bu Planda, devletin ekonomi üzerindeki denetimine yeniden ağırlık verilmiş olup; söz konusu politikalar doğrultusunda, maden ve petrol sektöründeki öncelikler özel sektörden alınarak kamu sektörüne verilmiştir²¹⁸. Ayrıca, özel sektörün sahip olduğu linyit yatakları da 1978 yılında devletleştirilmiştir. Yine bu dönemde, mevcut enerji politikalarının yanı sıra, nükleer enerji ve alternatif enerji kaynaklarına yönelik politikalar da biçimlenmeye başlamıştır²¹⁹.

Bu gelişmelere karşın, 1980 yılına kadar olan dönemde enerji talebi, zamanında ve yeterli derecede karşılanamamıştır. Kömür ve su gibi birincil enerji kaynakları, talebi karşılayacak kadar geliştirilememiş, petrol üretimi artırılmamış ve bu durum, enerji alanında bir darboğazın oluşmasına neden olmuştur. 1973 ve 1977 yıllarında dünyada meydana gelen petrol krizleri de, enerjideki bu darboğazı derinleştirmiştir²²⁰.

Karma ekonomik model içerisinde ağırlığın kamu tarafına doğru kaymasında, dünyadaki petrol krizleri kadar Türkiye’de yaşanan siyasi sorunlar da etkili olmuştur.

²¹⁷ Dış Ticaret Müsteşarlığı (DTM), “Türkiye’de Enerji Üretimi ve Tüketimi”, www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/KonjokturIzlemeDb/teut.doc, (Erişim Tarihi: 08.02.2008).

²¹⁸ Başol, a.g.e., s. 67.

²¹⁹ TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 248.

²²⁰ Dış Ticaret Müsteşarlığı (DTM), “Türkiye’de Enerji Üretimi ve Tüketimi”, www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/KonjokturIzlemeDb/teut.doc, (Erişim Tarihi: 08.02.2008).

1970'lerin sonlarına doğru, Türkiye'deki mevcut siyasi yapının elverişsizliği, "4. Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983)"nın gerek hazırlanması gerekse uygulanması aşamasına yansımıştır.

İki yıllık gecikmeyle hazırlanan bu Plan, yoğun bir devletçilik ve müdahalecilik ortamı içinde uygulanmaya çalışılmış; ancak, 1979 yılında yapılan seçimlerde, özel girişimciliğe önem veren *Adalet Partisinin* iktidara gelmesiyle birlikte, ekonomi politikasında daha liberal bir yaklaşım ortaya çıkmıştır²²¹.

1980 yılı sonrasındaki bu dönemin enerji politikası da, ekonomi politikasına uygun olarak değişim geçirmiştir. 2000 yılına kadar uygulanan kalkınma planlarında; enerji sektörünün ekonomik gelişmeyi destekleyici bir yapıya kavuşturulması ve enerji ham maddelerinin arama ve üretiminde kamu dışı kaynaklardan yararlanılmaya çalışılarak, bu konuda özel sektör ve yabancı sermaye girişimlerinin daha fazla desteklenmesi, planların en önemli hedeflerinden olmuştur.

2000 yılından itibaren ise Türkiye'nin enerji politikası; ülkenin enerji gereksiniminin, amaçlanan ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek, sosyal kalkınma atılımını destekleyecek ve yönlendirecek şekilde, zamanında, yeterli, güvenilir, ekonomik koşullarda ve çevresel etkileri de göz önüne alınarak karşılanması temelinde oluşturulmuştur.

Bu doğrultuda; enerji arz güvenliği, ekonomik verimlilik ve çevre konularına yönelik çalışmalara, AB politikalarına uyum gözetilerek hız kazandırılmıştır. Söz konusu dönemde; elektrik, doğal gaz, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve petrol piyasalarının serbestleştirilmesi amacıyla çeşitli kanunlar çıkartılmıştır.

Bunlara ek olarak; yenilenebilir enerji, nükleer enerji ve enerji verimliliği alanlarında da üç yeni kanun yürürlüğe girmiştir. Tüm bu piyasaların bağımsız olarak

²²¹ Başol, a.g.e., s. 67.

denetlenmesi amacıyla ise **Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)** kurulmuştur²²².

Ayrıca, enerji arz güvenliğini geliştiren ve Türkiye’yi, Doğu ile Batı arasında önemli bir enerji koridoru yapmayı öngören petrol ve doğal gaz geçiş boru hattı projeleri de tamamlanmaktadır. Ülke içi doğal gaz altyapısının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için yatırımlara hızla devam edilmektedir. Ayrıca, biyoenerjinin elde edilmesi ve dağıtımı konusundaki yatırımlar özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir²²³.

Sonuç olarak; Türkiye, kuruluşundan itibaren ülke içi ve dışı etkenlere bağlı olarak, enerji politikalarında istikrarlı bir görünüm sergilememiştir. Ayrıca, enerji yatırımlarında kamu-özel sektör ayırımına yönelik tartışmaların uzun yıllar devam etmesi, sanayileşmenin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için gerekli olan enerji altyapı yatırımlarının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Böylece, birincil enerji ve elektrik enerjisi üretim ve tüketim değerleri arasındaki fark zaman içinde olumsuz yönde açılmış ve enerjide dışa bağımlılık oranı her geçen yıl artış göstermiştir.

3.2.1.2. Türkiye’nin Enerji Politikalarında Yenilenebilir Enerjinin Yeri

Dünyadaki son yüz yıllık dönem incelendiğinde, yenilenebilir enerji, genelde şu iki özelliğinden dolayı dünya kamuoyunun gündemine gelmiştir. Bunlardan birincisi; yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerjide dışa bağımlılığı azaltacak yerli enerji kaynakları oluşudur. İkincisi ise; diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, çevreye olan olumsuz etkilerinin en düşük seviyede gerçekleşmesidir.

²²² “5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25819; 18.05.2005; “5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26510; 02.05.2007; “5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26707; 21.11.2007; “4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 24390; 02.05.2001 (EPDK’nın kuruluşu).

²²³ Sıtkı Güner ve Ayhan Albostan, “Türkiye’nin Enerji Politikası”, **TMMOB EMO IV. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (31.10.-02.11.2007, Gaziantep) Bildiriler Kitabı**, EMO Yayınları, Gaziantep, 2007, s. 42-43.

Türkiye'nin enerji politikalarında ise yenilenebilir enerji, ağırlıklı olarak, daha önce ifade edilen yerli kaynak olma ve enerjide dış ülkelere olan bağımlılığı azaltma işlevi çerçevesinde değerlendirilmiştir. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının doğaya saldıkları sera gazları ve bu gazların, insan sağlığı ve çevre üzerinde oluşturduğu zararlı etkiler, sanayileşmenin ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi hedefinden dolayı göz ardı edilmiştir.

1980'li yılların başına kadar, Türkiye'de, başta hidroelektrik enerji olmak üzere hayvansal ve bitkisel atık ve artıklar ile gibi klasik yenilenebilir enerji kaynakları ile jeotermal enerji kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, çağdaş yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik araştırma-geliştirme çalışmalarının başlatılması kararı 1980'li yılların ortalarına rastlamaktadır.

İlk olarak, "4. Beş Yıllık Kalkınma Planı"nda, alternatif enerji kaynakları ve güneş enerjisi kullanımının, ülkedeki enerji açığının kapatılması amacıyla teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır²²⁴. "5. Beş Yıllık Kalkınma Planı"nın uygulanmaya başlandığı 1985 yılından itibaren, güneş ve rüzgar enerjisi de kullanılabilir enerji kaynakları arasına girmiştir. Çağdaş biyokütle enerjisi sınıfına giren biyoyakıtların kullanımı ise 2000'li yıllardan itibaren başlamıştır²²⁵.

Tüm bu gelişmelere karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda arzu edilen sonuçlar alınamamıştır. Bunun başlıca nedeni olarak, konuyla ilgili Kanun'un yürürlüğe girmesinde oldukça geç kalınmış olması (2005 yılında kabul edilen 5346 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*) ve Kanun'a işlerlik kazandıracak yasal düzenlemeler yoluyla özel sektörün yeterli ölçüde teşvik edilmemesi gösterilmektedir²²⁶.

²²⁴ DPT, *Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983)*, DPT Yayını, Yayın No: 1664, Ankara, 1979, s. 401.

²²⁵ TÜİK, 2007 (İstatistik); s. 282.

²²⁶ "Alternatif Kaynaklar Değerlendirilmiyor", *Kayseri Sanayi Odası Kayso Bilgi dergisi*, Ocak-Şubat 2007, Sayı: 67, s. 49.

Türkiye'nin enerji politikalarında yenilenebilir enerjinin yerini rakamsal olarak ifade etmek de mümkündür. 2006 yılı sonu itibariyle, elektrik enerjisi üretiminde çağdaş yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgar, biyokütle vd.) payı ihmal edilebilir bir seviyede gerçekleşmiştir (< % 1). Hidroelektrik enerji ise, toplam elektrik üretiminde % 25,1'lik paya sahip olup, bu rakam, 1989 yılındaki % 60,3 seviyesinin oldukça gerisindedir²²⁷.

Rakamlardan da anlaşılacağı üzere, yenilenebilir enerji, Türkiye'nin enerji politikalarında ilk sıralarda yer almamaktadır. Petrol fiyatlarının yükseldiği, doğal gaz kesintilerinin yaşandığı ve çevre kirliliğine yönelik kaygıların küresel boyutta arttığı bir dönemde, Türkiye'nin doğal gaz ve petrol ağırlıklı bir enerji politikası sürdürerek, kamu yatırımlarını bu alanlara yönlendirmesi çelişkili bir durum oluşturmaktadır. Rüzgar ve güneş enerjisi ile biyoyakıt gibi çağdaş yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılacak yatırımların ise özel sektör girişimciliğine bırakıldığı; ancak, teşvik sisteminin eksik olduğu görülmektedir.

3.2.2. Avrupa Birliği'nin Enerji Politikaları ve Yenilenebilir Enerjinin Yeri

AB, kuruluş süreci itibariyle, ekonominin temel sektörlerinden biri olan enerji sektörü üzerine tasarlanmıştır. Zaman içerisinde üye sayısının giderek çoğalması ile bölgesel ve uluslararası gelişmeler, Birliğin enerji politikalarındaki bazı değişkenlerin yeniden şekillendirilmesini gerekli kılmıştır. Bu açıdan, AB'nin enerji politikaları ve bu politikalar içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının konumunun incelenmesi, sadece AB için değil, Türkiye için de geleceğe yönelik birtakım ipuçları verecektir.

3.2.2.1. Avrupa Birliği'nin Enerji Politikaları

AB'nin enerji politikaları, ilk olarak 1950'li yıllarda, AKÇT'nin kömür politikası geliştirmesiyle uygulamaya başlanmıştır. Ardından, EURATOM'un

²²⁷ TEİAŞ, "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynak Paylarının Yıllar İtibariyle Gelişimi (1970-2006)", <http://www.teias.gov.tr/ist2006/32.xls>, (Erişim Tarihi: 03.02.2008).

nükleer enerji sektörü için ortak politika oluşturmasıyla devam etmiş ve AET ile de diğer enerji sektörleri (petrol, doğal gaz, elektrik) kapsamıştır. AB'nin enerji politikaları, büyük ölçüde her biri enerji sektörünün belirli bölümlerine ilişkin kurallar içeren bu üç ayrı kuruluşa göre belirlenmiştir.

AB'nin enerji sektörüne verdiği önem, AB'nin temellerini oluşturan üç antlaşmadan ikisinde bu konuya gösterilen özel ilgiden anlaşılmaktadır. 1951 yılında imzalanan *Paris Antlaşması* ile kurulan AKÇT, birincil enerji kaynağı olan kömür temelinde enerji arz ve talebine ilişkin sorunların çoğunu dikkate almıştır²²⁸. EURATOM ise, 1957 yılındaki *Roma Antlaşması* ile kurulmuş olup; söz konusu oluşumda yer alan ülkeler (Almanya, Fransa, Belçika, İtalya, Hollanda ve Lüksemburg), o tarihlerdeki enerji gereksinimlerini atom enerjisi kullanarak karşılamayı planlamıştır.

Özellikle, 1956 yılında yaşanan Mısır-İsrail Savaşı ve ardından, İngiltere ve Fransa'nın Süveyş Kanalı'na müdahale etmesiyle başlayan dönemde, Ortadoğu'dan Avrupa'ya gerçekleştirilen petrol taşımacılığı önemli ölçüde aksamıştır. Bu durum, petrol bağımlılığının azaltılması ve diğer enerji kaynaklarının üretime sokulması konusunda, Avrupa'da önemli çalışmaların başlamasına neden olmuştur²²⁹.

Ancak, tüm bu gelişmelere karşın, 1970'li yıllardaki petrol krizlerine kadar enerji alanında ortak bir politikanın istikrarlı bir şekilde belirlenip uygulanamadığı ve genellikle, ülkelerin kendi ulusal enerji politikalarını devam ettirdiği görülmektedir. Bunun başlıca nedenleri; dış ülkelere bol miktarda ucuz enerji kaynağı sağlanması, üye ülkelerin enerji tüketim yapılarındaki farklılıklar, enerji alt sektörlerinin kendine özgü işleyişi ve sorunları²³⁰ ile ülkelerin, enerji gibi ulusal egemenlik konusu olarak değerlendirilen bir konuda yetkilerini devretmek istememesinden kaynaklanmıştır.

²²⁸ AKÇT'yi kuran Paris Antlaşması, 23 Temmuz 2002 tarihinde son bulmuştur. Bu tarihten itibaren, kömür ve çelik sektörleriyle ilgili konular AB Komisyonu'nun sorumluluğundadır. A.Yavuz Ege, **Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'nin Uyumu**, UPAV Yayınları, Ankara, 2004, s. 11.

²²⁹ Karluk, a.g.e., s. 17.

²³⁰ Ege, a.g.e., s. 4, 12.

1973 ve 1979 yıllarında meydana gelen petrol krizleri, petrole yüksek seviyede bağımlı olan Avrupa ülkelerinde “*enerjide arz güvenliği*” sorununu yaratmış ve böylece, Birliğe üye ülkelerin ortak bir enerji politikası oluşturma ve uygulama yönündeki duruşu önemli bir değişikliğe uğramıştır. Özellikle, “*16 Eylül 1986 tarihli Konsey Kararı*”²³¹, enerji alanında 1995 yılı hedeflerini ve üye ülkelerde, belirlenen hedeflere uyum konusunda yapılması gerekenleri belirtmesi açısından önemlidir.

Bu gelişmeler doğrultusunda, yeni enerji politikasında iki temel ögenin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu ögeler; enerjinin verimli kullanımı ve enerji tüketiminde yerli kaynaklara (nükleer enerji, hidroelektrik enerji, petrol ve doğal gaz üretimi) ağırlık verilmesi olmuştur. Böylece, 1970’li yıllarda % 50’lere yükselen Birlik dışı enerji dış alım oranı, 1980’li yılların sonunda % 40’lara kadar düşüş göstermiştir²³².

1980’li yılların sonları ile 1990’lı yılların sonları arasındaki dönem ise, ortak enerji politikasının oluşturulmasına yönelik en önemli adımların atıldığı dönem olmuştur. Bu dönemle birlikte, AB içerisinde enerji konuları üç önemli yaklaşımla yakından ilişkilendirilmiştir. Bunlar; AB’nin “*İç (Tek) Pazar Programı (İnternal (Single) Market Programme)*”²³³ ve rekabet politikası, AB’nin gelişmekte olan ortak çevre politikası ile “*Avrupa Enerji Şartı (European Energy Charter)*” ve “*Enerji Şartı Antlaşması (The Energy Charter Treaty)*”²³⁴’dır.

²³¹ “*Council Resolution of 16 September 1986*”, <http://eur-lex.europa.eu/en/repert/1210.htm>, (Erişim Tarihi: 11.02.2008).

²³² Francis McGowan, **European Energy Policies in a Changing Environment**, Printed by Physica-Verlag Co., Germany, 1996, s. 1-2.

²³³ Bu program, 1992 yılı sonu itibariyle yürürlüğe girmiş olup; rekabetin artması, ekonomik etkinliklerin canlanması ve sanayide yeniden yapılanmanın gerçekleştirilmesi amacıyla üye ülkeler arasındaki engellerin (mal, hizmet, iş gücü, sermaye) kaldırılmasını hedeflemektedir. European Commission, “*The Macroeconomic Effects of the Single Market Programme after 10 Years*”, http://ec.europa.eu/internal_market/10years/background_en.htm, (Erişim Tarihi: 12.02.2008).

²³⁴ Avrupa Enerji Şartı (17 Aralık 1991), Eski SSCB ve MDAÜ ülkelerindeki enerji potansiyelini harekete geçirmek yoluyla, AB’nin enerji arz güvenliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 51 ülke tarafından Lizbon’da imzalanan Enerji Şartı Antlaşması (17 Aralık 1994), Doğu-Batı arasındaki endüstriyel iş birliğinin güçlendirilmesi amacıyla, enerji yatırımları, ticareti ve geçişi konularında hukuki anlamda birtakım düzenlemeler içermektedir. “*European Energy Charter*”, <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l27028.htm>, (Erişim Tarihi: 12.02.2008).

Tüm bu girişimler, 1990'lı yılların başı itibariyle AB'nin yeniden canlanması süreciyle yakından ilgilidir. Birçok alanda olduğu gibi enerji alanında da daha ileri seviyede iş birliği, kurumsal yapılanma ve "Avrupahılaşma" süreci hız kazanmıştır.

Bu çerçevede, enerji alanında ortaya çıkan sorunların giderilmesi amacıyla, enerji sektörünün Tek Pazar'a dahil edilmesine karar verilerek bu konudaki çalışmalara ağırlık verilmiştir. Böylece, AB enerji iç pazarı için genel ilkeleri ve amaçları ortaya koyan "*Beyaz Kitap: Avrupa Birliği için bir Enerji Politikası (White Paper: An Energy Policy for the European Union)*" Aralık 1995'te; "*Yeşil Kitap: Enerji Arz Güvenliği için bir Avrupa İzlemine Doğru (Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply)*" Kasım 2000'de yayımlanmıştır²³⁵. Her iki kitapta yer alan ve AB'nin, günümüzde de aynı şekilde benimsediği üç temel politika ise;

- * Enerji arz güvenliğinin sağlanması,
- * Çevrenin korunması ve
- * Birlik içinde serbest ve rekabetçi bir enerji pazarının tam olarak gerçekleştirilmesidir.

Özellikle Yeşil Kitap'ta, sera gazı miktarındaki artış ve küresel sıcaklıktaki yükselmeye bağlı olarak küresel iklim değişikliğine vurgu yapılmaktadır. Birlik, 2000 yılında, Kyoto Protokolü temelinde küresel iklim değişikliğine karşı verilecek mücadelenin öncelikli konuları arasında yer aldığını açıkça belirtmiştir.

Bu açıdan, gerek çevrenin korunması, gerekse Birliğin petrol ve doğal gazla olan bağımlılığının mümkün olduğunca azaltılabilmesi amacıyla, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması politik bir öncelik olarak belirtilmiştir²³⁶. Söz konusu politikalar, Mart 2006'da yayımlanan "*Yeşil Kitap: Sürdürülebilir, Rekabetçi*

²³⁵ DTM Avrupa Birliği Genel Müdürlüğü, **Avrupa Birliği ve Türkiye**, DTM Yayınları, Ankara, 2007, s. 154-155.

²³⁶ EC, "Livre Blanc: Une Politique de l'Énergie pour l'Union Européenne", COM (94) 659 et Bulletin UE 12-1995, <http://europa.eu/bulletin/fr/9512/p103101.htm>, (Erişim Tarihi: 15.12.2007); EC, "Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply", COM (2000) 769, s. 2-3, http://europa.eu.int/comm/energy_transport/en/lpi_en.html, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

ve Güvenli Enerji için bir Avrupa İzlemi (Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy)” adlı çalışmada da yer almaktadır. Birlik, 2007 yılı başında, belirlenen politikaların gerçekleştirilmesi için kullanılacak stratejilerin; doğal gaz ve petrole olan bağımlılıktan kurtularak, yenilenebilir enerji kaynaklarına ve enerji tasarrufuna yönelmek olduğunu ifade etmiştir²³⁷.

Son olarak, AB’nin ortak enerji politikasını destekleyen programları kısaca belirtmek gerekirse; **Akıllı Enerji: Avrupa (Intelligent Energy: Europe)** programı ile **Altener** (yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi), **Save** (enerji verimliliğinin artırılması), **Coopener** (yenilenebilir enerji gelişimi ile enerji verimliliğinin birlikte gerçekleştirilmesi), **Synergy** (enerji alanında uluslararası iş birliğinin sağlanması), **Carnot** (katı yakıtların daha temiz ve verimli kullanımını sağlayacak teknolojilerin geliştirilmesi), **Sure** (nükleer enerji sektöründe iş birliği ve güvenliğin sağlanması) gibi alt programlarla genel olarak; enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesi, iklim değişikliğiyle mücadele ve Avrupa enerji sektörünün rekabete teşvik edilmesi amaçlanmaktadır²³⁸. Türkiye ise, 2006 yılı sonunda birinci dönemi biten “Akıllı Enerji: Avrupa” programına katılım payını ödemediği için, bir önceki dönemde proje sunamamış ve mali yardım alamamıştır²³⁹.

Bu programların yanı sıra, Maastricht Antlaşmasıyla oluşturulan **Trans-Avrupa Enerji Ağları (Trans-European Energy Networks – TEN-E)**, 1996-2001 döneminde Birlik üyesi ülkelerin ulaştırma, iletişim ve enerji alanlarında bütünleşmelerine yönelik **Trans-Avrupa Ağları (Trans-European Networks – TEN)**’nin bir ögesi olup; program kapsamındaki projelerle enerji iç pazarının

²³⁷ EC, “Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy”, COM (2006) 105, s. 3, http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_en.pdf, (Erişim Tarihi: 15.12.2007); EC, “An Energy Policy for Europe – A Need for Action”, s. 2-3, http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/2007_03_02_energy_leaflet_en.pdf, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

²³⁸ EC DGET, “Externalisation Arrangements for Intelligent Energy for Europe Programme a Cost-effectiveness Assessment”, (Final Report, 10.12.2002), s. 2, http://www.ec.europa.eu/dgs/energy_transport/evaluation/activites/doc/reports/energie/agence_energie_intelligente_en.pdf, (Erişim Tarihi: 10.02.2008); DTM, 2007 (AB); s. 155-156.

²³⁹ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, “Türk Kuruluşları için Avrupa Birliği Fonlarının Kullanılması Seminerinden Notlar” (27.06.2005-İstanbul), s. 7, <http://www.dektmk.org.tr/Elektronikbulten/6.sayi/ABfonlari.doc>, (Erişim Tarihi: 14.02.2008).

gerçekleştirilmesi ve ekonomik-sosyal uyumun güçlendirilmesi amaçlanmaktadır²⁴⁰. Türkiye, Aralık 2007 tarihi itibariyle, Trans-Avrupa Ağları'nın ulaştırma alt başlığında AB ile müzakereye başlamıştır²⁴¹.

AB'nin desteklediği ve Türkiye'nin de dahil olduğu diğer bir proje ise, **Avrupa'ya Devletler Arası Petrol ve Doğal Gaz Taşımacılığı (Interstate Oil and Gas Transport to Europe - INOGATE)** programıdır. Günümüzde INOGATE Anlaşması'nı imzalayan 21 ülke bulunmakta olup; bu proje çerçevesinde AB, özellikle doğal gazın boru hatları ile bölgeye taşınarak enerji arz güvenliğini güçlendirmeyi amaçlamaktadır²⁴².

3.2.2.2. Avrupa Birliği'nin Enerji Politikalarında Yenilenebilir Enerjinin Yeri

AB, özellikle 1970'li yıllardan itibaren uyguladığı enerji politikaları içinde yenilenebilir enerji konusuna ayrı bir önem vermektedir. Günümüzde de, enerji kullanımında verimliliğin sağlanmasının yanı sıra, yenilenebilir enerji üretiminin artırılmasına yönelik araştırma-geliştirme çalışmaları, Birliğin hem kısa hem de uzun dönemli enerji politikalarının ağırlık noktasını oluşturmaktadır²⁴³. Birlik açısından, yenilenebilir enerjinin önemini artıran başlıca konular ise şunlardır²⁴⁴:

- * Çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi
- * Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması
- * Piyasa serbestliğine dayalı rekabetin sağlanması
- * Teknoloji ve tarım politikaları ile uluslararası rekabete uyum
- * İstihdamın artırılması

²⁴⁰ EC DGET, "Trans-European Networks", http://ec.europa.eu/ten/index_en.html, (Erişim Tarihi: 13.02.2008).

²⁴¹ T.C. Avrupa Birliği Genel Sekreterliği (ABGS), "24.12.2007 Tarihli AB Bülteni", <http://www.abgs.gov.tr/index.php?p=41119&l=1>, (Erişim Tarihi: 14.02.2008).

²⁴² Özgür Tonus, "Genişleyen Avrupa Birliği'nin Enerji Politikaları ve Türkiye", s. 11, <http://paribus.tr.googlepages.com/tonus.doc>, (Erişim Tarihi: 10.02.2008).

²⁴³ IEA, **Renewable Energy: Market & Policy Trends in IEA Countries**, IEA Publications, France, 2004, s. 244.

²⁴⁴ Michael Grubb, **Renewable Energy Strategies for Europe**, Earthscan Publications Ltd., London, 1997, s. 26-53.

Buna göre; bir önceki sayfada ifade edilen ögelerden ilk üçünün, AB'nin 2000'li yıllarda uygulamakta olduğu enerji politikasının 3 temel ilkesiyle örtüştüğü dikkati çekmektedir. Çevre kirliliğinin en alt seviyeye indirilmesiyle gerçekleştirilecek sürdürülebilir bir kalkınma; petrol ve doğal gaz ağırlıklı enerji tüketiminin azaltılması yoluyla ortaya çıkacak düşük enerji dış alımı ve Tek Pazar düşüncesine uygun rekabetçi bir serbest enerji piyasası anlayışı, yenilenebilir enerjinin, Birliğin enerji politikası içindeki günümüz ve gelecekteki yerini ortaya koymaktadır.

Aslında tüm bu açıklamalar, yenilenebilir enerji kaynaklarının, AB açısından sadece ısı ve elektrik enerjisi veya yakıt üretme işlevinin olmadığını; aynı zamanda, geleceğin yeni yaşam biçiminin oluşturulmasına dönük fırsatlar taşıdığını da göstermektedir. Özellikle, küresel iklim değişikliği konusundaki kaygılar ile enerji arz güvenliği ve çeşitliliğinin sağlanması gerekliliği, yeterli seviyede petrol ve doğal gaz gibi geleneksel enerji kaynakları olmayan AB'yi, ekonomik, sosyal ve çevresel bağlamda yeni açılımlara yönlentmektedir²⁴⁵. Nitekim, AB Komisyonu Başkanı **Jose Manuel Barroso** da, Birliğin yeni enerji politikasını açıkladığı basın toplantısında (10.01.2007) bu konuya değinmiş ve şu ifadeleri kullanmıştır²⁴⁶:

Bu gerçekler (küresel iklim değişikliği ve enerji arz güvenliği) karşısında yeni politikalara ihtiyacımız bulunmaktadır. Belirlenecek politikalar, Avrupa'nın rekabet gücünü sürdürmesine, çevrenin korunmasına ve enerji arzının daha güvenli bir hale getirilmesine imkan vermelidir. Bu nedenle, Avrupa, dünyanın yeni, hatta sanayi sonrası diyebileceğimiz bir devrimi yaşamasına önderlik etmelidir: Düşük karbon ekonomisi. Bugün alacağımız kararlar, düşük karbon ekonomisi, yani sanayi sonrası devrim için alacağımız kararlar olacaktır. Kömüre dayalı sanayi düzenimizi geride bırakıyoruz. Artık, düşük karbon geleceğine doğru ilerlemenin zamanı gelmiştir.

²⁴⁵ EREC, **Renewable Energy in Europe: Building Markets and Capacity**, Published by James&James Ltd., London, 2004, s. xii.

²⁴⁶ Jose Manuel Barroso, "Energy for a Changing World", (Press Conference of 10.01.2007), s. 1, http://ec.europa.eu/commission_barroso/president/pdf/speaking_points_20070110_en.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2007).

Böylece, yenilenebilir enerji temelindeki yeni enerji politikasını, hem AB ülkeleri hem de diğer ülkeler için yeni bir “sanayi devrimi”, dolayısıyla yeni bir dünya düzeninin başlangıcı olarak değerlendirmek mümkündür. Birliğin, yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içindeki payını, 2020 yılında % 20 (2006: % 7)²⁴⁷ seviyesine çıkartma hedefi de bu düşünceyi desteklemektedir.

Ancak, Birliğe yeni katılan ülkelerle birlikte enerji tüketiminin hızla artacağı; bu durumun, petrol ve doğal gaz dış alımına da olumsuz bir şekilde yansıtacağı görülmektedir. Bu nedenle AB, enerji gereksinimini karşılamak için Rusya, Kazakistan, Libya ve Ortadoğu ülkeleri gibi demokrasi ve insan hakları alanında eksikliği bulunduğunu düşündüğü ülkelerle milyarlarca dolarlık enerji anlaşmaları yapmak zorunda kalmaktadır²⁴⁸. Bunun sonucu olarak, 2030 yılı enerji talebinin yaklaşık % 65’inin²⁴⁹ (2005: % 51)²⁵⁰ dış alım yoluyla karşılanması beklenmektedir. Böylece, yenilenebilir enerjinin, gelecek 25 yıl boyunca politika anlamında önemli bir konumunun olacağı; ancak, istatistiki açıdan fosil kaynakların üstünlüğünün devam edeceği anlaşılmaktadır.

3.3. TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI VE YAPILAN DÜZENLEMELER

Görüldüğü üzere, AB ve Türkiye, enerji politikaları ve yenilenebilir enerjinin bu politikalar içindeki yeri açısından henüz ortak bir düşünceyi paylaşmamaktadır. AB, son dönemde uyguladığı enerji politikalarını çevre konusuyla birlikte bütünsel bir yaklaşım içinde ele almakta ve bu amaçla, yenilenebilir enerji kaynaklarını önemli bir izlemsel (stratejik) araç olarak benimsemektedir. Bunun aksine Türkiye’nin, “enerji-yenilenebilir enerji-çevre” öğeleri arasındaki ilişkiyi kavramakla

²⁴⁷ EC, “An Energy Policy for Europe – A Need for Action”, s. 3, http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/2007_03_02_energy_leaflet_en.pdf, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

²⁴⁸ “AB’nin Yeni Enerji Stratejisi: Tasarruf ve Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007, s. 37.

²⁴⁹ Jose Manuel Barroso, “Energy for a Changing World”, (Press Conference of 10.01.2007)”, s. 1, http://ec.europa.eu/commission_barroso/president/pdf/speaking_points_20070110_en.pdf, (Erişim Tarihi: 14.12.2007).

²⁵⁰ Eurostat, 2007 (Yearly); s. 9.

birlikte; politika oluşturma ve politikanın uygulanması anlamında yetersiz kaldığı görölmektedir.

Bu bölümde, önceki bölümlerde yer alan bilgiler ayrıntılı bir şekilde incelenerek, AB ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları ile bu politikaların uygulanması amacıyla gerçekleştirilen düzenlemeler değerlendirilmektedir.

3.3.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikası ve Yasal Düzenlemeler

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de, yenilenebilir enerji kullanımına yönelik kamuoyu baskısının, özellikle küresel petrol fiyatlarının yükselmeye başladığı ve iklim değişikliğinin gündeme geldiği dönemlerde arttığı gözlemlenmektedir. Ocak 2002'de **18,08 \$** olan ham petrolün ortalama varil fiyatının, Şubat 2008'de **89,91 \$** olduğu²⁵¹ dikkate alındığında; Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikası oluşturma ve bu politikanın uygulanmasına yönelik yasal çalışmaların başlamasını, petrol fiyatlarında yaşanan yükseliş ve ani iklim değişikliğinin yaratacağı olumsuz etkilerden bağımsız olarak değerlendirmemek gerekir.

3.3.1.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikası

Türkiye, klasik yenilenebilir enerji kaynakları olarak değerlendirilen hidroelektrik ve klasik biyokütle enerjileri dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ilk ciddi politikalarını 1970'li yılların sonundan itibaren oluşturmaya başlamıştır.

Petrol fiyatlarının yükseldiği ve fosil kaynakların çevresel etkilerinin daha iyi anlaşılmasına başlandığı bu yıllarda, çevre politikalarından sorumlu olan Çevre Bakanlığı ve enerji politikalarından sorumlu olan ETKB, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına (jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri) yönelik yatırımları desteklemek amacıyla birlikte hareket etmiştir. Bu anlayış doğrultusunda, 1983 yılında "*2872 sayılı Çevre Kanunu*" da yürürlüğe sokularak, çevrenin korunmasında

²⁵¹ EIA-DOE, "World Crude Oil Prices", <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/wtotworldw.htm>, (Erişim Tarihi: 19.02.2008).

yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin birtakım önlemlerin alınması hedeflenmiştir.

Ancak, bu olumlu çalışmaların başlangıcından günümüze kadar geçen zaman içerisinde, sürdürülebilir bir yenilenebilir enerji politikası izlenemediği görülmektedir. Bunun başlıca nedeni, Türkiye’de yenilenebilir enerji politikalarının devlet politikası olarak değil, hükümet politikası olarak belirlenmesidir. Ayrıca, bu politikaların uygulanma aşamasının, ağırlıklı olarak özel sektör girişimciliğine bırakılması da bir başka etkidir²⁵².

Türkiye’nin yenilenebilir enerji alanında somut ve istikrarlı bir “devlet politikası” bulunmayışının temelinde ise, yetkili kurum ve kuruluşların, ulusal kaynakların yeterliliğine ilişkin olumsuz görüşleri yatmaktadır. Bu görüşler; Türkiye’deki yerli enerji kaynaklarının yetersiz olduğu, bu kaynakların tamamının devreye konulması halinde bile enerji gereksiniminin çok sınırlı bir kısmının ve ancak, kısa bir süre için karşılanabileceği üzerinde yoğunlaşmaktadır²⁵³.

Bu konuyla ilgili benzer bir görüş, 2008 yılı itibariyle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı olarak görev yapan **Hilmi Güler** tarafından da benimsenmektedir. Güler, dünyadaki yüksek petrol ve doğal gaz fiyatları karşısında yenilenebilir enerjiyi, sektör açısından önemli bir “seçenek” olarak kabul etmekte; ancak, kömür, doğal gaz ve nükleer enerjinin yerine “düşünmediklerini” açıkça ifade etmektedir²⁵⁴. Söz konusu anlayışın devamı ve küresel gelişmelere bağlı olarak petrol ve doğal gaz fiyatlarında düşüş yaşanması durumunda, Türkiye’nin gelecek dönemki yenilenebilir enerji politikasının da istikrardan uzak ve arka planda olma olasılığı yüksektir.

Tüm bu gelişmelere karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin ilk kanun da yine bu dönemde yasalaşmıştır. AB’ye uyum sürecinde yürürlüğe giren bu kanun

²⁵² Ayhan Demirbaş, “Turkey’s Renewable Energy Policy”, **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects**, Volume: 28, Issue: 7, June 2006, s. 663.

²⁵³ A.Necdet Pamir, “Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, **TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Metalurji dergisi**, Yıl: 22, Sayı: 134, Temmuz 2003, s. 90.

²⁵⁴ “Güler’den Yenilenebilir Enerjiye Çağrı”, **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007, s. 42.

temelinde, Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikası ve gerçekleştirilmesi planlanan diğer yasal düzenlemeler, çalışmanın ikinci kısmında ayrıntılı olarak değerlendirilmektedir.

3.3.1.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Yasal Düzenlemeler

Türkiye’de yenilenebilir enerji alanında hazırlanan ilk kanun, 2005 yılında yürürlüğe giren “5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”dur²⁵⁵. Bu Kanun, AB’nin yayımladığı “Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne Katılım Sürecine İlişkin 2004 Yılı İlerleme Raporu ve Tavsiye Metni²⁵⁶”nde yer alan; “yenilenebilir enerji kanununun çıkartılması gerektiği” yönündeki tavsiyeye uygun olarak hazırlanmıştır.

Kanun’un kapsamı, temel olarak; yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin başlıca yöntemlerin belirlenmesine dayanmaktadır. Kanun’un çıkarılış amacı ise şu şekilde belirtilmektedir:

Bu Kanun’un amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde gereksinim duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir (1. madde).

Bu yönüyle Kanun’da, Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikası açısından şu üç ana konuya vurgu yapıldığı görülmektedir:

²⁵⁵ “5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25819; 18.05.2005.

²⁵⁶ DPT Avrupa Birliği ile İlişkiler Genel Müdürlüğü, **Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne Katılım Sürecine İlişkin 2004 Yılı İlerleme Raporu ve Tavsiye Metni**, DPT Yayınları, Ankara, 2004, s. 103.

- * Elektrik enerjisi arzında kaynak yapısının geliştirilmesi
- * Çevrenin korunması
- * Özel sektör girişimciliğinin desteklenmesi

Ancak, özel sektör girişimciliğinin desteklenmesi konusu Kanun'da ayrıntılı olarak düzenlenmemiştir. Sadece, hangi yatırımların teşvik kapsamında olduğuna değinilmekte; verilecek teşviklerin neler olacağı tüm yönleriyle ifade edilmemektedir. Bu nedenle, Kanun'un yenilenebilir enerjiyi "destekleme" işlevinin eksik olduğu yönünde görüşler ağırlık kazanmaktadır.

Verilecek teşviklerin, tüm yenilenebilir enerji kaynaklarının aynı oranda gelişimine olanak vermeyeceği de bir başka değerlendirmedir. Kanun'da, özellikle belirli bölgelerdeki rüzgar ve hidroelektrik enerji yatırımları ön plana çıkmakta, böylece; güneş, biyokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir kaynakların kullanımının yeterli ölçüde desteklenmesinin mümkün olamayacağı anlaşılmaktadır.

Ayrıca, Kanun'da, yenilenebilir enerji kaynakları alanındaki yatırımlar tamamen serbest piyasa anlayışına bırakılmakta ve kamunun yürütmesi gereken görevler göz ardı edilerek denetim yetkisi kısıtlanmaktadır. Kanun'un, hemen hemen hiçbir noktayı ayrıntılı biçimde düzenlememesi ve yönetmeliklere göndermede bulunması da önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir. Tüm bu olumsuzluklar, aslında AB'ye uyum çerçevesinde, sadece "2001/77 sayılı AB Yönergesi"nin ulusal mevzuata kazandırılması anlayışından kaynaklanmaktadır. AB'nin 1980'li yıllardan günümüze kadar geliştirmiş ve özümsemiş olduğu enerji politikalarının, Türkiye tarafından eksik bir bakış açısıyla değerlendirildiği ve sadece "yasa yapma" amacının benimsendiği anlaşılmaktadır²⁵⁷.

²⁵⁷ "Politik İrade Yenilenemiyor", **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007, s. 39; "Alternatif Kaynaklar Değerlendirilmiyor", **Kayseri Sanayi Odası Kayso Bilgi dergisi**, Sayı: 67, Ocak-Şubat 2007, s. 49; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 270; TMMOB, "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanun Tasarısı Üzerine TMMOB Görüşü (19.04.2005)", http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=47022&tipi=4&sube=14, (Erişim Tarihi: 17.02.2008).

Bu Kanun'un yürürlüğe girmesinden önce ise, yenilenebilir enerji kullanımının geliştirilmesine yönelik sınırlı ölçüde bir ifade, "4628 sayılı *Elektrik Piyasası Kanunu*²⁵⁸"'nda yer almıştır. Kanun'un, EPDK'nın görevlerini düzenleyen ilgili maddesi (1. madde), Kuruma, yenilenebilir enerji konusunda da birtakım sorumluluklar vermektedir.

Buna göre, Kurumun diğer bir görevi; elektrik enerjisi üretiminde çevresel etkiler nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını özendirme amacıyla gerekli önlemleri almak ve bu konuda uygulanacak teşvik uygulamaları için ilgili kurum ve kuruluşların gözetiminde girişimlerde bulunmaktır.

2007 yılında yürürlüğe giren "5627 sayılı *Enerji Verimliliği Kanunu*" da, yenilenebilir enerji konusunda bazı yasal düzenlemeler içermektedir. Kanun'un, EİE'nin görevlerinde değişiklik yaptığı 13. maddesinde, İdareye; hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, güneş, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik ölçümler yapma, yapılabilirlik ve örnek uygulama projeleri hazırlama; araştırma kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği yaparak deneme amaçlı sistemler geliştirme, tanıtım ve danışmanlık çalışmalarını yürütme görevleri verilmiştir. Bu görevlere ek olarak; yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili hedef ve öneriler geliştirilmesi de EİE'nin sorumlulukları arasındadır.

Kanun'da yapılan bir başka değişiklik ise, "5346 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*" içeriğindeki 6. ve 8. maddelerle ilgilidir. Bu maddeler, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik verilen bazı teşviklerin somutlaştırılması ve geliştirilmesine yöneliktir²⁵⁹.

²⁵⁸ "4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu", **Resmi Gazete**, Sayı: 24335; 03.03.2001.

²⁵⁹ "Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye Verilen Teşvikler" bölümünde ayrıntılı olarak incelenmektedir

Bir önceki sayfada belirtilmiş olan bu düzenlemeler, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili olarak; elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir kaynak kullanımının geliştirilmesi, yatırımların teşvik edilmesi ve ilgili makamların yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi konularında genel bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu kanunlara dayanarak hazırlanan ve kanun maddelerinin uygulama alanlarını şekillendiren başlıca yönetmelik ve tebliğler ise şu şekildedir:

Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik: Bu Yönetmelik²⁶⁰, “5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”’un 5. ve 11. maddeleri ile “4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu” düzenlemelerine dayanılarak hazırlanmıştır. Yönetmelik’in amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için üretim lisansı sahibi tüzel kişilere **Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi (YEK Belgesi)** verilmesine ilişkin düzenlemeleri yapmaktır. Belgenin geçerlilik süresi 1 yıl olup, EPDK tarafından, yapılacak olan incelemeler sonucunda üretici firmalara verilmektedir. Yönetmelik’in uygulanması görevi de yine EPDK’ya aittir.

Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği: Yönetmelik’e göre²⁶¹; yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine, TEİAŞ ve/veya dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik tanınmaktadır. Yönetmelik, söz konusu üretim tesislerinin kurulacağı alanların sahipliği ve lisans alma bedellerine ilişkin düzenlemelere de yer vermektedir.

Rüzgar ve Güneş Ölçümlerine İlişkin Tebliğ: Bu Tebliğ²⁶²; rüzgar ve güneş enerjilerine dayalı üretim tesisi kurulmasına temel oluşturacak ölçümlere ilişkin düzenlemeleri içermektedir. Buna göre; söz konusu alanlarda üretim tesisi

²⁶⁰ “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25956; 04.10.2005.

²⁶¹ “Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26750; 08.01.2008.

²⁶² “Rüzgar ve Güneş Ölçümlerine İlişkin Tebliğ”, **Resmi Gazete**, Sayı: 24903; 11.10.2002. (Tebliğ, 19.01.2006 tarihi itibarı ile yürürlükten kaldırılmıştır.)

kurmak isteyen tüzel kişilerin, tesisin kurulacağı yerin en az 1 yıllık rüzgar veya sıcaklık ölçümlerini EPDK'ya lisans başvurularıyla birlikte sunmaları gerekmektedir.

Benzin Türlerine Harmanlama Amaçlı Yakıt Biyoetanolünün Piyasaya Arzı Hakkında Tebliğ: Tebliğ'in kapsamı; benzin türlerine karıştırılarak kullanılacak olan yakıt biyoetanolünün doğal özelliklerinin kaybettirilmesi (denatürasyon) ve piyasaya sunulması konularındaki düzenlemelerdir. Tebliğ, yakıt biyoetanolüne, piyasaya sunulmadan önce hacimsel olarak en az % 1 oranında benzin katılmasına olanak vermektedir.

Bu tebliğ ve yönetmeliklerin dışında, konu ile ilgili doğrudan ve dolaylı başka yasal düzenlemeler de bulunmaktadır. Son olarak, 2007 yılı sonunda, “*Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik*” ile ilgili bir taslak hazırlanmış ve kamuoyunun görüşüne sunulmuştur. Yine 2007 yılında, “*5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu*” yürürlüğe girmiştir. Ancak, bütün bu gelişmelere karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan ve bu kaynaklardan doğrudan yararlanan kişi veya kuruluşları yeterli ölçüde teşvik edici düzenlemelerin bulunmayışı, yenilenebilir enerji kullanımının gelişimi konusunda önemli bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir²⁶³.

3.3.2. Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Politikası ve Birlik Düzenlemeleri

27 üyeli AB, ortak bir enerji politikası çerçevesinde, 21. yüzyılın yenilenebilir enerji politikasının geliştirilmesi ve belirlenecek politikanın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi yönünde çalışmalarını sürdürmektedir. Bu amaçla, yenilenebilir enerji politikasının, Birliğin enerji ve diğer alanlardaki politikalarıyla uyumlu olması; aynı zamanda, üye ülkelerin bu konudaki anlayış farklılıklarının, çeşitli politika araçlarıyla ortak bir zeminde giderilebilmesi büyük önem taşımaktadır.

²⁶³ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 270.

3.3.2.1. Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Politikası

AB, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve çevre kirliliğine yol açılmaması şeklindeki iki temel düşünceden hareket ederek, özellikle 1990 yılındaki Körfez Savaşı'ndan sonra geliştirdiği politikalarda yenilenebilir enerji kaynaklarına da yer vermeye başlamıştır. Bu bağlamda, AB'nin, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla ortak ve kararlı bir politika oluşturma çabasının başlıca şu dört kaygıya dayandığı görülmektedir:

- * Enerjide dış alım bağımlılığı
- * Enerji arz güvenliği
- * İnsanların neden olduğu iklim değişikliği
- * Gelecekteki küresel teknoloji pazarının kaçırılması tehlikesi

1990'lı yılların başında, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi için 1970'li yıllardan itibaren yürütölmekte olan araştırma, program ve projelerin, bu enerjinin yaygınlaştırılmasında yeterli olmadığı sonucuna varılmış; yenilenebilir enerjinin pazara girişinin hızlandırılması için yasal düzenlemeler ve destek ögeleri ile bu çabaları birleştirecek bir politikaya gereksinim duyulduğu görölmüştür.

Ancak, AB'nin yenilenebilir enerji konusundaki politikasının ve uygulamalarının, diğer bazı politikalarla desteklenmemesi halinde, istenilen ölçüde başarılı olamayacağı da bilinmektedir. Bu çerçevede; çevre, rekabet, teknoloji, tarım ve istihdam politikalarında, yenilenebilir enerji politikasının daha başarılı şekilde uygulanabilmesine olanak sağlayacak değişikliklerin yapılması planlanmıştır²⁶⁴.

Tüm bu gelişmeler doğrultusunda, günümüze kadar, Birlik tarafından yenilenebilir enerji politikasının ana hatlarının belirlendiği ve çeşitli izlemlerin oluşturulduğu beş temel çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda incelenmektedir.

²⁶⁴ Zerrin Taç Altuntaşoğlu, "Yenilenebilir Enerji, Avrupa Birliği ve Türkiye Müktesebatı", **TMMOB V. Enerji Sempozyumu (21-23.12.2005, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB EMO Yayınları, Ankara, 2005, s. 250-251; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 267.

Topluluk İzlemi için Yeşil Kitap (Green Paper for a Community Strategy - COM (96) 576): Kasım 1996 tarihli Yeşil Kitap²⁶⁵, yenilenebilir enerji alanında Birlik ve üye ülkeler tarafından yapılacak çalışmalarla ilgili olarak, iki aşamalı bir sürecin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu ilk çalışmada, yenilenebilir enerji politikasıyla ilgili genel bir çerçeve çizilirken, ayrıntılı değerlendirmelerde bulunulmamaktadır. Ancak, daha sonraki aşamanın temelini oluşturacak bazı konular üzerinde durulduğu görülmektedir.

Bu konulardan birincisi, Birliğin toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının artırılmasıyla ilgilidir. Söz konusu tarihte bu pay % 6 seviyesinde bulunmakta iken; 2010 yılı için belirlenen hedef ise % 12 olarak ifade edilmektedir. Böyle bir hedefin, Birliğin tüm seviyelerinde karar verici konumunda bulunan kişilerin bu konuya odaklanmasını ve düzenli bir denetleme anlayışıyla politikaların yeniden düzenlenebilmesine olanak sağlayacağı düşünülmüştür.

İkinci konu ise, yenilenebilir enerji kullanımında üye ülkeler arasındaki iş birliğinin geliştirilmesi gerekliliğidir. Bunun sağlanabilmesi için, ülkelerin güçlü ve istikrarlı bir yenilenebilir enerji politikası oluşturması ve bu politikaların, Birlik politikasıyla uyumlu hale getirilmesine önem verilmelidir.

Topluluk İzlemi ve Eylem Planı için Beyaz Kitap (White Paper for a Community Strategy and Action Plan - COM (97) 599): Kasım 1997'de yayımlanan Beyaz Kitap²⁶⁶, Kasım 1996 tarihli Yeşil Kitap'ın tamamlayıcısı niteliğinde olup; Birliğin yenilenebilir enerji politikası ile amaç ve hedeflerini ayrıntılı biçimde ortaya koymakta ve Eylem Planı (1998-2010) ile de bu hedeflerin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

²⁶⁵ EC, "Green Paper for a Community Strategy" COM (96) 576, http://europa.eu/documents/comm/green_papers/com96_576/summary_en.htm, (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

²⁶⁶ EC, "White Paper for a Community Strategy and Action Plan", COM (97) 599, s. 5-31, http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf, (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

Bu ikinci çalışmada; yenilenebilir enerji kaynaklarının yerli kaynaklar oluşundan dolayı, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve arz güvenliğinin artırılabilmesi konularında önemli bir seçenek olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, bu kaynakların, çevresel kirliliğin azaltılması ve küçük-orta ölçekli işletmelerde iş olanaklarının yaratılması ile sosyal ve ekonomik uyumun sağlanarak bölgesel kalkınmanın gerçekleştirilmesinde de önemli bir işlevi olabileceği belirtilmektedir.

Böylece, AB'nin bu ögeler ekseninde meydana getirdiği yenilenebilir enerji politikası, "2010 yılı için % 12" hedefine uygun olarak çeşitli alt hedeflerle desteklenmiştir. Çalışmada bu hedefler;

- * Toplam 1.000.000 adet güneş pilinin kullanılması,
- * Toplam 10.000 MW kurulu kapasiteli rüzgar çiftliklerinin kurulması ve
- * Toplam 10.000 MW kurulu kapasiteli biyokütle tesislerinin kurulması olarak ifade edilmektedir.

Söz konusu hedeflere ulaşılabilmesinin toplam maliyeti ise 18 milyar ECU olarak öngörülmekte; yatırımların yaklaşık 3.5 milyar ECU (European Current Unit) tutarındaki bölümünün Birlik ve üye ülke bütçelerinden karşılanması planlanmaktadır. Ayrıca, hedeflerin gerçekleşmesi halinde, doğaya bırakılan karbon miktarının yılda 37 milyon ton azalacağı da çalışmadaki bir diğer saptamadır.

Yeşil Kitap: Enerji Arz Güvenliği için bir Avrupa İzlemine Doğru (Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply – COM (2000) 769): Kasım 2000 tarihinde yayımlanmış olan bu çalışma²⁶⁷, AB'nin enerji alanındaki geleceğine ilişkin önemli değerlendirmeleri içermektedir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerjinin, enerji arz güvenliğinin sağlanması konusundaki kilit özelliğine bir kez daha vurgu yapılarak, siyasi ve ekonomik alanda yürütülecek çalışmalarla desteklenmesi gerektiği ifade edilmektedir. Aynı zamanda, gelecek

²⁶⁷ EC, "Green Paper: Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply", COM (2000) 769, s. 42-45, http://europa.eu.int/comm/energy_transport/en/lpi_en.html, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

dönemde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının kesinlikle göz ardı edilemeyeceği yönündeki görüş tekrarlanmaktadır.

Bununla birlikte, yenilenebilir enerji alanında üye ülkelerin Birlik politikasına uyumunun tam olarak gerçekleştirilememesi ve yeterli ölçüde teşvik edici düzenlemelere gidilmemesi önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, üye ülkelerden mali ve finansal birtakım araçları (vergi indirimi, düşük faizli kredi vd.) uygulamaya koyması istenmekte ve ortak yenilenebilir enerji politikasına uyum konusunda gerekli düzenlemeleri yapması beklenmektedir.

Yeşil Kitap: Sürdürülebilir, Rekabetçi ve Güvenli Enerji için bir Avrupa İzlemi (Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy – COM (2006) 105): Mart 2006 tarihli bu Kitap'ta²⁶⁸ da, daha önceki çalışmalarda bulunan benzer değerlendirmelere yer verilmekte ve sürdürülmekte olan istikrarlı politikanın devam edeceği belirtilmektedir.

Ancak, küresel sıcaklık artışı olgusunun diğer konular arasında öncelikli bir konuma sahip olduğu ve bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının geliştirilmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır. Buna ek olarak, yenilenebilir enerjiyle ilgili yeni bir “yol haritasının” hazırlanması yönündeki ifadeler de çalışmada dikkat çeken diğer bir noktadır.

Yenilenebilir Enerji Yol Haritası (Renewable Energy Road Map – COM (2006) 848): Mart 2006 tarihli Yeşil Kitap'ta ifade edilen ve Ocak 2007'de Avrupa ve dünya kamuoyuna duyurulan Yenilenebilir Enerji Yol Haritası²⁶⁹, AB'nin 21. yüzyıldaki yenilenebilir enerji politikasının şekillendirildiği çalışma olarak önem taşımaktadır.

²⁶⁸ EC, “Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy”, COM (2006) 105, s. 10-12, http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_en.pdf, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

²⁶⁹ EC, “Renewable Energy Road Map - Renewable Energies in the 21st Century: Building a more Sustainable Future”, COM (2006) 848, s. 3-16, http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf, (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

İzlemsel Avrupa Enerji Görünümü (Strategic European Energy Review)'nün bütünlüycü bir parçası olarak hazırlanan bu çalışmada, AB'nin yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin uzun dönemli hedefler ortaya konulmaktadır. Bu hedeflerden en önemlisi, 2020 yılı itibarıyla yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin tüm enerji kaynakları içindeki payının % 20 oranına çıkartılmasıdır²⁷⁰.

Sektörde istikrarlı ve gerçekçi (rasyonel) yatırımların yapılması için, hedefin tüm üye ülkeler açısından yasal bağlayıcılığı (legally binding) olması ve teşvik öğelerinin ön plana çıkarılması önerisi de çalışmada yer almaktadır. Böylece, 2020 yılında % 20'lik hedefe ulaşılabileceği ve gelecek yıllarda daha temiz, güvenli ve rekabetçi bir enerji sisteminin tam olarak uygulanabileceği ifade edilmektedir.

Bunun yanı sıra, üye ülkelerin Birlik politikasına uyumunun sağlanabilmesi ve uygulama aşamasının daha sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi amacıyla yasal niteliği olan ulusal hedef ve eylem planlarının oluşturulması önerilmektedir. Bu hedefler, üye ülkeler tarafından belirlenecek olup, Komisyon tarafından da Birlik hedeflerine uyumu denetlenecektir.

Ayrıca, AB'nin genel olarak "yasal bağlayıcılık" temelinde kurduğu yeni yenilenebilir enerji politikası ile birlikte, sera gazı salınımının azaltılması ve enerji arz güvenliğinin artırılması da planlanmaktadır. Buna karşın, 2030 yılına kadar yapılması düşünülen yenilenebilir enerji odaklı tüm enerji altyapı yatırımları maliyetinin 2 trilyon \$ seviyesini geçeceği öngörülmektedir.

3.3.2.2. Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji Alanındaki Birlik Düzenlemeleri

AB tarafından oluşturulan yenilenebilir enerji politikaları, bazı önemli düzenlemelerle desteklenerek uygulanabilir hale getirilmektedir. Özellikle, Beyaz ve Yeşil Kitap çalışmalarındaki Birlik hedeflerinin gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli

²⁷⁰ Aynı çalışmada, AB elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjinin payının % 34'e, rüzgar enerjisinin payının da % 12'ye çıkarılması hedeflenmektedir.

yönergeler hazırlanmakta ve üye ülkeler arasındaki politika ve uygulama farklılıklarının azaltılmasına çalışılmaktadır.

Birlik içinde yenilenebilir enerjinin gelişimi ile ilgili olarak doğrudan çıkartılan başlıca yönergeler ise **2001/77/EC** ve **2003/96/EC** sayılı düzenlemelerdir. Bunlardan 2001/77/EC sayılı Yönerge, Türkiye'deki 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'a kaynak oluşturması ve AB ile Türkiye arasında enerji alanındaki farklılıkları ortaya koyması açısından önem taşımaktadır²⁷¹.

2001/77/EC sayılı Elektrik İç Pazarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimini Teşvik Eden Yönerge (Directive 2001/77/EC on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market): Eylül 2001 tarihli Yönerge²⁷², elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjinin payının artırılmasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Yönerge ile birlikte, AB ülkelerindeki yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin daha fazla kullanıma sokulması teşvik edilerek, çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amaçlanmaktadır. Bu şekilde, Birlik içinde iş olanaklarının yaratılması, sosyal uyumun pekiştirilmesi, enerji arz güvenliğine katkı sağlanması ve Kyoto Protokolü'nde belirtilen hedeflere daha hızlı ulaşılması sağlanabilecektir.

Yukarıda ifade edilen amaçlar doğrultusunda, Birlik tarafından 2010 yılı için bir ana hedef belirlenmiştir. Buna göre; 2010 yılına gelindiğinde, AB'nin eski 15 üye ülkesindeki toplam elektrik enerjisi tüketiminin **% 22,1**'lik kısmı yenilenebilir enerji kaynakları tarafından karşılanacaktır²⁷³.

²⁷¹ Koray Ülgen, A. İsmet Çalış ve Canan Kandilli, "Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yeni AB Direktifi (2001/77/EC)", **Soğutma Dünyası dergisi**, Yıl: 8, Sayı: 31, Ekim-Aralık 2005, s. 18.

²⁷² "Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market", **Official Journal of the European Communities**; 27.10.2001, http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/2001/l_283/l_28320011027en00330040.pdf, (Erişim Tarihi: 09.10.2007).

²⁷³ 2004 yılında 10 yeni üyenin Birliğe dahil olmasıyla birlikte bu hedef % 21'e düşürülmüştür.

Söz konusu hedefe uygun olarak, her üye ülke için belirli kaynak (referans) değerler ortaya konulmakta ve bu değerler temel alınarak ulusal hedeflerin saptanması istenmektedir. Böylece, hem Birliğin ana hedefinin tutturulması hem de Kyoto Protokolü çerçevesindeki yükümlülüklerin yerine getirilmesi mümkün olabilecektir. Bu amaç ve hedeflerin gerçekleştirilmesi konusunda ise, üye ülkeler tarafından bazı yasal düzenlemelerin yapılması gerektiği ifade edilmektedir.

Bu düzenlemelerden ilki “kaynak garantisi (guarantee of origin)” sisteminin oluşturulmasıdır. Kaynak garantisi, elektriğin yenilenebilir enerji kaynaklarından üretildiğine ilişkin bir belge niteliğindedir. Buna göre; üye ülkelerin, en geç 27 Ekim 2003 tarihine kadar, üretecekleri elektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacağını nesnel, saydam ve ayırım gözetmeyen ölçütlere göre garanti etmesi istenmiştir.

İkinci düzenleme yönetsel süreçlerle ilgilidir. Yönerge’de; üye ülkelerden, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin artırılması için düzenleyici olan ve olmayan nitelikteki engellerin azaltılması ile işleyişin hızlandırılması için uygun bir yönetsel yapının kurulması beklenmektedir.

Üçüncü düzenleme ise ulusal elektrik şebekeleri konusundadır. Bu alanda, Birlik üyesi ülkelerin, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımını sağlamada gerekli önlemleri alması gerekmektedir. Bununla birlikte, bu kaynaklardan elde edilecek enerjinin şebekeye öncelikli olarak erişimi de üye ülkelerin sorumluluğu altındadır.

Son olarak, AB üyesi ülkelerin, bu Yönerge’nin gerektirdiği yasal düzenlemeleri en geç 27 Ekim 2003 tarihinde yürürlüğe koyması istenmiştir. Ülkeler, yapacakları çalışmalar hakkında Komisyon’a düzenli olarak bilgi verirken; Komisyon da, 31 Aralık 2005 tarihinden sonra olmamak şartıyla her 5 yılda bir AB Parlamentosu ve Konseyine Yönerge’nin uygulanmasına ilişkin bir değerlendirme raporu sunacaktır.

2003/30/EC Sayılı Ulaşımında Biyoyakıtların veya Diğer Yenilenebilir Yakıtların Kullanılmasını Teşvik Eden Yönerge (Directive 2003/30/EC on the Promotion of the Use of Biofuels or Other Renewable Fuels for Transport):

Mayıs 2003 tarihli 2003/30/EC sayılı Yönerge²⁷⁴, temel olarak, iklim değişikliği konusundaki yükümlülüklerin yerine getirilmesi, çevrenin korunması ve enerji arz güvenliğinin sağlanması çerçevesinde, ulaşımda benzin ve motorin kullanımının azaltılarak biyoyakıtların²⁷⁵ ve diğer yenilenebilir yakıtların²⁷⁶ teşvik edilmesini amaçlamaktadır.

Bu bağlamda, 2001/77/EC sayılı Yönerge'de olduğu gibi birtakım kaynak değerler belirlenmekte ve üye ülkelerden, biyoyakıt ve diğer yenilenebilir yakıtların kullanımına ilişkin ulusal hedeflerin de aynı değerlere göre oluşturulması istenmektedir. Söz konusu hedeflerle ilgili kaynak değerler ise; 2005 yılı için % 2 (31 Aralık 2005 tarihine kadar ulaşımda kullanılan benzin ve motorin gibi yakıtların toplamı içindeki payı), 2010 yılı için % 5,75 (31 Aralık 2010 tarihine kadar ulaşımda kullanılan benzin ve motorin gibi yakıtların toplamı içindeki payı) olarak belirlenmiştir.

Birlik üyesi ülkelerin, yürütülecek çalışmalarla ilgili raporları da her yıl 1 Temmuz tarihinden önce Komisyona vermesi gerekmektedir. Hazırlanacak raporlar; ulaşım amaçlı kullanılan biyoyakıt ve diğer yenilenebilir yakıtların geliştirilmesi konusunda alınan önlemler ile ilgili dönemdeki satış miktarları ve pazar payları hakkında bilgileri içerecektir.

AB Komisyonunun da, bu raporlar doğrultusunda hazırlayacağı değerlendirme raporunu, ilki 31 Aralık 2006 tarihinden önce olmak üzere, her 2 yılda bir AB Konseyi ve Parlamentosuna sunması planlanmaktadır. Rapor; üye ülkelerin

²⁷⁴ “Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Biofuels or Other Renewable Fuels for Transport”, **Official Journal of the European Communities**; 17.05.2003, http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/en_final.pdf, Erişim Tarihi: 12.12.2007).

²⁷⁵ Biyokütleden üretilen biyomotorin, biyoetanol, biyometanol, biyogaz gibi sıvı veya gaz yakıtlar ifade edilmektedir.

²⁷⁶ Biyoyakıtların dışında, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen ve ulaşımda kullanılan yakıtları ifade etmektedir.

önceden belirlenen hedeflere uyumu, biyoyakıt ve diğer yenilenebilir yakıtların çevresel etkileri ile diğer yakıtlarla rekabet edebilme seviyeleri çerçevesinde düzenlenecektir.

Sonuç olarak, AB'nin uyguladığı yenilenebilir enerji politikalarının tarihsel gelişimi incelendiğinde; birbirini tamamlayıcı nitelikte, dönemsel gelişmelerle uyumlu ve teşvik edici hedeflerle desteklenmiş bir politika görünümü ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerjiyle ilgili doğrudan veya dolaylı bazı düzenlemelerle de bu görünüm güçlendirilmekte ve 21. yüzyılın yeni enerji anlayışı yerleştirilmeye çalışılmaktadır.

Bu açıdan, AB'ye uyum sürecindeki Türkiye'nin, yenilenebilir enerji politikasını bu doğrultuda yapılandırması ve gerekli mevzuat değişikliklerini Birlik düzgülerine (normlarına) uygun hale getirmesi gerekmektedir. 2001/77/EC temelinde yasalaştırılan 5346 sayılı Kanun'da, söz konusu Yönerge'deki bazı temel konuların eksik bırakılması bu nedenle önemli bir sorundur. Bu sorunlara yönelik çözüm önerilerinin ivedilikle ortaya konması, Türkiye'nin olduğu kadar AB'nin de enerji alanındaki uzun dönemli politikalarının başarımına olumlu etki yapacaktır.

3.4. TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ'NDE YENİLENEBİLİR ENERJİ PİYASASINA YÖNELİK TEŞVİKLER

Daha önceki bölümlerde ifade edildiği gibi, hem AB ülkeleri hem de Türkiye'deki enerji piyasalarının işleyişinde “serbestleşme” politikasının etkisinin zaman içinde arttığı gözlemlenmektedir. Bu politikanın doğal bir sonucu olarak, sadece geleneksel enerji piyasalarında (petrol, doğal gaz, kömür) değil yenilenebilir enerji piyasasında da kamu sektörünün ağırlığı azalmakta; böylece, özel sektör odaklı bir piyasa anlayışı geliştirilmektedir. Bu duruma, rekabet düzeninin oluşması ve korunması gerekliliği de eklendiğinde, konuyla ilgili birtakım teşviklerin verilmesi gerekli hale gelmektedir.

3.4.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler

Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının artırılması amacıyla çıkarılan kanun ve yönetmeliklerde, özel sektör yatırımlarını teşvik edici nitelikte bazı düzenlemelere yer verilmektedir. Bu düzenlemelerin yanı sıra, ilgili kamu kurumlarının uluslararası kuruluşlar (banka, fon vb.) ile birlikte yürüttüğü projeler kapsamında, yenilenebilir enerji piyasasının gelişimine yönelik farklı teşvikler/destekler de sağlanmaktadır. Tüm bu düzenlemeler aşağıda ayrıntılı olarak incelenmektedir²⁷⁷.

Satın Alma Garantisi: Türkiye’de, perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilere²⁷⁸, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin belirli bir kısmını satın alma yükümlülüğü getirilmektedir. Buna göre; tüzel kişilerin her birinin, bir önceki takvim yılında sattıkları elektrik enerjisi miktarının ülkede sattıkları toplam elektrik enerjisi miktarına oranı kadar YEK Belgeli elektrik enerjisinden satın alması gerekmektedir.

Yapılan değişiklikle, perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten ve sadece, işletmede 10 yılını tamamlamamış YEK Belgeli tesislerden elektrik enerjisi satın alabileceklerdir. Ayrıca, elektriğin fiyatı konusunda da bir düzenleme yapılmaktadır.

Buna göre; satın alınacak elektriğin fiyatı, EPDK’nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatıdır. Oluşacak fiyat ise 5 Euro-

²⁷⁷ Bu bölümde; “5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25819; 18.05.2005; “4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 24335; 03.03.2001; “5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26510; 02.05.2007; “Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26750; 08.01.2008; “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25956; 04.10.2005; Dünya Bankası (World Bank), “Yenilenebilir Enerji Projesi - SPDF”, <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/ECAEXT/TURKEYINTURKISHEX/TN/0,contentMDK:20815979~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:455688,00.html>, (Erişim Tarihi: 14.02.2008); adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

²⁷⁸ Tüzel kişi; elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, toptan satışı, perakende satışı,perakende satış hizmeti, dış alımı,dış satımı veya ticareti yapmak üzere kurulmuş ya da kurulacak olan kamu ya da özel hukuk işletmesini ifade etmektedir.

Cent/KWh karşılığı Türk lirasından az ve 5,5 Euro-Cent/KWh karşılığı Türk lirasından fazla olamayacaktır. Üretici firmaların söz konusu teşvikten yararlanabilmesi için, perakende satış şirketlerinin serbest piyasada 5,5 Euro-Cent/KWh sınırının üzerinde bir satış olanağının bulunması gerekmektedir.

Satın alma garantisiyle ilgili bu düzenlemeler, 31 Aralık 2011 tarihinden önce işletmeye giren üretici firmaları kapsamaktadır. Ancak, Bakanlar Kurulu, uygulamanın sona ereceği tarihi 31 Aralık 2009 tarihine kadar Resmi Gazete’de yayımlanmak şartıyla en fazla 2 yıl süreyle uzatma yetkisine sahiptir.

Bu uygulamalara ek olarak; perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilerin, serbest olmayan tüketicilere²⁷⁹ satış amacıyla yapılan elektrik enerjisi alımlarında bir yükümlülüğü daha bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisinin satış fiyatının; **Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketinin (TETAŞ’ın)** satış fiyatından düşük veya bu fiyata eşit olması ve daha ucuz bir başka tedarik kaynağı bulunmaması durumunda, satış şirketinin bu tesislerde üretilen elektriği satın alması gerekmektedir.

Arazi Kullanımı: Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilecek olan tesislerin, Orman veya Hazine sahipliğindeki veya Devletin kullanım yetkisinin bulunduğu arazilerde kurulması durumunda hangi teşviklerin verileceği de, konuyla ilgili yasal düzenlemelerde yer almaktadır.

İfade edilen arazilerin yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapmak amacıyla kullanılması halinde, sadece tesisin kurulacağı yer teşvik kapsamına alınmamaktadır. Bununla birlikte; ulaşım yolları ve şebeke bağlantı noktasına kadar olan enerji nakil hattının bulunduğu araziler için de teşvik uygulaması yapılmaktadır.

²⁷⁹ **Serbest olmayan tüketici** kavramı, elektrik enerjisi ve/veya kapasite alımlarını, sadece bölgesinde bulunduğu perakende satış lisansı sahibi dağıtım şirketi veya perakende satış şirketlerinden yapabilen gerçek veya tüzel kişiyi ifade etmektedir. **Serbest tüketici** ise, EPDK tarafından belirlenen elektrik enerjisi miktarından daha fazla tüketimde bulunan veya iletim sistemine doğrudan bağlı olması nedeniyle tedarikçisini seçme serbestisine sahip gerçek veya tüzel kişidir.

Arazilerin kullanımına ilişkin izinler, teşvikler içerisinde önemli bir yere sahiptir. İzinler, arazinin sahipliğine bağlı olarak Çevre ve Orman Bakanlığı veya Maliye Bakanlığı tarafından verilmektedir. Bakanlıkların verdiği başlıca izinler ise şunlardır:

- * Arazi bedeli karşılığı izin
- * Kiralama olanağı
- * İrtifak hakkı
- * Kullanma izni

Bu izinlerin yanı sıra, 2011 yılı sonuna kadar devreye alınacak tesislerin, ulaşım yollarının ve şebeke bağlantı noktasına kadar olan enerji nakil hatlarının kurulacağı araziler için izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine % 50 olarak uygulanan indirim oranı % 85'e yükseltilmiştir. İndirim olanağı, daha önce olduğu gibi sadece yatırım dönemlerinde değil, işletme dönemlerinin ilk 10 yılında da geçerli olacaktır. Ayrıca, orman arazilerinde "Orman-Köy İlişkileri (ORKÖY)" ve "Ağaçlandırma Özel Ödeneği" gelirlerinin alınmaması uygulamasına devam edilecektir.

Proje ve Yatırım Finansmanı Desteği: Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak elektrik üretim tesisi kuracak olanlara yönelik bir başka destek, tesisin projelendirme aşamasında verilmektedir. Gerçek ve tüzel kişiler, sadece kendi gereksinimlerini karşılamak amacıyla şebeke bağlantısı olmayan, en çok 1 MW kurulu güce sahip elektrik üretim tesisi ve şebeke destekli tesis yatırımlarında proje hizmet bedeli ödemeyeceklerdir. Bu destekten yararlanabilmek için, yatırıma ilişkin kesin proje, planlama veya ön incelemenin DSİ veya EİE tarafından yapılması gerekmektedir.

Proje desteğinin dışında, bazı yatırımlara yönelik teşviklerin verilmesi de mümkündür. Bu teşvikler; enerji üretim tesis yatırımlarını; tesislerde kullanılacak olan elektromekanik sistemlerin yurt içinde üretimi halinde satın alınmasını ve biyokütle kaynakları, güneş pilleri veya odaklayıcı sistemler kullanarak elektrik

enerjisi veya yakıt üretimine yönelik araştırma ve geliştirme yatırımlarını içermektedir. Teşviklerin hangi ögelerden oluşacağı Bakanlar Kurulu kararına bağlı olarak belirlenecektir.

Proje değerlendirme ve yatırım finansmanı konularını içeren bir diğer çalışma, Dünya Bankası ile Hazine Müsteşarlığı tarafından yürütülmektedir. 2004-2010 dönemini kapsayacak olan çalışmaya göre **Yenilenebilir Enerji Üretimini Finanse Edilmesinde Özel Amaçlı Borç Fonu (SPDF)** adında bir fon oluşturulmuştur. Bu çalışmayla, Türkiye'deki özel şirketlerin sahipliğinde bulunan ve bu özel şirketler tarafından işletilen tesislerce yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen ve dağıtılan enerjinin artırılması amaçlanmaktadır.

SPDF'nin ortakları arasında sadece Dünya Bankası bulunmamaktadır. Dünya Bankası'nın Özel Amaçlı Borç Fonu'ndan aktaracağı 202,3 Milyon \$'lık kredinin yanı sıra; özel destekleyicilerden (sponsorlardan), dış satım kredisi kurumlarından ve ticari bankalardan sağlanacak finansmanla birlikte, SPDF'nin büyüklüğünün yaklaşık 500 Milyon \$ olması beklenmektedir.

Projenin yönetim işlevi (uygulama ve denetim) **Türkiye Kalkınma Bankası (TKB)** ve **Türkiye Sınai Kalkınma Bankasına (TSKB'ye)** verilmiştir. Bu iki banka, kendilerine sunulan proje önerilerini ilgili uzmanlar eşliğinde değerlendirerek karara bağlamakta ve krediler, yönetim kurullarının onayından sonra dağıtıma hazır hale gelmektedir. Proje başına verilebilecek kredi miktarı ise en fazla **40 Milyon \$** olarak belirlenmiştir. Hala uygulama aşamasında bulunan çalışmayla, üçü TKB ve dördü TSKB tarafından olmak üzere toplam 7 projeye mali destek sağlanmıştır. Bu projelerden dördü küçük ölçekli hidroelektrik, ikisi jeotermal ve bir tanesi de rüzgar santrali projesidir. Büyük ölçekli hidroelektrik santralleri de dahil olmak üzere yaklaşık 9 adet proje daha hazırlanmaktadır.

Diğer Teşvikler: Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını geliştirmeye yönelik başka teşvikler de bulunmaktadır. Bu teşvikler şöyledir:

* Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurmak üzere lisans almak için başvuruda bulunan tüzel kişiler, lisans bedelinin sadece % 1'ini ödemektedir. Ayrıca, bu kişilerden, tesis tamamlanma tarihini izleyen ilk 8 yıl süresince yıllık lisans bedeli alınmamaktadır.

* Yine bu tesislere, TEİAŞ ve/veya dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik tanınmaktadır.

* Yeterli jeotermal kaynakların bulunduğu bölgelerdeki valilik ve belediye sınırları içinde kalan yerleşim birimlerinin ısı enerjisi gereksinimlerini, öncelikle jeotermal ve güneş enerjileri ısı kaynaklarından karşılaması temel alınmaktadır.

3.4.2. Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler

AB, hazırladığı çalışma raporları ve yönergelerde, genel olarak yenilenebilir enerji kullanımıyla ilgili bir “Birlik hedefi” ortaya koymakta ve üye ülkelerin bu hedefe uygun olarak belirleyeceği ulusal hedefler için birtakım “kaynak değerler” açıklamaktadır. Birlik ülkeleri, hem ulusal hedefler hem de Birlik hedeflerine ulaşılması amacıyla verilecek teşviklerin seçimi konusunda ise serbest bırakılmaktadır. Ancak, AB Komisyonu, hedeflerin gerçekleştirilmesi açısından yeterli ilerlemenin sağlanamaması üzerine daha etkin bir görev üstlenmeye başlamış ve gelecek dönemde elektrik, biyoyakıt ve ısıtma-soğutma sektörlerinde yenilenebilir enerji kullanımının artırılması için aşağıda yer alan çalışmaları yapmayı planlamıştır²⁸⁰:

* Yenilenebilir enerji kaynaklarının AB'nin enerji sistemiyle bütünleştirilmesi önündeki gerçekçi olmayan engelleri kaldırarak yasal bağlayıcılığı olan ortak bir Birlik düzenlemesi hazırlamak.

²⁸⁰ EC, “Renewable Energy Road Map - Renewable Energies in the 21st Century: Building a more Sustainable Future”, COM (2006) 848, s. 12-13, http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf, (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

* Yenilenebilir enerjinin ısıtma ve soğutma sektöründeki gelişimini olumsuz etkileyen yönetimsel engeller, yetersiz dağıtım kanalları ve piyasa hakkındaki bilgi eksikliği gibi sorunları azaltacak bir yasal düzenleme gerçekleştirmek.

* Üye ülkelerin biyoyakıt ve elektrik sektörlerinde “yenilenebilir enerji teşvik/destek sistemleri” oluşturarak, bu sistemlerin Birlik hedefleriyle uyumlu hale getirilmesini sağlamak.

* Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin şebekeye öncelikli bağlantısında, konuyla ilgili tüm kurum ve kuruluşlar arasındaki yakın iş birliğini devam ettirmek.

* Özellikle yapısal fonlar ve uyum fonları, kırsal kalkınma fonları ve Birliğin yenilenebilir enerji alanındaki uluslararası iş birliği programlarına aktarılan fonlar gibi finansal desteklerden tam anlamıyla yararlanılmasını sağlamak.

Yukarıda belirtilen ana öğelerin dışında, bazı üye ülkeler tarafından uygulanmakta olan ve Komisyon tarafından da desteklenen somut teşvik uygulamaları bulunmaktadır. Ancak, ülkelerin, enerji arz güvenliğinin sağlanması, karbon salınımının azaltılması, iş olanaklarının yaratılması veya teknolojik donanım konularında farklı politikalar izlemesi, oldukça değişik teşvik sistemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu teşvikleri; “miktarla dayalı teşvikler” ve “fiyata dayalı teşvikler” olmak üzere 2 ana başlık altında incelemek mümkündür²⁸¹.

²⁸¹ Bu bölümde; Miguel Mendonça, **Feed-in-Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy**, Cromwell Press, UK, 2007, s. 10-22; EREC, **Renewable Energy in Europe: Building Markets and Capacity**, Published by James & James Ltd., London, 2004, s. 139-140; Wolfram Jörib vd., **Decentralised Power Generation in the Liberalised EU Energy**, Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2003, s. 118-120; EC, **Electricity from Renewable Energy Sources: Encouraging Green Electricity in Europe**, Published by EC DGET-General for Energy and Transport, Belgium, 2004, s. 6-7; EC, “The Support of Electricity from Renewable Energy Sources”, SEC (2008) 57, s. 6-7, http://ec.europa.eu/energy/climate_actions/doc/2008_res_working_document_en.pdf, (Erişim Tarihi: 10.03.2008); Aleksu Lumijarvi, “Supporting Renewable Energy Sources in Electricity Production: Experiences from the EU”, <http://www.ccad.ws/documentos/talleres/2006/VIIIncentivos/15-02/Incent>, Erişim Tarihi: 10.03.2008; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Miktara Dayalı Teşvikler: Miktara dayalı teşviklerden birincisi **kota yükümlülüğü (quota obligation)** uygulamasıdır. Kota yükümlülüğü; ilgili ülkelerde üretilmekte olan elektrik enerjisinin belirli bir oranının, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması zorunluluğuna dayanmaktadır.

Kota yükümlülüğünün yerine getirilmesinde çoğunlukla **yeşil sertifikalar (tradable green certificates-TGCs)** kullanılmaktadır. Yeşil sertifikalar, elektrik enerjisi üretiminin yenilenebilir bir kaynaktan yapıldığını kanıtlayan belgeler olup, istenildiğinde başka kişilere satılabilme özelliği de bulunmaktadır.

Genellikle kamu kurumlarına ve büyük ölçekli işletmelere uygulanabilen yeşil enerji kotaları, yeşil elektrik enerjisi kullanımı veya yeşil sertifika alımıyla doldurulabilmektedir. Yükümlülüklerin yerine getirilmemesi durumunda ise para cezası ödenmektedir. Bu yönüyle yeşil sertifika uygulaması, yeşil elektriğin alımını destekleyen ve kota yükümlülüğüne dayanan talep yönlü bir sistemdir.

Kota yükümlülüğü ve yeşil sertifika sistemleri, kuramsal açıdan yeterli gibi görünmesine karşın, uygulamada bazı aksayan yönlerinin ortaya çıkması mümkündür. Bunun başlıca nedenleri; yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik piyasasındaki olası dalgalanmalar, yüksek yönetim ve işlem maliyetleri ile sistemlerin yeni nesil teknolojileri desteklememe durumudur.

Son zamanlarda kullanılmaya başlanan, miktara dayalı diğer bir teşvik sistemi **teklif verme-ihale (tendering)** uygulamasıdır. Teklif verme uygulamasının özünde; hükümete, belirli bir teknolojiden ve belirli bir miktarda üretilecek olan yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik enerjisi için en düşük fiyatın verilmesi yatmaktadır.

Bir çeşit açık eksiltme yöntemi gibi işleyen teklif verme sistemi; piyasada rekabetçi bir düzenin oluşması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve kamu denetiminin daha etkin bir şekilde yerine getirilmesine katkı sağlamaktadır. Buna karşın; çok sayıda kalitesiz ve başarısız projenin ortaya çıkması, küçük ölçekli

işletmelerin rekabetin dışında kalması ve ihale sürecinin karmaşıklığı, teklif verme uygulamasının başarısını kısıtlayan etkenlerdir.

Fiyata Dayalı Teşvikler: AB ülkelerinde, miktara dayalı teşviklerin dışında fiyata dayalı bir teşvik sistemi de bulunmaktadır. Bu teşviklerden ilki, üye ülkeler tarafından en çok başvurulan **destekli fiyat tarifesi (feed-in-tariffs)** ve **prim (premium)** sistemidir.

Bu sisteme göre; yeşil enerji üreticisi, üretilen birim elektrik başına belirli bir prim alarak, ürettiği elektriği o bölgedeki elektrik dağıtım şirketlerine dağıtma hakkına sahip olmaktadır. Dağıtım fiyatı ise, yeni yenilenebilir enerji tesislerine yatırım yapılmasını desteklemek amacıyla uzun bir dönem için sabit tutulmaktadır. Bu nedenle destekli fiyat tarifesi ve prim uygulaması, yeşil elektrik üretimini pazara sunmayı destekleyen, arz yönlü bir sistemdir.

Bununla birlikte, destekli fiyat tarifesi ile prim uygulaması arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Destekli fiyat tarifesi, uygulamada kolaydır ve etkin sonuçlar vermektedir. Ayrıca, üreticilerin üzerindeki uzun dönemli (10-20 yıl) riski azaltmakta ve işlem maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Prim uygulaması da işlem maliyetlerinin düşürülmesinde etkin sonuçlar vermekle birlikte, üretici firmalar üzerindeki riski artırmaktadır. Aynı zamanda, destekli fiyat tarifesinin aksine prim uygulaması, bu firmalar arasındaki rekabeti de yoğunlaştırmaktadır.

Fiyat destekli teşviklerden ikincisi ise finansal ve mali teşvikler ile yatırım teşvikleridir. Mali teşviklere örnek olarak; yenilenebilir enerjiye dayalı üretimin arz ve talebini harekete geçiren yeşil elektrik yatırımı, üretimi ve tüketimi için vergi indirimi veya muafiyetini vermek mümkündür. Ayrıca, fosil yakıtı dayalı enerji kaynaklarına uygulanan eko-vergi ve karbon vergisinin yenilenebilir enerji kaynaklarına uygulanmaması şeklinde de mali teşvikler verilmektedir. Ancak, bu teşviklerin, “kirlenen öder” ilkesiyle örtüşmediği de açıktır.

Finansal teşviklerin ise, genellikle, yatırım maliyetini düşüren ve yenilenebilir enerji kaynak kapasitesini artırmayı destekleyen, daha düşük faizli kredi olarak verildiği görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırım teşvikleri, yenilenebilir enerji üretimi yapacak tesis kurulumunda doğrudan mali destek (sübvansiyon) sağlanması şeklinde uygulanmaktadır. Bu teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının arz boyutunu güçlendirerek, ulusal ve bölgesel anlamda desteklenmesi politikalarına kolayca uyarlanabilmektedir.

Günümüzde, bu teşviklerden bazıları birçok AB üyesi ülkede yürürlükte iken, bazıları da çok az sayıda ülkede geçerli olmaktadır. Sonuç olarak, Şekil 18’de, AB ülkelerinin son 10 yılda yenilenebilir enerjinin desteklenmesi konusunda hangi teşviklere başvurduğu ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Şekil 18: AB-27 Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Alanındaki Teşvik Sistemleri

Ülke	Enerji Türü	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Avusturya	Hepsi		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Belçika	Hepsi	.....*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Bulgaristan	Hepsi							.....	.....	.....*	.....
Güney Kıbrıs	Hepsi								.....	.....*	.....
Çek C.	Hepsi						.....	.....	.....	.....	.....
Danimarka	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Estonya	Hepsi								.....	.....	.....
Finlandiya	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Fransa	Rüzgar	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Biyoenjerji			.....*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Güneş pili				.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Almanya	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Macaristan	Hepsi						.....	.....	.....	.....	.....
Yunanistan	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
İrlanda	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....*	.....
İtalya	Rüzgar	.....*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Biyoenjerji	.....*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	Güneş pili	.....*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Litvanya	Hepsi						.....	.....	.....	.....	.....
Lüksemburg	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Letonya	Hepsi						.....	.....	.....	.....	.....
Malta	Güneş pili								.....	.....	.....
Polonya	Hepsi				.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Portekiz	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
İspanya	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Romanya	Hepsi		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....*	.....
İsveç	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....*	.....	.....	.....	.....
Slovenya	Hepsi								.....	.....	.....
Slovakya	Hepsi								.....	.....	.....
İngiltere	Hepsi	.....	.....	.....	.....	.....	.....*	.....	.....	.....	.....
Hollanda	Hepsi							.....	.....	.....	.....

*: Sistem değişimi: Destekli fiyat tarifesi: Kota-TGCs: Teklif verme: Mali-Finansal-Yatırım teşv.

Kaynak: EC., 2008 (Support); s. 7.

Bu teşvik sistemlerinin dışında, Birlik tarafından uygulanmakta olan uluslararası iş birliği programlarıyla da yenilenebilir enerjinin hem üye ülkeler hem de aday ülkelerde geliştirilmesi amaçlanmaktadır. İlk olarak, Enerji Çerçeve Programı (1998-2002) ve ardından, Akıllı Enerji: Avrupa (2003-2006) adlı program çerçevesinde yürütülen Altener ve Coopener alt programları, yenilenebilir enerjiyi doğrudan ilgilendiren programlar olarak önem taşımaktadır.

Altener: Altener, AB'nin yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin ve pazar payının artırılması amacıyla 1993 yılından itibaren uygulanan bir programdır. Birinci aşamanın (Altener I: 1993-1997) başarılı sonuçlar vermesi üzerine devam eden program, yeni yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesini ve enerji maliyetlerinin düşürülmesini sağlayacak projelere destek vermektedir.

Programa ayrılan bütçe miktarı ise, diğer Birlik programlarıyla karşılaştırıldığında ilk sırada yer almaktadır. Sadece Altener II (1998-2002) ve Altener III (2003-2006) aşamalarına aktarılan kaynak tutarı 163 milyon € düzeyinde gerçekleşmiştir. AB, bu büyüklükte bir bütçeye sahip Altener programıyla şu temel hedeflere ulaşmayı planlamaktadır:

* Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin geliştirilmesine yönelik Birlik önlemlerini uygulamak ve tamamlamak.

* Yenilenebilir enerji kaynakları pazarındaki ürün ve araçların uyumlaştırılmasını teşvik etmek.

* Yatırımcının güvenini artıracak altyapı çalışmalarının geliştirilmesini sağlamak ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin daha fazla kullanımıyla sektörün rekabet edebilirlik seviyesini yükseltmek.

* Gerek uluslararası düzeyde ve Birlik düzeyinde, gerekse ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde uyumu ve bilgi paylaşımını geliştirerek yatırımcının güvenini artırmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının pazara girişini kolaylaştırmak.

* Birliğin sera gazı salınımı konusundaki Kyoto Protokolü yükümlülüklerini yerine getirmekte önemli bir araç olan yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerji üretimine yönelik işletme kapasitesini artırmaktır²⁸².

Coopener: Coopener, AB'nin 2003 yılında uygulamaya koyduğu diğer bir programdır. Bu programla, hem yenilenebilir enerji kullanımında artış hem de enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi amaçlanmakta ve bu doğrultuda hazırlanan projeler desteklenmektedir.

Programın bütçe büyüklüğü, diğer programlara göre daha küçüktür (2003-2006 dönemi: 19 milyon €). Buna karşın, Coopener programının;

* AB'nin enerji ve çevre alanındaki uluslararası yükümlülüklerini yerine getirme çerçevesinde uluslararası iş birliğinin güçlendirilmesine,

* AB'nin sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmasına,

* Yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji verimliliği konularına ilişkin uygulamaların uyum içinde yürütülmesine ve

* Gelişmekte olan ülkelere, yenilenebilir enerji alanındaki teknik bilgi (know-how) ve teknoloji aktarımının gerçekleştirilmesine katkı sağlaması planlanmaktadır²⁸³.

Sonuç olarak; AB ülkelerinde, Birlik düzeyindeki teşvik edici politikalara ek olarak, ülkesel temelde de uygulamaya dönük birçok teşvik/destek sistemleri geliştirilmektedir. Bununla birlikte, Türkiye'de, bu yöndeki çalışmalar oldukça yenidir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları tüketimini artırıcı ve fosil kaynak tüketimini azaltıcı teşvik sistemleri oluşturması ve AB'nin uyguladığı yenilenebilir enerji programlarına katılımı, orta ve uzun dönemde olumlu sonuçlar alınması bakımından gereklidir.

²⁸² EC, 2002 (Intelligent); s. 4,7; Ege, a.g.e., s. 95.

²⁸³ EC, 2002 (Intelligent); s. 7-9.

3.5. TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ VE KULLANIMI

AB ve Türkiye, belirlenen yenilenebilir enerji politikalarını birtakım yönetsel düzenlemelerle uygulamaya koyarken, bu düzenlemeleri çeşitli teşvik sistemleriyle de desteklemeye çalışmaktadır. Böylece, yenilenebilir enerji potansiyelinden en üst seviyede yararlanılmasına yönelik temel ögeler şekillendirilmektedir.

Bu bölümde ise, AB ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve kullanımı karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Ayrıca, kaynakların ayrıntılı değerlendirmesi yapılarak, toplam enerji tüketimine yeterliliği ve ülke temelinde yürütülen çalışmalar araştırılmaktadır²⁸⁴.

3.5.1. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Birçok ülkede olduğu gibi AB ülkelerinde ve Türkiye'de de, yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin potansiyel belirleme çalışmaları hızla devam etmektedir. Konuyla ilgili kişi, kurum ve kuruluşlar tarafından oldukça ayrıntılı bir şekilde sürdürülen bu araştırmalar, bazı kısıtlar nedeniyle, ülkelerin sahip oldukları yenilenebilir enerji kaynaklarının rakamsal büyüklüklerini tam olarak yansıtamamaktadır. Ülkeler arasında gerçekçi bir karşılaştırma ve sağlıklı bir değerlendirme yapılma olasılığını azaltan bu kısıtlar;

* Güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, dalga ve gelgit gibi çok çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarının olması,

* Her bir yenilenebilir kaynak potansiyelinin birbirinden farklı yöntemlerle ve enerji birimleriyle ölçülmesi,

²⁸⁴ Sayısal verilere ilişkin karşılaştırmaların sağlıklı sonuçlar verebilmesi açısından, Türkiye'nin sahip olduğu istatistiki değerlerin Birlik ülkelerinininki ile değil, Birlik'in ortalama değerleri ile karşılaştırılmasına ağırlık verilmiştir.

* İlgili ülkelerde yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin hesaplanmasında farklı yöntem ve enerji birimlerinin kullanılması ile

* Bazı ülkelerden (Malta, Lüksemburg, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi vd.) yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yeterli seviyede sayısal veri elde edilmemesi olarak gösterilebilir.

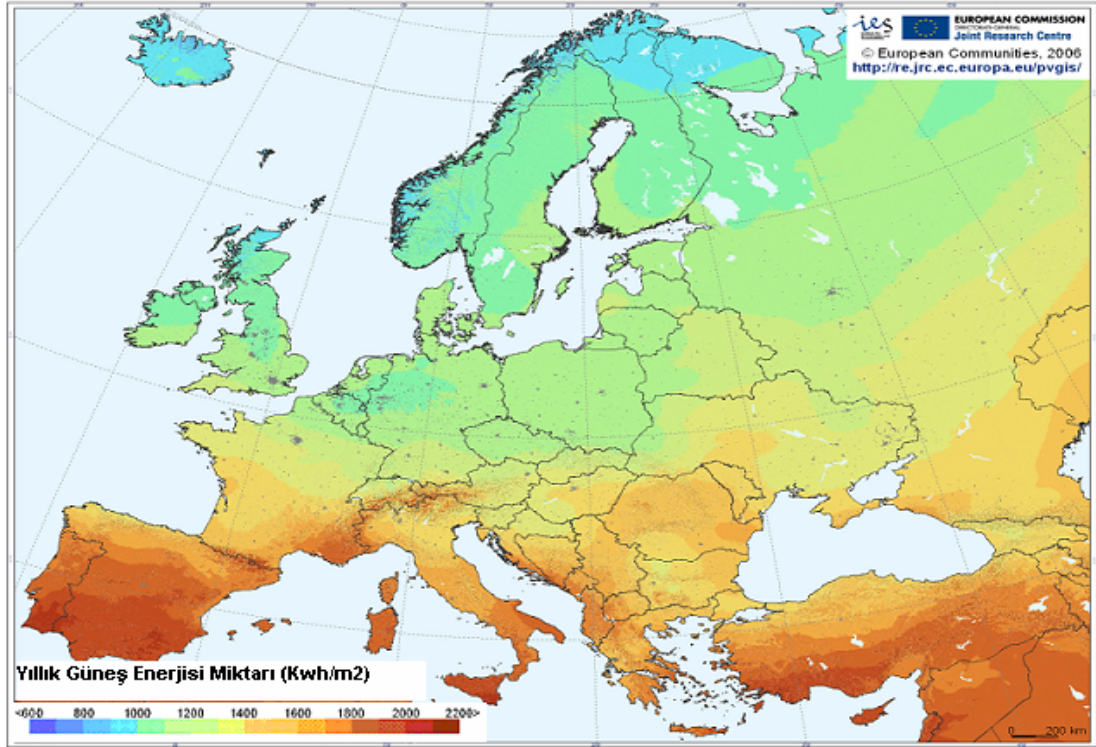
Tüm bu olumsuzluklara karşın, yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli açısından AB ve Türkiye arasında bir karşılaştırma yapılması mümkündür. Söz konusu karşılaştırma, Hem AB hem de Türkiye'deki yenilenebilir kaynaklar hakkında genel bir yargının oluşmasını sağlamaya yöneliktir.

3.5.1.1. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

AB Komisyonu, Birlik üyesi ve aday ülkelerdeki güneş enerjisi potansiyelini en doğru biçimde saptamak amacıyla Mart 2007 tarihinde yeni bir uygulama başlatmıştır. Uygulama, tüm araştırmacıların internet ortamından rahatlıkla ulaşabileceği bir güneş enerjisi haritası olup, bu haritayla Avrupa'da bulunan herhangi bir ülke veya o ülkenin herhangi bir bölgesindeki güneş enerjisi potansiyelini çeşitli değişkenlere göre hesaplamak mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, yeni haritada yer alan verilerin, AB'nin 2020 yılındaki toplam elektrik enerjisi tüketiminin % 20'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılama hedefine uygun olduğu da belirtilmektedir²⁸⁵.

²⁸⁵ "New Map Shows Solar Electricity Potential of European Regions", EC Press Release of 31.03.2007, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/447&format=HTML>, (Erişim Tarihi: 13.03.2007).

Şekil 19: AB ve Türkiye'nin Güneş Enerjisi Haritası



Kaynak: Marcel Šúri vd., “Potential of Solar Electricity Generation in the European Union Member States and Candidate Countries”, **Journal of Solar Energy**, Volume: 81, Issue: 10, 2007, s. 1295–1305, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>, (Erişim Tarihi: 14.03.2008).

2001-2005 dönemindeki güneş enerjisi ışınım şiddetini, metrekareye düşen KWh cinsinden gösteren haritada, AB'nin güneş enerjisi potansiyelinin kuzey ve güney bölgeleri arasında farklı olduğu açıkça görülmektedir. Buna göre; MDAÜ, İskandinav ülkeleri ile Orta Avrupa ülkelerinde yıllık güneş enerjisi potansiyeli **800-1.200 KWh/m²** arasında değişmektedir. Avrupa'nın batı ve güney bölgelerinde (İspanya, Portekiz, İtalya, Güney Kıbrıs ve Malta) ise yıllık güneş enerjisi potansiyeli daha yüksek olup, rakamsal olarak **1.400-2.000 KWh/m²** seviyesinde hesaplanmaktadır.

Bunun yanı sıra, harita, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini de içermektedir. Türkiye, AB'de olduğu gibi kuzey ve güney bölgeleri arasında farklı ışınım şiddetine sahip bir ülkedir. Kuzey bölgelerinde, yıllık yaklaşık **1.400-1.800 KWh/m²** arası güneş enerjisi potansiyeli bulunurken; ülkenin güney ve güneydoğu

kısımlarında bu rakam **1.800-2.100 KWh/m²**'ye kadar yükselmektedir. Bu açıdan, Türkiye'nin, AB ortalamasıyla kıyaslandığında daha büyük bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu haritadan da anlaşılmaktadır.

AB ülkeleri ve Türkiye'deki güneş enerjisi potansiyelini gösteren bu haritadan farklı olarak, Türkiye'nin konuyla ilgili 1966 yılından itibaren devam ettirmekte olduğu bir çalışma bulunmaktadır. EİE'nin, **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ)** tarafından 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak yaptığı çalışmanın ilk sonuçlarına göre; Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat) ve ortalama toplam ışınım şiddeti **1.311 KWh/m²-yıl** (günlük toplam 3,6 KWh/m²) olarak gerçekleşmiştir.

Çalışmada, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin bölgesel ve aylık dağılımları da araştırılmıştır. Güneydoğu Anadolu (1.460 KWh/m²-yıl) ve Akdeniz (1.390 KWh/m²-yıl) bölgeleri, güneş enerjisi potansiyelinin en yüksek olduğu bölgeler olurken; temmuz (175,38 KWh/m²-yıl) ve ağustos (158,40 KWh/m²-yıl) ayları da ışınım şiddetinin en yoğun olduğu aylar olarak kaydedilmiştir. Buna karşın, güneş enerjisi potansiyelinin en düşük olduğu bölgeler Karadeniz (1.120 KWh/m²-yıl) ve Marmara (1.168 KWh/m²-yıl); en düşük olduğu aylar ise aralık (51,75 KWh/m²-yıl) ve ocak (46,87 KWh/m²-yıl) olmaktadır.

Ancak, bu değerlerin, Türkiye'nin gerçek güneş enerjisi potansiyelini yansıtmadığı, daha sonra yapılan çalışmalarla anlaşılmıştır. Bu bağlamda, EİE ve DMİ, 1992 yılından bu yana güneş enerjisi değerlerinin daha sağlıklı olarak hesaplanabilmesi için 8 ildeki gözlem istasyonlarından enerji amaçlı güneş enerjisi ölçümleri almaktadır.

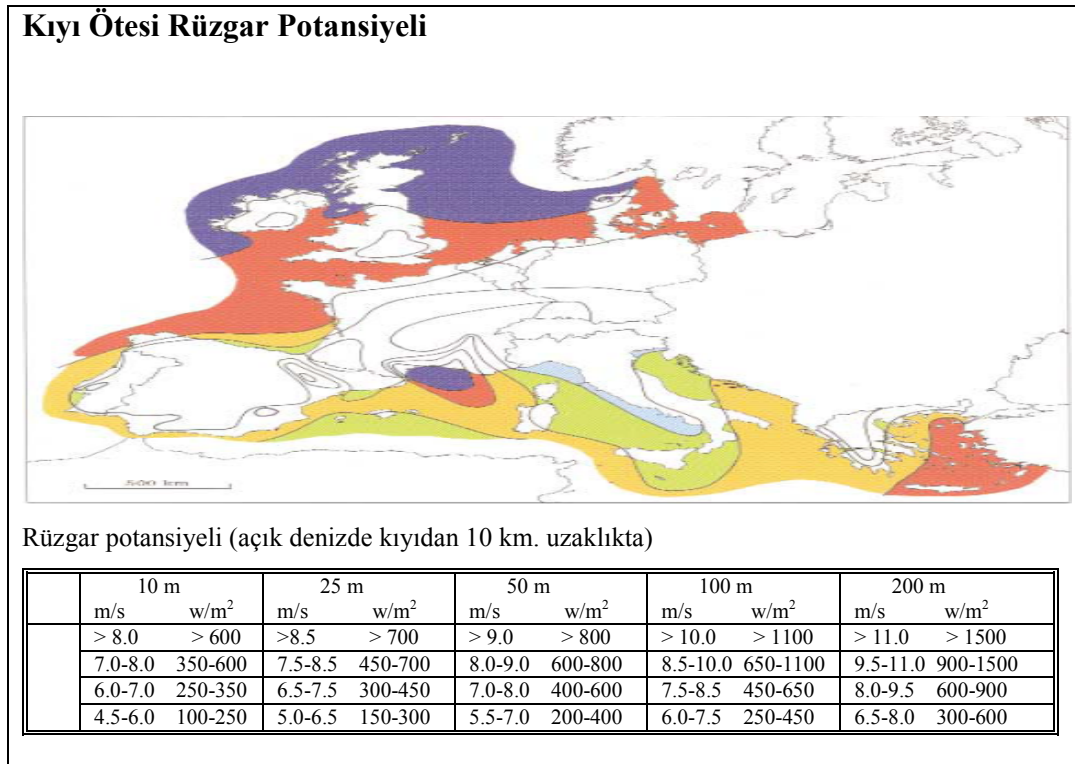
Bu illerden üçünde (Antalya, İzmir, Aydın) ölçüm çalışmaları sona ermiş olup, diğerlerinde (Ankara, Adana, Isparta, Kayseri, Balıkesir) çalışmalar devam etmektedir. Ölçüm çalışmalarının sonucunda ise, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin eski değerlerden % 20-25 oranında daha fazla (**1.573-1.639 KWh/m²-**

yıl) çıkması beklenmektedir²⁸⁶. Güncellenecek olan bu rakamlar, AB'nin güneş enerjisi haritasındaki verilerle de daha uyumlu olması açısından önem taşımaktadır²⁸⁷.

3.5.1.2. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

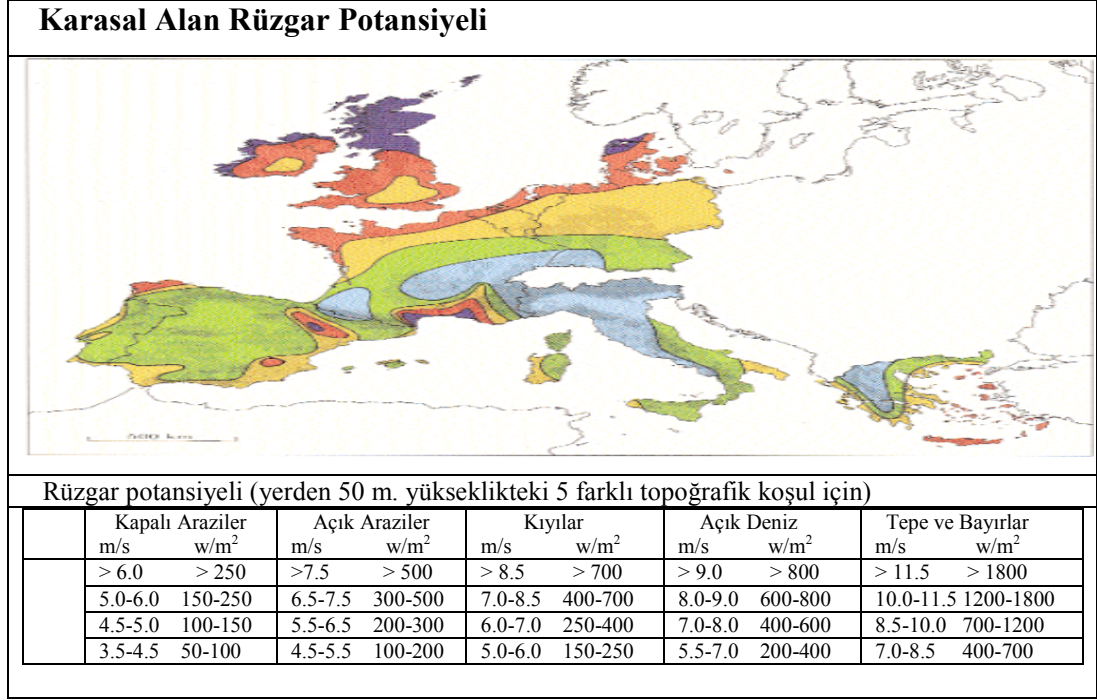
AB'nin rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesine yönelik ilk ve en önemli çalışma 1989 yılında Danimarka'da yapılmıştır. **Riso Ulusal Laboratuvarı (Riso National Laboratory)** tarafından hazırlanan **Avrupa Rüzgar Atlası (European Wind Atlas)**, yerden 50 m. yükseklikteki beş farklı topoğrafik koşulda (kapalı araziler, açık araziler, kıyılar, açık denizler ile tepe ve bayırlar) ve kıyıdan en az 10 km. uzaklıktaki açık denizlerde Avrupa Kıtası ülkelerinin rüzgar potansiyelini göstermektedir (Şekil 20).

Şekil 20: Avrupa Rüzgar Atlası



²⁸⁶ EİE, "Güneş Enerjisi Verileri", <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/veri.html>; "Türkiye'de Güneş Enerjisi", <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/tgunes.html>, (Erişim Tarihi: 14.03.2007).

²⁸⁷ TÜSİAD'ın 1998 tarihli Enerji Raporu'nda, Türkiye'nin ekonomik olarak değerlendirebileceği güneş enerjisi potansiyeli yaklaşık 25 mtp olarak öngörülmüştür. TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 73.



Kaynak: I.Troen ve E.L.Petersen., **European Wind Atlas**, Published by Riso National Laboratory, Roskilde (Denmark), 1989, s. 656.

Her iki atlasın hazırlanmasında ise **WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program)** adlı paket program kullanılmıştır. Program, dört değişik girdi bilgisini kendi alt modellerinde değerlendirerek, bölgesel rüzgar atlası istatistiklerini hesaplamaya yardımcı olmaktadır. WAsP'ın gereksinim duyduğu temel bilgiler şunlardır:

- * Saatlik rüzgar hız ve yön bilgileri
- * Bölge pürüzlülük bilgileri
- * Yakın çevre engel bilgileri
- * Bölge topoğrafyası²⁸⁸

Atlaslarda yer alan ortalama rüzgar hızı (m/s) ve ortalama enerji yoğunluğuna (w/m²) ilişkin bu bilgiler sonucunda, Avrupa'nın rüzgar potansiyeli en yüksek bölgelerinin, ağırlıklı olarak Atlas (Atlantik) Okyanusu'na kıyısı olan Kuzey Avrupa ülkeleri (Danimarka, İsveç), Batı Avrupa ülkeleri (Almanya, İngiltere, İrlanda,

²⁸⁸ Cihan Dündar, "Rüzgar Enerjisi ve Türkiye Rüzgar Atlası", s. 436, www.atmosfer.itu.edu.tr/atmos2003/bildiriler/431.pdf, (Erişim Tarihi: 14.03.2008).

Fransa) ve Baltık Denizi'ne kıyısı olan ülkeler (Finlandiya, Estonya, Letonya, Litvanya) olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın dışında, günümüze kadar, AB üyesi ülkelerin rüzgar potansiyelini ayrı ayrı gösteren başka atlaslar da hazırlanmıştır. AB'nin toplam rüzgar enerjisi potansiyeline ilişkin kesin rakamlar olmamakla birlikte, EWEA tarafından bu atlaslar temelinde yapılan en son değerlendirmelerde, karasal alan ekonomik potansiyelinin yıllık yaklaşık **600 TWh**, kıyı ötesi potansiyelinin ise en az **3.000 TWh** olabileceği ifade edilmektedir²⁸⁹. Birliğin 2006 yılı toplam elektrik enerjisi üretim değeri (yaklaşık 3.268 TWh)²⁹⁰ dikkate alındığında, kuramsal olarak, AB'nin elektrik enerjisi gereksiniminin “tamamının” rüzgar enerjisinden karşılanması mümkün olmaktadır.

Türkiye'de de konuyla ilgili birtakım çalışmalar yürütülmektedir. Daha önce, DMİ'ye ait gözlem istasyonlarının 1970-1980 yılları arasındaki kayıtları değerlendirilmiş ve ülke genelindeki doğal rüzgar enerjisi dağılımı genel olarak belirlenmiştir. Ancak, söz konusu verilerin eksikliğinden dolayı, rüzgardan elektrik enerjisi üretimine yönelik çalışmalarda ayrıntılı rüzgar potansiyel değerlendirme çalışmaları gerekli olmuştur. Bu amaç doğrultusunda, ilk aşamada belirlenmiş olan ve rüzgar enerjisi yönünden umut verici yerlerde yapılan incelemelerle, rüzgardan elektrik enerjisi üretimine elverişli olabilecek bölgelere gözlem istasyonları kurulup veri toplanmaya başlanmıştır. Böylece, rüzgarların hız ve yönüne ilişkin verilerin araştırmacı veya yatırımcılara yol göstermesi hedeflenmektedir²⁹¹.

Türkiye'de, rüzgar enerjisi potansiyelinin hesaplanmasıyla ilgili uygulanan diğer bir çalışma ise **Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)** adlı çalışmadır. EİE ve DMİ tarafından birlikte hazırlanan REPA, Avrupa Rüzgar Atlası'ndaki değişkenler (saatlik rüzgar hız ve yön bilgileri, bölge pürüzlülük

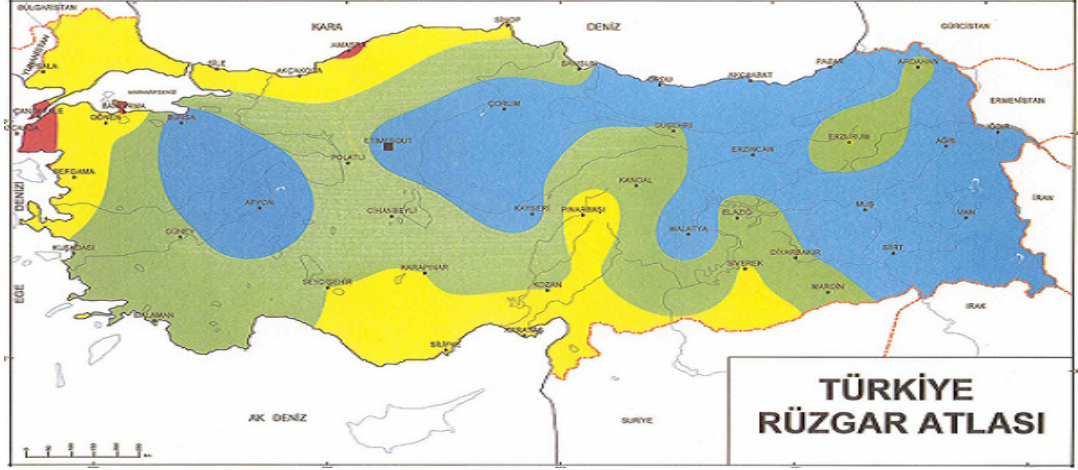
²⁸⁹ EWEA ve EC DGET, **Wind Energy: The Facts**, EWEA Publications, Brussels, 2004, s. 2.

²⁹⁰ Eurostat, **Energy Monthly Statistics**, Eurostat Statistical Books (Issue number 1/2008), Luxembourg, 2008, s. 27.

²⁹¹ Bu çalışmalara ek olarak, AB öncülüğünde düzenlenen MED 2010 ve IRESMED projeleri de, rüzgar potansiyelinin saptanmasına yönelik diğer çalışmalardır. EİE, “Rüzgar Enerjisi Potansiyel Belirleme Çalışmaları”, http://www.eie.gov.tr/turkce/ruzgar/ruzgar_potansiyel.html, (Erişim Tarihi: 15.03.2008).

bilgileri, yakın çevre engel bilgileri, bölge topoğrafyası) ve WASP yazılımı kullanılarak 2002 yılında yayımlanmıştır (Şekil 21).

Şekil 21: Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)



Rüzgar potansiyeli (yerden 50 m. yükseklikteki 5 farklı topoğrafik koşul için)

	Kapalı Araziler		Açık Araziler		Kıyılar		Açık Deniz		Tepe ve Bayırlar	
	m/s	w/m ²	m/s	w/m ²	m/s	w/m ²	m/s	w/m ²	m/s	w/m ²
	> 6.0	> 250	>7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

Kaynak: Cihan Dündar vd., **Türkiye Rüzgar Atlası**, DMİ Yayınları, Yayın No: 2002/4, Ankara, 2002, s. 155.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre; Türkiye'nin rüzgardan elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirebilmesi için en elverişli bölgeler; Marmara, Doğu Akdeniz, Batı Ege ve Batı Karadeniz'in kıyı bölgeleri olarak belirlenmiştir. Bu bölgeler, ortalama rüzgar hızının ve enerji yoğunluğunun en yüksek seviyede olduğu bölgelerdir. Ayrıca, REPA verilerine dayanarak Türkiye'nin karasal alan rüzgar enerjisi teknik potansiyelinin yaklaşık 88.000 MW, ekonomik potansiyelinin 10.000 MW santral kapasitesi büyüklüğünde olduğu hesaplanmıştır²⁹².

²⁹² Dündar, a.g.e., s. 155.

Toplam 10.000 MW kapasitesinde kurulu gücü bulunan rüzgar santrallerinden ise, yıllık yaklaşık **30 TWh** elektrik enerjisi üretebilmek mümkün olmaktadır²⁹³. Bu gerçek göz önüne alındığında;

1) Türkiye'nin yıllık rüzgar enerjisi potansiyeli, AB ortalamasının (yaklaşık 22 TWh²⁹⁴) üzerinde bir değere sahiptir.

2) Türkiye'nin yıllık rüzgar enerjisi potansiyeli, elektrik enerjisi üretiminin (2006 yılı: 176,3 TWh²⁹⁵) **% 17**'sini tek başına karşılayabilecek seviyededir.

Gelecek yıllarda ekonomik potansiyelin, yıllık elektrik enerjisi üretim hızının üstünde artarak teknik potansiyele yaklaşması durumunda, bu oranının daha da yükseleceği düşünülebilir. Aynı zamanda, söz konusu rakamlar, sadece karasal alan potansiyeline ilişkin olup, kıyı ötesi potansiyelin de ölçülerek hesaba katılmasıyla birlikte daha olumlu bir tablonun oluşması mümkün olacaktır.

3.5.1.3. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

AB'nin hidroelektrik enerji potansiyeline ilişkin, çok çeşitli kaynaklarda değişik rakamlar ifade edilmektedir. Birbirinden oldukça farklı sonuçlar içeren bu çalışmalardan başlıcaları; **WEC** ve **European Small Hydropower Association (ESHA)** tarafından gerçekleştirilmiştir.

WEC'nin 2007 yılında yayımladığı **2007 Survey of Energy Resources** adlı çalışmada, AB üyesi ülkelerin hidroelektrik enerji ekonomik potansiyeli yaklaşık **442 TWh/yıl** (Birliğin toplam elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık % 12'si) olarak tahmin edilmektedir. Aynı çalışmada, AB üyesi olmayan Norveç'in ekonomik potansiyeli de

²⁹³ Ü.Tolga Bilgin, "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sorunları" (*İstanbul 6. Enerji Arenası- 09.03.2007, İstanbul*) <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?ID=62>, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

²⁹⁴ Bu rakam, karasal alan ekonomik potansiyeli olan 600 TWh değerinin 27 ülkeye bölünmesi sonucu elde edilmiştir.

²⁹⁵ TEİAŞ, "Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretim-İthalat-İhracat ve Talebinin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2006)", <http://www.teias.gov.tr/ist2006/23.xls>, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

187 TWh/yıl olarak belirtilmiştir²⁹⁶. Bu iki rakamın toplamı (629 TWh/yıl), **German Advisory Council on Global Change (WBGU)** tarafından 2004 yılında yayımlanan araştırmada²⁹⁷, Avrupa Kıtası için yaklaşık 2.800 EJ (778 TWh/yıl) olarak gösterilen potansiyel değeriyle uyumludur. Bu nedenle, ortaya çıkan sonuç, WEC'nin AB üyesi ülkelerdeki hidroelektrik enerji potansiyeliyle ilgili gerçekçi bir değerlendirme yapmış olma olasılığını artırmaktadır.

AB'nin hidroelektrik enerji potansiyeli konusunda yapılan diğer bir çalışma, ESHA tarafından, küçük ölçekli (< 10 MW kapasite) hidroelektrik santral (HES) potansiyelinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. AB ülkelerinin, özellikle çevreye yönelik olumsuz etkilerinin az oluşu ve yatırım geri dönüş sürelerinin düşüklüğü nedeniyle teşvik sistemlerinden yararlandığı HES'lerin kullanılmamış ekonomik potansiyeli, ESHA'nın araştırmasına göre **22 TWh/yıl** seviyesindedir²⁹⁸. Bu rakam, WEC'nin hesapladığı toplam hidroelektrik enerji potansiyelinin yaklaşık % 5'ine denk gelmekle birlikte, Birliğin elektrik enerjisi üretiminin de çok küçük bir kısmını (2006 yılı rakamlarına göre % 0,7) karşılama potansiyeline sahiptir.

Tüm bu değerlendirmelerin sonucunda, AB'nin hidroelektrik enerji potansiyeli açısından, rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli kadar zengin olmadığı görülmektedir. Buna karşın, Türkiye; 120'den fazla doğal gölü, 591 tane baraj gölü, 21 tane büyük akarsuyu ve Avrupa'nın yaklaşık 3,5 katı olan ortalama 1.132 m.lik yükselti seviyesiyle²⁹⁹, küçük HES ve diğer hidroelektrik santral potansiyeli olarak AB ülkelerine karşı önemli bir üstünlüğe sahiptir.

Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyelini rakamsal olarak ifade etmek gerekirse; 2006 yılı başı itibariyle teknik potansiyel 216 TWh/yıl, ekonomik

²⁹⁶ WEC, 2007 (Survey); s. 282.

²⁹⁷ H.Grabl vd., **World in Transition: Toward Sustainable Energy Systems**, Published by Earthscan Ltd., UK, 2004, s. 52.

²⁹⁸ ESHA Marketing Working Group of the Thematic Network of Small Hydropower, "Small Hydropower Situation in the New EU Member States and Candidate Countries", September 2004, s. 4-5,

http://www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/publications/Report_on_SHP_in_New_European_Member_States.pdf, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

²⁹⁹ DSİ, "Toprak ve Su Kaynakları", <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

potansiyel ise **129,9 TWh/yıl** olarak belirlenmiştir³⁰⁰. Bu potansiyelin yıllık 20 TWh'lık kısmı ise küçük HES potansiyeliyle ilgilidir³⁰¹. Ancak, nehirlerin yan kolları ile küçük akarsuların yeniden değerlendirilmesi için başlatılan çalışmaların ilk sonuçlarından, toplam potansiyelin önemli miktarda artabileceği yönünde ön bilgilere ulaşılmıştır. Bazı araştırmacıların öngörülleri, söz konusu potansiyelin 190-200 TWh/yıl'a kadar yükselebileceği şeklindedir³⁰².

Yıllık 129,9 TWh olan ekonomik potansiyel değeri ise, Türkiye'nin yıllık elektrik enerjisi üretiminin % 74'ünü tek başına karşılayacak düzeydedir (2006 yılı için). Türkiye, Birliğe üye ülkelerle karşılaştırıldığında da potansiyel büyüklüğü açısından ilk sırada yer almaktadır. AB üyesi ülkelerden İsveç 85 TWh/yıl, Fransa 70 TWh/yıl, İtalya 65 TWh/yıl ve Avusturya 56 TWh/yıl ile Birliğin en yüksek hidroelektrik enerji potansiyeline sahip ülkeleridir³⁰³. Ayrıca bu değer, AB'nin toplam ekonomik potansiyel değerinin yaklaşık % 30'una karşılık gelirken, Birlik ortalamasının neredeyse "8 katı büyüklüğüne" eşittir.

3.5.1.4. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli

AB'ye üye ülkelerin jeotermal enerji potansiyellerine ilişkin kapsamlı çalışma sayısı oldukça azdır. Araştırmaların genellikle Avrupa'nın tamamını (Rusya dahil) içine alan, kıtasal dağılıma göre yapıldığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, jeotermal enerji potansiyeli konusunda Avrupa Kıtası'nın ülkesel dağılıma göre incelendiği, kapsamlı ve güncel bir çalışmanın ilk sonuçları 2008 yılında

³⁰⁰ "Yenilenebilir Enerji ve Türkiye", **DSİ Su Dünyası dergisi**, Sayı: 31, Şubat 2006, s. 25.

³⁰¹ ESHA, a.g.e., s. 76.

³⁰² DSİ, Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli değerlerini yenileme çalışması yapmadığı için, verilen değerler, 10 yıl önce de kullanılan 123-125 milyar KWh'lik ekonomik potansiyel değerlerinden farklı değildir. Özel sektördeki kuruluşların, hidroelektrik potansiyelin yeniden değerlendirilmesi için yaptıkları çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, ERE Mühendislik İnş. ve Tic. A.Ş. tarafından yayımlanan 2001 tarihli rapor, olası ekonomik üretim potansiyelinin 192 milyar KWh olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, yapılacak yeni bir değerlendirme, resmi potansiyel verisinin de değişmesine ve en az 180 milyar KWh'nin üzerine çıkılmasına neden olacaktır. Ayrıca, bu değer üçte biri kadar, yani 60 milyar KWh düzeyinde de küçük HES potansiyeli olduğu öngörülmektedir. RESSİAD, "9. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Taslak Raporu Üzerinde RESSİAD Görüşü", <http://www.ressiad.org.tr/dhie.php?t=duyurular&ID=18>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008); TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 189.

³⁰³ WEC, 2007 (Survey); s. 282.

yayımlanmıştır. Araştırma, İzlanda kökenli **Enex**³⁰⁴ firması tarafından yürütülmekte olup, potansiyel hesaplama çalışmalarına devam edildiği belirtilmektedir. Elde edilen ilk bulgular sonucunda hazırlanan harita, Türkiye ve AB ülkelerindeki jeotermal enerji potansiyelini ayrıntılı olarak göstermektedir (Şekil 22).

Şekil 22: AB ve Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyel Haritası



Kaynak: Enex & Geysir Green Energy., “Geothermal Utilization in Europe”, January 2008, s. 4,

http://www.idnadarraduneyti.is/media/frettir/080119_Geothermal_Europe_memo_, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

Şekil 22'ye göre; AB'nin geneli incelendiğinde, toplam jeotermal enerji potansiyeli³⁰⁵ (düşük-orta ve yüksek sıcaklığa sahip alanlar) sadece belirli bir

³⁰⁴ Enex, Avrupa'nın en büyük jeotermal enerji potansiyeline sahip İzlanda'da, 1969 yılında kurulmuştur. Firma, uzun yıllardır, başta İzlanda olmak üzere, ABD, Çin, Almanya, Macaristan gibi dünyanın bir çok ülkesinde jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesi ve geliştirilmesine yönelik projeler üzerinde çalışmaktadır. <http://www.enex.is/?PageID=139>, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

³⁰⁵ Jeotermal enerji potansiyelini belirlemeye yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalar, “doğrudan” ısı enerjisi ve elektrik enerjisi üretimine uygun olan düşük-orta ve yüksek sıcaklığa sahip jeotermal sahalar üzerinde yapılmaktadır. Bu nedenle, çok düşük sıcaklığa (10-20⁰ C) sahip alanlardaki potansiyeli hesaplamak teknik açıdan zor olduğundan, araştırmalarda, ısı pompası (heat pumps) sistemiyle bu alanlardan “dolaylı” ısı enerjisi üreten ülkelerin sadece kullanım değerleri yer almaktadır. Örneğin, İsveç, ısı pompası sistemiyle yer ısisından veya yüzeye yakın sulardan dolaylı ısı enerjisi üretiminde Avrupa'nın birinci ülkesidir. Ancak, doğrudan ısı enerjisi veya elektrik enerjisi üretimine uygun jeotermal alanları bulunmadığından, yukarıdaki çalışmada da olduğu gibi jeotermal enerji potansiyeli oldukça düşük görülmektedir.

bölgede yüksek değerlere ulaşırken, geri kalan bölgelerde oldukça düşük seviyelerdedir. Bu nedenle, AB'nin, jeotermal enerji açısından güneş ve rüzgar enerjisi kadar yüksek bir potansiyeli bulunmadığı görülmektedir.

Bölgesel ve ülkesel değerlendirmede; Orta ve Doğu Avrupa (Romanya, Slovakya, Almanya) ile Alp-Himalaya Kuşağı'nın Avrupa Kıtası'ndan geçen bölgesi (Macaristan, İtalya) toplam jeotermal potansiyelinin en yüksek olduğu bölgelerdir. Buna karşın, Baltık Denizi (Letonya, Litvanya, Estonya), Kuzey Avrupa (İsveç, Finlandiya) ve Batı Avrupa (Fransa, İngiltere) bölgeleri, doğrudan ısı ve elektrik enerjisi üretimi sağlayacak çok sayıda jeotermal kaynağa sahip bulunmamaktadır.

Araştırmanın rakamsal sonuçları ise, AB'nin değerlendirilebilir yıllık jeotermal enerji potansiyelini (elektrik enerjisi ve doğrudan ısı enerjisi – alan ısıtma, termal turizm, seracılık vd.) yaklaşık **127 TWh** olarak göstermektedir. Bu rakamın 24 TWh'lik kısmı elektrik enerjisi üretimine uygun, yüksek sıcaklıklı jeotermal sahalardaki potansiyeli yansıtırken, geriye kalan 103 TWh ise doğrudan ısı enerjisi üretimi amaçlı potansiyeli ifade etmektedir.

Çalışmada, Türkiye'ye de yer verilmekte ve toplam **25 TWh/yıl** büyüklüğündeki jeotermal enerji potansiyeliyle dünyanın bu alanda önemli bir ülkesi olduğuna vurgu yapılmaktadır. Alp-Himalaya Kuşağı'nda yer alan bir başka ülke olması nedeniyle yüksek bir jeotermal enerji potansiyeline sahip Türkiye'nin, söz konusu potansiyelinin 6 TWh'lik kısmı elektrik enerjisine, 19 TWh'lik kısmı doğrudan kullanıma uygundur. Bu sonuçlara göre, Türkiye, jeotermal enerji potansiyeli açısından AB ortalamasının oldukça üzerinde yer alırken, ülkesel karşılaştırmada da Almanya'nın (41 TWh) ardından gelmektedir³⁰⁶.

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeline ilişkin ulusal araştırmalar ise MTA bünyesinde sürdürülmektedir. MTA'nın çalışmalarına göre, Türkiye'deki jeotermal sahalarda büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal

³⁰⁶ Enex & Geysir Green Energy., "Geothermal Utilization in Europe", January 2008, s. 2-9, http://www.idnadarraduneyti.is/media/frettir/080119_Geothermal_Europe_memo_, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

sahaların %95'i jeotermal enerji merkezi ısıtma uygulamalarına uygundur. 2005 yılı sonu itibariyle, MTA tarafından yapılan jeotermal sondajlara göre, olası potansiyelin 2.924 MWt olan kısmı görünür potansiyel olarak kesinleştirilmiştir. Türkiye'deki doğal sıcak su çıkışlarının 600 MWt olan potansiyeli de bu rakama dahil edildiğinde toplam görünür jeotermal potansiyel **3.524 MWt** seviyesine ulaşmaktadır. Jeotermal enerji kaynaklarının bölgesel dağılımında; ilk sırayı % 77,94 ile Ege Bölgesi (İzmir, Aydın, Denizli, Manisa) alırken, ikinci sırayı % 8,52 ile İç Anadolu Bölgesi (Kütahya, Afyon, Yozgat, Nevşehir, Kırşehir) almaktadır.

Yapılan öngörüler ise, Türkiye'nin doğrudan ısı enerjisi üretimi amaçlı jeotermal enerji kapasitesinin 31.500 MWt (1.000.000 konutun ısıtılması mümkündür), elektrik enerjisi üretim kapasitesinin de 2.000 MWe seviyesinde olduğu yönündedir. Dünyada jeotermal zenginliğiyle yedinci sırada yer alan Türkiye, jeotermal potansiyeliyle toplam elektrik enerjisi gereksiniminin % 5'ine kadarını, ısıtmada ısı enerjisi gereksiniminin %30'una kadarını, toplam enerji (elektrik + ısı enerjisi) gereksiniminin ise %14'ünü karşılama olanağına sahiptir³⁰⁷.

3.5.1.5. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Biyokütle Enerjisi Potansiyeli

Daha önce ifade edildiği üzere, biyokütle enerjisi, sadece kullanım miktarı açısından değil, potansiyel miktarı açısından da yıllar itibariyle değişim göstermektedir. Enerji ormancılığı ve enerji tarımı gibi biyokütle yetiştiriciliği temeline dayalı uygulamalar nedeniyle ortaya çıkan bu durum, hem biyokütle kullanımına hem de biyokütle potansiyeline ilişkin sayısal verilerin düzenli aralıklarla güncellenmesini gerekli kılmaktadır.

AB de, son yıllarda, özellikle biyokütle yetiştiriciliği gibi çağdaş biyokütle enerjisi çalışmalarına ağırlık vermektedir. Biyokütlelerin kolayca depolanabilir olmasının yanı sıra; biyokütle yetiştiriciliği yoluyla küresel iklim değişikliğinin

³⁰⁷ Türkiye Jeotermal Derneği, "Türkiye'de Jeotermal", <http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 17.03.2008); EİE, "Türkiye'de Jeotermal Enerji", http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html, (Erişim Tarihi: 16.03.2008); DPT, **8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2609, Ankara, 2001, s. 35.

yarattığı olumsuz etkilerin azaltılabilmesi ve kırsal kesimde yaşayan kişilere iş olanakları yaratılabilmesinin mümkün oluşu, AB'nin bu alandaki potansiyel belirleme çalışmalarını da hızlandırmasına neden olmaktadır³⁰⁸.

Bununla birlikte, biyokütle kaynaklarının rüzgar ve güneş enerjisinden farklı olarak, daha somut bir fiziksel özelliği olması ve potansiyelinin insan eliyle geliştirilebilmesi ise, AB'nin biyokütle potansiyeline ilişkin yayımlanan sayısal verilerin, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha tutarlı ve birbirini doğrular nitelikte çıkmasını sağlamaktadır. Tablo 17'de, **Avrupa Çevre Ajansı - European Environment Agency (EEA)** ve **Biomass Technology Group (BTG)** tarafından yapılan çalışmaların sonuçları yer almaktadır.

Tablo 17: AB'nin Biyokütle Enerji Potansiyeli (2000, 2010 ve 2020 yılları)

	2000 (Mtpe)	2010 (Mtpe)	2020 (Mtpe)
BTG (AB 27 için)	159	183	210
EEA (AB 25 için)	-	180	210-230

Kaynak: EUBIA., “Biomass Resources and Production Potential”, <http://www.eubia.org/215.0.html>, (Erişim Tarihi: 18.03.2008); EEA, “How Much Biomass Can Europe Use without Harming the Environment”, EEA Briefing, s. 2, 2005/2, http://reports.eea.europa.eu/briefing_2005_2/en/briefing_2_2005.pdf, (Erişim Tarihi: 17.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Çalışmalardan elde edilen ortak bulgulara göre; AB'nin enerji amaçlı biyokütle potansiyelinin 2010 yılına gelindiğinde **180-183 Mtpe** (yaklaşık 2.100 TWh/yıl), 2020 yılında ise **210-230 Mtpe** (Yaklaşık 2.600 TWh/yıl) olması beklenmektedir. Bu değerler, BTG'nin 2000 yılı için yaptığı 159 Mtpe potansiyel öngörüsünün üzerinde olup, 2020 yılında AB'nin biyokütle enerjisi potansiyelinin % 32 ile % 45 aralığında artacağını göstermektedir. 2010 yılı rakamları da, AB'nin birincil enerji tüketim değerinin (2005 yılı: 1.811 Mtpe) yaklaşık % 10'unun veya

³⁰⁸ Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, “Renewable Energy in the European Union”, Environmental Fact Sheet, No: 18, September 2005, s. 12, <http://www.acidrain.org/pages/publications/factsheet/factsheet18.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.03.2008).

elektrik enerjisi üretim değerinin (2005 yılı: 3.310 TWh/yıl) % 64 'ünün sadece biyokütlelerden karşılanabileceğini kuramsal açıdan ortaya koymaktadır.

Çalışmalarda yer alan bir başka değerlendirme ise, enerji amaçlı biyokütlelerin kaynak dağılımıyla ilgilidir. EEA'nın, genel olarak, doğal hayata zarar vermeyecek tarımsal biyokütle kaynaklarının artacağına ilişkin öngörüsüne karşın; BTG, tarımsal biyokütle potansiyelinde fazla bir artış yaşanmayacağını belirtmektedir.

BTG'ye göre, asıl artış hayvansal ve bitkisel artıklar ile kentsel ve evsel atıklarda yaşanacak olup; bu kaynakların toplam biyokütleye oranının 2010 yılında % 61'e, 2020 yılında % 64'e yükselmesi beklenmektedir. EEA'nın, biyoyakıt üretiminin artma olasılığı doğrultusunda tarımsal biyokütle potansiyeli beklentisi ise, 2010 yılı için % 22 olurken, 2020 yılı için yaklaşık % 56'dır. Bu artışta, geniş tarımsal alanları bulunan Almanya ve Fransa'nın önemli oranda etkili olacağı düşünülmektedir³⁰⁹. Her iki çalışmada toplam biyokütle kaynakları içindeki payı % 15 ile % 25 oranında gösterilen enerji amaçlı orman ürünlerinde ise en yüksek potansiyel sırasıyla; İsveç, Fransa, Finlandiya, Polonya ve Portekiz'de bulunmaktadır³¹⁰.

Türkiye de, biyokütle enerji potansiyeli açısından incelendiğinde, AB ülkeleri gibi önemli bir kaynağa sahiptir. Bu konuda yapılan çalışmalardan biri, Türkiye'nin yıllık biyokütle potansiyelinin yaklaşık **17 Mtpe (198 TWh)** olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı çalışmada, biyokütle potansiyelinin kaynaklara göre dağılımı da araştırılmış olup Tablo 18'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

³⁰⁹ EUBIA., "Biomass Resources and Production Potential", <http://www.eubia.org/215.0.html>, (Erişim Tarihi: 18.03.2008); EEA, "How Much Biomass Can Europe Use without Harming the Environment", EEA Briefing, 2005/2, s. 2, http://reports.eea.europa.eu/briefing_2005_2/en/briefing_2_2005.pdf, (Erişim Tarihi: 17.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

³¹⁰ Antti Asikainen vd., "Forest Energy Potential in Europe (EU-27)", **Working Papers of the Finnish Forest Research Institute**, No: 69, Helsinki, 2008, s. 14-15.

Tablo 18: Türkiye'nin Biyokütle Enerji Potansiyelinin Kaynaklara Göre Dağılımı

Biyokütle Tipi	Enerji Potansiyeli (Mtpe)
Orman ve ağaç işleme artıkları	4,30
Yakacak odun	4,16
Kuru tarımsal artıklar	4,56
Nemli tarımsal artıklar	0,25
Hayvansal atıklar	2,35
Belediye katı atıkları	1,30
Toplam	16,92

Kaynak: Mustafa Acaroğlu, “Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Uygulamaları, Gelecek Senaryoları ve Beklentiler”, (*Biyoenerji 2004 Sempozyumu - 20-22 Ekim 2004, İzmir*), s. 11-12, <http://www.biodieselturk.com/izmir2004-Biyokutlepotansiyel.pdf>, (Erişim Tarihi: 18.03.2008).

Bu çalışmaya göre; Türkiye'nin biyokütle enerji potansiyelinin önemli bir kısmı artık ve atıklardır. Sadece, toplam tarımsal artık miktarının kuru madde olarak yaklaşık 40–53 milyon arasında olduğu hesaplanmaktadır³¹¹. Özellikle, İç Anadolu, Ege, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin büyükbaş hayvancılık ve tarım alanları açısından elverişli oluşu, Türkiye'nin klasik biyokütle potansiyelini önemli oranda artırmaktadır. Ayrıca, 2000’li yıllardan itibaren, biyomotorin ve biyoetanol gibi çağdaş biyokütle uygulamalarına yönelik ham madde üretimine (tatlı sorgum, şeker pancarı ve mısır) de ağırlık verilmektedir³¹².

Biyokütle alanındaki çalışmalardan bir diğeri ise, Türkiye’deki orman ve gıda endüstrileri ile tarım artıklarından kaynaklanan biyokütle potansiyelinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Türkiye'nin enerji amaçlı, ekonomik olarak kullanılabilir potansiyelinin yaklaşık **25 Mtpe/yıl (291 TWh/yıl)** olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, özellikle kayısı ve şeftali çekirdekleri ile zeytinin

³¹¹ Mustafa Acaroğlu, “Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Uygulamaları, Gelecek Senaryoları ve Beklentiler”, (*Biyoenerji 2004 Sempozyumu - 20-22 Ekim 2004, İzmir*), s. 11-12, <http://www.biodieselturk.com/izmir2004-Biyokutlepotansiyel.pdf>, (Erişim Tarihi: 18.03.2008).

³¹² TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 135.

çekirdek ve posasından elde edilen prina yağının, biyokütle enerjisi açısından oldukça zengin kaynaklar olduğu bulgusu da yer almaktadır³¹³.

Bu ve benzeri çalışmalardan biyokütle potansiyeliyle ilgili çıkan rakamsal sonuçlar değerlendirildiğinde; Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin (2006 yılı: 99,83 Mtp^e)³¹⁴ yaklaşık % 17 ile % 25'nin, elektrik enerjisi üretiminin (2006 yılı:176,3 TWh) ise tamamının karşılanabilme olanağı bulunmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu değerler, AB'nin biyokütle potansiyeli ortalamasının (2000 yılı: 5,9 Mtp^e) yaklaşık "3-4 katı bir büyüklüğe" sahip olduğunu da göstermektedir.

3.5.1.6. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Yukarıda ifade edilen yenilenebilir kaynakların dışında, AB'nin Atlas Okyanusu'na ve açık denizlere kıyısı olan ülkelerindeki diğer enerji kaynakları dalga ve gelgitler olmaktadır. AB, günümüzde üçüncü nesil (en son nesil) teknoloji sınıfına girmekte olan deniz veya okyanus kaynaklı dalga ve gelgit enerjilerine³¹⁵ büyük önem vermekte ve bu kaynakların potansiyel belirleme çalışmalarını sürdürmektedir.

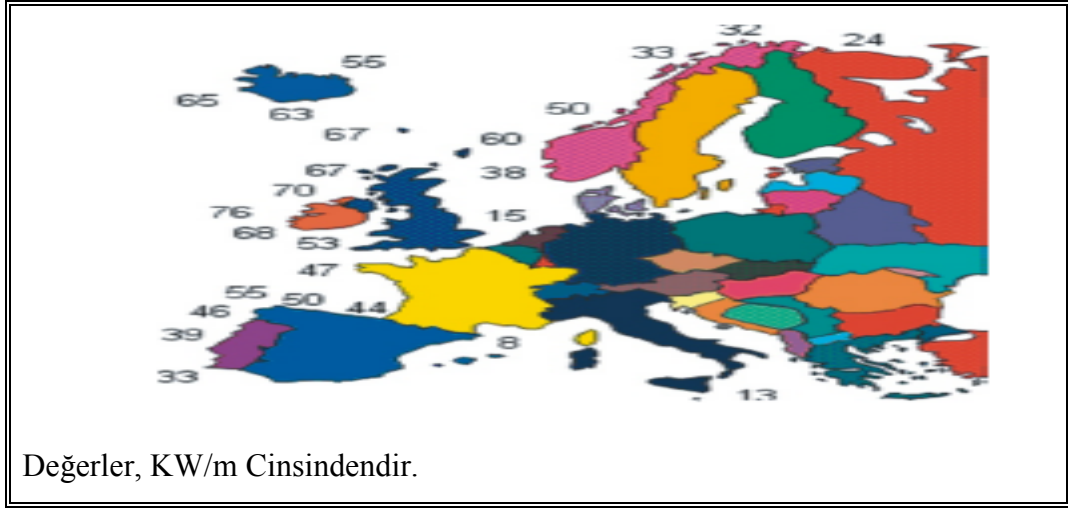
Bu bağlamda, AB Komisyonu desteğiyle gerçekleştirilen bir araştırma, AB'nin dalga enerjisi potansiyelini, dalga büyüklüklerinin sahip olduğu gücü hesaplayarak ortaya koymaktadır. Şekil 23, Avrupa kıyılarındaki dalgaların metre başına taşıdığı enerji potansiyelini göstermektedir.

³¹³ Aysel T. Atımtay ve Hüseyin Topal, "Türkiye'de Biyokütleden Temiz Enerji Eldesinin Araştırılması", (TÜBİTAK Projesi), <http://basarioykuleri.tubitak.gov.tr/dokuman/sunum/poster18.ppt>, (Erişim Tarihi: 19.03.2008).

³¹⁴ ETKB, "Birincil Enerji Kaynakları Tüketim Gerçekleşmeleri", [http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/gecmis_yillar/BİRİNCİL%20ENERJİ%20KAYNAKLARI%20TÜKETİMİ\(Bin%20Tep\).xls](http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/gecmis_yillar/BİRİNCİL%20ENERJİ%20KAYNAKLARI%20TÜKETİMİ(Bin%20Tep).xls), (Erişim Tarihi: 19.03.2008).

³¹⁵ IEA, 2007 (Renewables); s. 27.

Şekil 23: Avrupa Birliği'nin Dalga Enerjisi Potansiyeli



Değerler, KW/m Cinsindedir.

Kaynak: Maria T. Pontes vd., “The European Wave Energy Resource”, (3rd European Wave Energy Conference – 30.09-02.10.1998, Greece), <http://www.wave-energy.net/Library/WaveEnergyBrochure.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

Şekil 23'e göre, Atlas Okyanusu'na kıyısı olan ülkelerin önemli miktarda dalga enerjisi potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Özellikle, Atlas Okyanusu'nun kuzeydoğu (İrlanda, İngiltere-Kuzey Denizi dahil) kıyılarındaki dalga gücü seviyesi, diğer bölgelerle karşılaştırıldığında daha yüksek olup, yaklaşık 290 GW kapasite büyüklüğünde bir enerji potansiyelini işaret etmektedir.

Avrupa'nın güney bölgeleri (Portekiz, İspanya, Fransa) de dalga enerjisi potansiyeli açısından zengin bölgelerdir. Akdeniz'e kıyısı olan Birlik ülkelerinde yaklaşık potansiyelin 30 GW seviyesinde olduğu tahmin edilmektedir. Böylece, Avrupa kıyılarındaki toplam dalga enerjisi potansiyeli yaklaşık 320 GW olarak hesaplanmaktadır³¹⁶. Ancak, bu potansiyelin önemli bir kısmı (yaklaşık 200 GW) AB üyesi olmayan Norveç, İzlanda ve İskoçya gibi ülke kıyılarında bulunmaktadır. Bu nedenle, AB'nin dalga enerjisi ekonomik potansiyelini yaklaşık **120 GW** olarak belirtmek mümkündür.

³¹⁶ Maria T. Pontes vd., “The European Wave Energy Resource”, (3rd European Wave Energy Conference – 30.09-02.10.1998, Greece), <http://www.wave-energy.net/Library/WaveEnergyBrochure.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

AB'nin dalga ve gelgit enerjisi potansiyeline ilişkin bir başka çalışma ise, Avrupa kıyılarındaki 106 farklı bölgede yapılan ölçümlere dayanmaktadır. Bu çalışmanın sonucuna göre, AB ülkelerinin gelgit enerjisi potansiyeli 48 TWh/yıl'dır. Dalga enerjisiyle birlikte toplam ekonomik potansiyelin **230 GW** olarak hesaplandığı araştırmanın, örneklem sayısı dikkate alındığında, bir önceki çalışmaya kıyasla daha gerçekçi sonuçlar verme olasılığı yüksektir³¹⁷.

Türkiye'de ise, gelgit kaynaklı enerji konusunda yeterli potansiyel olmamakla birlikte³¹⁸, yararlanılabilir ölçüde dalga potansiyelinin bulunduğu belirtilmektedir. Bu alandaki potansiyel belirleme çalışmalarından en önemlisi ise **NATO TU-Waves Projesi (NATO TU-Waves Project)** sonucunda oluşturulan **Türk Kıyı Rüzgarları ve Derin Deniz Dalga Atlası**³¹⁹ adlı çalışmadır.

Bu çalışmaya göre; yıllık ortalama 4-17 KW/m dalga gücü olan Türkiye denizlerinden en az **10 TWh/yıl** elektrik enerjisi elde etme potansiyeli bulunmaktadır. Bu potansiyelin değerlendirilebilmesi için en uygun bölgeler; Karadeniz'in batısı, İstanbul Boğazı'nın kuzeyi ve Ege Denizi'nin güneybatı kıyıları açıkları; Marmaris ve Finike arasındadır. Başlangıç denemeleri için bu suların uygun olduğu değerlendirilmektedir³²⁰. TÜSİAD'ın 1998 tarihli çalışmasında da, Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyelinin tahmini olarak **18,5 TWh/yıl** olduğu belirtilmektedir³²¹. Her iki değer göz önüne alındığında, Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık % 10'unun dalga enerjisiyle sağlanabilmesi olasıdır.

³¹⁷ Bu araştırmaların yanı sıra, AB; deniz akımları, ısı ve tuzluluk oranı farklılıklarından elde edilebilecek enerji potansiyeli konusunda da araştırmalarını sürdürmektedir. European Islands Network on Energy & Environment, "Ocean Energy", <http://www.europeanislands.net/?secid=9&pid=46&>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

³¹⁸ Müezzinoğlu, a.g.ç., s. 7; TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 80.

³¹⁹ Bu çalışma, Dr. Saleh Abdalla'nın, Prof. Erdal Özhan'ın danışmanlığında yürüttüğü doktora tez araştırmasında METU3 olarak adlandırılan üçüncü kuşak fiziksel dalga modeline dayanmaktadır (1991). METU3 dalga tahmin modeli, NATO'nun SfS (Science for Stability) programınca 1993-2001 yılları arasında desteklenen "Türkiye Kıyıları Rüzgar ve Dalga İkliminin Belirlenmesi" adlı kapsamlı projede (NATO TU-Waves Projesi), Türkiye'yi çevreleyen denizlere uyarlanmış ve bunun sonucunda hazırlanan Atlas (Özhan ve Abdalla), 2002 yılında Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi tarafından yayımlanmıştır.

³²⁰ Uyar ve Sağlam, a.g.m., s. 4-5.

³²¹ TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 80.

Tüm bu çalışmalarla birlikte, Hem AB’de hem de Türkiye’de, dalga veya gelgit enerjisine dayalı elektrik enerjisi üreten ticari nitelikli ve büyük ölçekli bir santral henüz bulunmamaktadır.

3.5.2. Türkiye ve Avrupa Birliği’nin Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Bir önceki bölümde belirtildiği üzere, gerek AB ülkelerinde gerekse Türkiye’de, önemli miktarda teknik ve ekonomik olarak yararlanılabilecek yenilenebilir enerji kaynağı bulunmaktadır. Bununla birlikte, buradaki kilit soru, yenilenebilir enerji potansiyelinin etkin bir şekilde değerlendirilip değerlendirilmediği ve toplam enerji tüketiminde yenilenebilir kaynakların hangi oranda kullanıldığıdır.

Çalışmanın bu bölümünde; AB ve Türkiye’nin yenilenebilir enerji kullanımı kaynaklara göre ayrıntılı olarak incelenmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji kaynakları kullanımı içindeki konumları ile geleceğe ilişkin öngörü ve hedefler de diğer araştırma konularıdır³²².

3.5.2.1. Türkiye ve Avrupa Birliği’nin Güneş Enerjisi Kullanımı

AB, son yıllarda güneş enerjisi kullanımının artırılması konusunda yeni teknolojiler üzerine hızla yoğunlaşmaktadır. Klasik güneş-ısı sistemlerinin aksine, ısı elektrik teknolojisi (silindirik-parabolik sistemler, güneş güç kuleleri vb.) ve PV sistemleri, AB’nin güneş enerjisi alanındaki çalışmalarının ana noktalarını oluşturmaktadır.

³²² AB’de araştırma amaçlı dalga enerji sistemleri kurulmasına karşın ticari olarak hizmete giren herhangi bir santral henüz bulunmamaktadır. Türkiye’de de konuyla ilgili ticari nitelikte bir santral işletmede olmadığından dolayı, çalışmanın bu bölümünde dalga ve gelgit enerjisi kullanımına yer verilmemiştir. Ayrıca, bu bölümdeki tablo ve şekillerde yer alan istatistiki bilgiler, son 15 yıldaki gelişimi göstermesi açısından 1990 ve 2005 yıllarından seçilmiştir. Toplam 28 ülke ve 5 farklı enerji kaynağına bağlı olarak, 2006 ve 2007 yılına ilişkin verilerin tümü ilgili kurum ve kuruluşlarca henüz (22.03.2008 itibarıyla) yayımlanmamış olduğundan, karşılaştırmaların doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için 2005 yılı verileri kullanılmıştır. Tablo ve şekillerdeki veriler dışında, AB veya Türkiye ile ilgili güncel değerlerin yer verilmesine özen gösterilmiştir.

AB yetkilileri, son olarak İspanya'nın Sevilya (Seville) şehrinde kurulan ve toplam yatırım maliyeti 16,7 Milyon € tutarındaki Avrupa'nın ilk ticari ölçekli "heliostat" tipi elektrik santralinin açılışını 2007 yılında gerçekleştirmiştir. 624 adet hareketli aynadan oluşan 11 MW kapasiteli santral (Şekil 24), yılda 23 GWh elektrik enerjisi üretecek ve yaklaşık 10.000 kişinin elektrik enerjisi gereksinimini karşılayacaktır³²³. AB Komisyonu Enerji Komiseri **Andris Piebalgs** da, güneş enerjisi alanındaki bu gibi yeni teknolojilerin, küresel iklim değişikliğine karşı mücadele edilmesi ve sektördeki rekabetin güçlendirilerek hem enerji arz güvenliğinin sağlanması, hem de iş olanaklarının yaratılmasında Avrupa için yeni bir seçenek olduğunu vurgulamaktadır³²⁴.

Bu çalışmalara karşın, teknik ve ekonomik potansiyeli yüksek olan güneş enerjisi ısıl elektrik teknolojisi henüz gelişme aşamasındadır. Orta ve uzun dönemde maliyetlerde yaşanacak düşüşle birlikte, bu sektörün gelecek 20 yıl içinde büyümesi beklenmektedir³²⁵.

Şekil 24: PS10 Güneş Enerjisi Santrali (Sevilya-İspanya)



Kaynak: EC DGET, 2007 (Concentrating); s. 13 ve

<http://flickr.com/photos/74424373@N00/1448540890>, (Erişim Tarihi: 23.03.2008).

³²³ İspanya'da, yine AB destekli Andasol (50 MW) ve Solar Tres (15 MW) adlı 2 projenin yapımı devam etmektedir. EC DGET, **Concentrating Solar Power: From Research to Implementation**, European Communities Publications, Belgium, 2007, s. 8.

³²⁴ "EU Energy Research: First Commercial Scale Concentrating Solar Power Plant in Europe Inaugurated in Spain", EC Press Release of 30.03.2007, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/448>, (Erişim Tarihi: 23.03.2008).

³²⁵ EREC, 2004 (Scenario); s. 8.

Türkiye’de ise, konuyla ilgili herhangi bir resmi çalışma yürütülmemekte olup, araştırmaların ağırlıklı olarak güneş enerjisi ısı ve PV sistemleri üzerine gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu nedenle Türkiye, günümüzde güneş enerjisinden, daha çok ısı enerjisi üretme amaçlı yararlanmaktadır (Tablo 19).

Tablo 19: AB ve Türkiye’nin Güneş Enerjisi Kullanımı (1990-2005)

(Btpe)	Güneş-Isı Enerjisi		Güneş-Elektrik (PV) Enerjisi	
	1990	2005	1990	2005
AB-27	153	688	0,43	128
Türkiye	28	385	-	-

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

Tablo 19’den anlaşılacağı üzere, 1990-2005 yılları arasında hem AB’de, hem de Türkiye’de güneş enerjisi kullanımında önemli oranda artış yaşanmıştır. AB’nin güneş enerjisi kullanımındaki artış, Türkiye’de olduğu gibi sadece ısı enerjisi tüketiminden değil, aynı zamanda elektrik enerjisi tüketiminden kaynaklanmaktadır. AB, bu dönemde PV sistemlerinden elde edilen elektrik enerjisi miktarını yaklaşık 300 kat artırırken, Türkiye’de bu sektör ekonomik gerekçelerden dolayı yeterli gelişmişlik seviyesine ulaşamadığı için, tüketim miktarıyla ilgili gerçekçi bir veri bulunmamaktadır.

Türkiye’nin PV sektöründeki konumuna karşın, ısı teknolojisi içinde yer alan sıcak su sistemleri (düzlemsel güneş toplayıcıları) üretim ve kullanımı oldukça yüksek düzeydedir. Özellikle, ülkenin batı ve güney bölgelerinde yoğun olarak kullanılan bu sistemlerden üretilen ısı enerjisi miktarı, 2005 yılında 385 Btpe seviyesinde olup, 2007 yılında bu rakamın 420 Btpe’ye yükseldiği öngörülmektedir³²⁶. Türkiye, sahip olduğu 6,3 GW üretim kapasitesi itibariyle de, bu alanda Çin’in ardından dünyada ikinci sırada yer alırken³²⁷; Birlik üyesi olduğu

³²⁶ EİE, “Türkiye’de Güneş Enerjisi”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/tgunes.html>, (Erişim Tarihi: 22.03.2008).

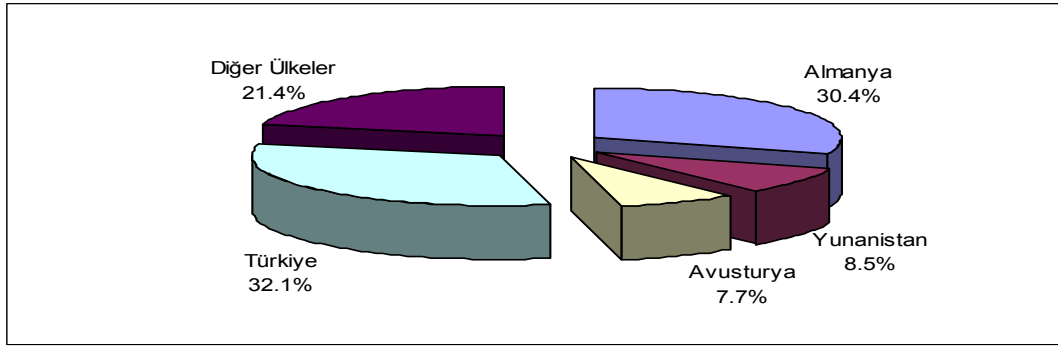
³²⁷ IEA, 2007 (Heating); s. 30

varsayımında, AB'nin güneş enerjisinden en çok yararlanan ülkesi (% 32,4) olmaktadır (Şekil 25).

Güneş enerjisi kullanımında AB'nin hızlı gelişiminin altında yatan nedenler incelendiğinde ise, özellikle Almanya'nın ve Alman firmalarının çok büyük payı olduğu ortaya çıkmaktadır. Gerek ısı enerjisi, gerekse elektrik enerjisi üretiminde 365 Btpe ile AB'nin birinci ülkesi konumundaki Almanya (Şekil 25), yeni nesil PV sistemlerine yönelik yatırımlarıyla dünyada da dikkat çekmektedir.

Almanya, 2000-2003 döneminde, tam 100.000 çatıya PV yerleştirilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiş³²⁸ ve 2005 yılında, PV sistemleri üretimiyle Japonya'yı geride bırakarak dünya PV pazarının ilk sırasına yerleşmiştir³²⁹. Alman PV üreticisi Q-Cells de, 2006 yılındaki % 14,5'lik pazar payıyla dünyada ikinci sırada yer alırken³³⁰; İspanya'daki PS 10, Solar Tres ve AndaSol güneş enerjisi elektrik santrallerinin ortakları arasında yine Alman firmaları bulunmaktadır³³¹.

Şekil 25: AB'nin Güneş Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler ve Türkiye (2005)



Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

³²⁸ Üçgül, Şenol ve Acar, a.g.m., s. 43.

³²⁹ IEA, **Trends in Photovoltaic Applications**, IEA PVPS, August 2006, s. 5, http://www.iea-pvps.org/products/download/rep1_15.pdf, (Erişim Tarihi: 30.11.2007); Solarbuzz Research Co., “2007 World PV Industry Report Highlights”, <http://www.solarbuzz.com/Marketbuzz2007-intro.htm>, (Erişim Tarihi: 28.11.2007).

³³⁰ http://www.q-cells.com/cmadmin_2_478_0.html, (Erişim Tarihi: 03.12.2007).

³³¹ EC DGET, 2007 (Concentrating); s. 13, 16, 18.

Almanya, Türkiye'nin de Birliğe dahil olduğu varsayımı altında % 30,4'lük payıyla AB-27 içinde birinci sırada olmasına karşın; güneş enerjisinin, ülkenin toplam yenilenebilir enerji kullanımı içindeki oranı oldukça düşüktür (% 2,1). Bununla birlikte, Yunanistan, hem güneş enerjisi kullanımı açısından AB'nin ikinci ülkesi olmakta (% 8,5), hem de yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin % 6,1'i güneş enerjisinden oluşmaktadır. Ancak, güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça zengin olan Yunanistan da, Türkiye gibi PV sektöründe ciddi bir ilerleme sağlayamamıştır. Yunanistan'ın 102 Btpe değerindeki güneş enerjisi tüketiminin (2005 yılı) tamamı sıcak su sistemlerinden kaynaklanmaktadır. Yunan Hükümeti, güneş enerjisi kullanımının artırılması amacıyla çeşitli vergi teşvikleri uygulamaya koymuş; PV sistemlerinin yüksek maliyetleri nedeniyle bu teşviklerin etkisi sınırlı kalmıştır³³².

AB'nin güneş enerjisi kullanımında önemli paya sahip olan diğer bir ülke Avusturya'dır. Avusturya, 2005 yılındaki 92 Btpe güneş enerjisi tüketimi ve % 7,7'lik payıyla AB-27 içinde üçüncü sırada yer almaktadır. AB'nin 2003 yılında başlattığı yerel ve bölgesel teşvik sistemi (destekli fiyat tarifesi) uygulaması nedeniyle federal teşvik düzenlemelerinin etkinliğini yitirmesi ve PV sektörüne yönelik yatırım desteklerinin (sübvansiyonların) ulusal düzeyde kaldırılması nedeniyle, Avusturya'nın yıllık PV kapasitesinde düşüş yaşanmaktadır³³³. Bu nedenle, pasif ısıtma sistemleri (güneş mimarisi) ve sıcak su sistemleri, ülkenin güneş enerjisi kullanımının neredeyse tamamını (% 99) karşılar konuma gelmektedir.

Şekil 25'te yer almamasına karşın, İspanya'nın son yıllarda güneş enerjisi elektrik teknolojisi ve PV sistemleri alanındaki yatırımlarını göz ardı etmemek gerekir. PS 10 Güneş Enerjisi Santrali'nin devreye girmesi ve diğer santrallerin tamamlanmasıyla birlikte, İspanya bu alanda AB'nin tek ülkesi olma özelliğine sahip olacaktır. İspanya'nın, sadece 2000-2005 döneminde toplam PV kapasitesini yaklaşık 4 kat artırması da (2000: 12,1 MW - 2005: 57,4 MW)³³⁴ ülkenin, Almanya'nın ardından Birliğin ikincisi ülkesi olmasını sağlamıştır.

³³² WEC, 2007 (Survey); s. 406.

³³³ IEA, 2006 (Photovoltaic); s. 7.

³³⁴ IEA, 2006 (Photovoltaic); s. 6.

Tablo 20: AB ve Türkiye’de Güneş Enerjisi Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) ve Birincil Enerji Kaynakları (BEK) İçindeki Yeri (1990-2005)

	Güneş Enerjisi/YEK Kullanımı		Güneş Enerjisi/BEK Kullanımı	
	1990	2005	1990	2005
AB-27	0,2	0,6	< 0,1	< 0,1
Türkiye	0,2	3,8	< 0,1	< 0,1

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Sonuçta; AB’nin bu alandaki öncü ülkeleri ile Türkiye’nin, güneş enerjisi kullanım seviyesini geliştirmesinin bir sonucu olarak, güneş enerjisinin yenilenebilir enerji kaynakları içindeki payları 1990-2005 döneminde artış göstermiştir (Tablo 20). Türkiye, AB ile karşılaştırıldığında daha büyük bir artış kaydetmekle birlikte, AB’nin yenilenebilir kaynaklarında güneş enerjisinin payının çok fazla artmadığı görülmektedir.

Türkiye’de yaşanan bu artışta; sıcak su sistemleri maliyetlerinin, ürün yaşam eğrisindeki konumuna bağlı olarak düşmesi ve tüketiminin artması ile diğer yenilenebilir enerji kaynakları kullanımındaki değişim oranları etkili olmaktadır. Güneş enerjisi tüketiminde, özellikle hidroelektrik, jeotermal ve klasik biyokütle kaynaklarının aksine, doygunluk seviyesine henüz ulaşılmamış olması da önemli bir nedendir.

PV sistemleri, AB’nin güneş enerjisi kullanımındaki artışı büyük oranda etkilemekle birlikte, klasik güneş ısı teknolojisinin (sıcak su sistemleri, pasif ısıtma vd.) daha çok ülke tarafından kullanılması, bu doygun teknolojinin gelişim hızının Türkiye’nin gerisinde kalmasına neden olmaktadır. AB ülkeleri ayrıntılı olarak incelendiğinde, güneş enerjisi potansiyelinin genelde kıtanın güney bölgesinde daha

yoğun olması ve 10 Btpe üzerindeki toplam güneş enerjisi üretiminin sadece 10 ülke (bu ülkelerin çoğu eski üye ülkeler) tarafından gerçekleştirilmesi de, yenilenebilir enerji kaynakları içindeki güneş enerjisinin oranını kısıtlamaktadır.

AB ve Türkiye'deki tüm bu artışlara karşılık, güneş enerjisi kullanımının birincil enerji kaynakları içindeki payları da istenilen ölçüde yükselmektedir. Yukarıda ifade edilen nedenlere ek olarak, hem Türkiye'de hem de birçok AB ülkesinde doğal gaz tüketiminin Birlik üretiminin oldukça üstünde oluşu, güneş enerjisinin birincil enerji kaynaklarına oranlarını % 0,1'in altında tutmaktadır. İlgili dönemde doğal gaz tüketiminin AB'de yaklaşık % 50 ve Türkiye'de % 700 oranında artması, ortaya çıkan sonucun doğal bir göstergesidir.

3.5.2.2. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Günümüz küresel enerji mücadelesinin, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve ani küresel iklim değişikliğinin önlenmesine dayanmakta oluşu, birçok yenilenebilir enerji kaynağının olduğu gibi rüzgar enerjisinin de ön plana çıkmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, rüzgar enerjisi, güneş enerjisiyle kıyaslandığında maliyet ve süreklilik bakımından daha elverişli bir konuma sahiptir. Bu nedenle, AB ülkeleri, çağdaş yenilenebilir enerji teknolojileriyle ilgili yatırımlarını ağırlıklı olarak rüzgar enerjisi sektörüne yönlendirmektedir³³⁵.

AB'nin hem karasal alan, hem de kıyı ötesi rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olmasına karşın, mevcut politik ve teknolojik olanaklar dahilinde genelde karasal alan sistemleri tercih edilmektedir. 2006 yılı sonu itibarıyla AB ülkelerindeki rüzgar enerjisi kapasitesinin (48.000 MW)³³⁶ sadece % 1,8'lik bir bölümü (860 MW) kıyı ötesi sistemlerden oluşmaktadır. Ancak, yapılan öngörüler, AB ülkelerinin

³³⁵ GWEC ve Greenpeace, 2005 (Wind); s. 2-4.

³³⁶ Avrupa'da rüzgar enerjisinin gelişimi konusunda etkili çalışmalar yürüten EWEA ise, 2003 yılında yayımladığı bildiriye, 2010 yılı için toplam kıyı ötesi santral kapasite hedefini 10.000 MW, tüm santraller için 75.000 MW şeklinde yenilemiştir. EWEA'nın, aynı dönem için 1997 yılında belirlediği ve Birlik'in Beyaz Kitabı'nda da yer alan karasal ve kıyı ötesi santral kapasite hedefi ise 40.000 MW idi. EWEA, "Wind Power Targets for Europe", (Briefing of October 2003), http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/briefings/75gw.pdf, (Erişim Tarihi: 23.03.2008).

kıyı ötesi rüzgar potansiyelinden gelecekte daha çok yararlanacağı yönündedir. Nitekim, kıyı ötesi rüzgar enerjisi sektörünün 2001 yılından bu yana gösterdiği hızlı büyüme eğiliminin devam etmesi halinde, 2010 yılında toplam kapasitenin yaklaşık 3.500 MW seviyesine ulaşması beklenmektedir..

AB'nin rüzgar enerjisi alanında kıyı ötesi sistemlere yönelik ilgisinin devam etmesi, şüphesiz, politik bir çerçevenin ve bu çerçevede içinde yer alacak teşvik sistemlerinin oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. AB yetkilileri, 1970'li yıllarda Avrupa'nın, petrol krizleri karşısında Kuzey Denizi petrolerini "kurtarıcı kaynak" olarak görmesi ve bu amaçla kıyı ötesi petrol ve doğal gaz çalışmalarına destek verilmesini örnek göstererek, benzer bir anlayışın rüzgar enerjisi için de oluşturulmasını savunmaktadırlar. Böylece, yatırım risklerinin azaltılması, şebeke alt yapılarının planlanması, kamu ve özel sektöre yol gösterilmesi ile üye ülke politikalarının uyumlaştırılması da mümkün olabilecektir³³⁷.

Türkiye'de ise rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretimi oldukça yenidir. İlk olarak 1985 yılında, **İzmir-Çeşme Altinyunus Turistik Tesisleri**'ne Danimarka'dan getirilmiş olan rüzgar türbini kurulmuş; şebeke bağlantılı ilk rüzgar enerjisi sistemi ise, 1998 yılında ve yine Çeşme'de (Alaçatı) elektrik enerjisi üretimine başlamıştır³³⁸.

2007 yılı sonuna gelindiğinde, Türkiye'nin işletmede olan ve tamamı karasal alan sistemi 10 adet rüzgar enerjisi santrali bulunmaktadır. Bu sistemlerin toplam kurulu gücü 146,25 MW³³⁹ seviyesinde olup, Türkiye'nin ekonomik olarak öngörülen 10.000 MW rüzgar enerjisi potansiyelinin sadece % 1,5'ini, 88.000 MW teknik potansiyelinin % 0,2'sini ifade etmektedir. Aynı zamanda bu rakam, **9. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Taslak Raporu**'nda yer

³³⁷ EWEA, **Delivering Offshore Wind Power in Europe: Policy Recommendations for Large-Scale Deployment of Offshore Wind Power in Europe by 2020**, EWEA Publications, Brussels, 2007, s. 1-11.

³³⁸ Alemdaroğlu, a.g.e., s. 66.

³³⁹ Toplam 276,9 MW kapasiteli 6 adet santralin inşaatı hala devam etmektedir. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB), "Rüzgar Enerjisi Sektör Raporu", (03.12.2007), <http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/guncel/03.12.2007-RuzgarEnerjiProjelerininSondurumu.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.03.2008). Konuyla ilgili ayrıntılı bilgiler, çalışmanın "Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Alanında Yapılmakta Olan Yatırımlar" adlı bölümünde yer almaktadır.

alan 2007 yılı öngörüsünün (1.413 MW) de oldukça altında kaldığını göstermektedir. Bunun temel nedeni, 2007 yılı için EPDK'dan lisans alan proje toplamına göre bu öngörünün yapılmış olmasıdır³⁴⁰.

Tablo 21: AB ve Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımı (1990-2005)

(Btpe)	Rüzgar Enerjisi Kullanımı	
	1990	2005
AB-27	67	6.062
Türkiye	0	5

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

Bu açıklamaların ardından, AB ve Türkiye'nin, 1990-2005 dönemi rüzgar enerjisi kullanımı değerlendirildiğinde, özellikle AB açısından oldukça çarpıcı bir büyümenin gerçekleştirildiği görülmektedir (Tablo 21). 1990 yılı başında sadece 67 Btpe olan rüzgar enerjisi tüketim miktarı, aradan geçen 15 sene içerisinde tam 90 kat artmış ve 2005 yılı sonunda 6.062 Btpe (70.482 GWh) seviyesine ulaşmıştır. Bu hızlı artışın devamı halinde, 2010 yılında Birliğin elektrik enerjisi üretiminin % 21'inin (AB-25 için) yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedefinin yakalanması mümkün görülmektedir.

Türkiye'de, şebeke bağlantılı rüzgar enerjisi kullanımı 1998 yılından itibaren başladığından, AB ile karşılaştırma yapmak gerçekçi bir sonuç vermeyecektir. Buna karşılık, rüzgar enerjisinden, 2005 yılında yaklaşık 5 Btpe (59 GWh) elektrik enerjisi üretilmiştir. Rüzgar enerjisi kullanımı, potansiyel açısından en zengin bölgeler olan Ege Bölgesi (İzmir, Manisa) ve Marmara Bölgesi'ndeki (Çanakkale, İstanbul,

³⁴⁰ Rapor'da, toplam rüzgar enerjisi kurulu gücü, 2010 yılı için 1.788 MW, 2013 yılı için 2.163 MW olarak öngörülmektedir. RESSİAD tarafından aynı dönemler için ortaya konan hedef değerler sırasıyla; 2.900 MW ve 5.000 MW olmaktadır. RESSİAD, “9. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Taslak Raporu Üzerinde RESSİAD Görüşü”, <http://www.ressiad.org.tr/dhic.php?t=duyurular&ID=18>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008)

Balıkesir) santrallerden karşılanmaktadır³⁴¹. ETKB'nin, 2010 yılı rüzgar enerjisi üretim hedefi ise 421 Btpe (4.890 GWh) dolayındadır³⁴².

AB'nin, 1990-2005 yılları arasında rüzgar enerjisi üretiminin artışında, başta politik ve ekonomik destekler ile diğer olumlu gelişmelerin (petrol fiyatlarının yükselmesi, rüzgar türbini maliyetlerinin azalması sonucu geleneksel enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisiyle rekabet edilebilir bir seviyeye gelinmesi vd.) etkisi olmakla birlikte; özellikle üç AB ülkesinin bu alana odaklandığı görülmektedir (Şekil 25). Söz konusu üç ülke;

* AB'nin 2005 yılı rüzgar enerjisi kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin % 78'ini,

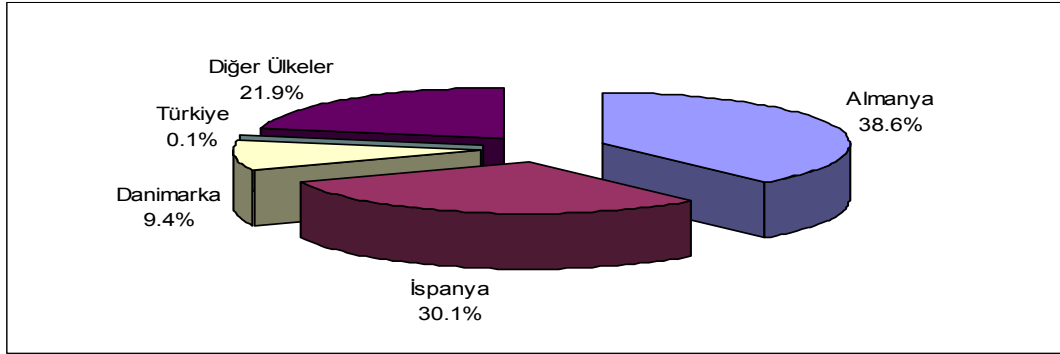
* 2007 yılı küresel rüzgar enerjisi kurulu kapasite gücünün % 43'ünü³⁴³ karşılamakta; böylece, günümüzde hem AB'deki hem de dünyadaki rüzgar enerjisi pazarının büyümesine önemli katkı yapmaktadır.

³⁴¹ TÜREB, 2007 (Santral); s. 1.

³⁴² ETKB, "Birincil Enerji Kaynakları Üretim Hedefleri", [http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/projeksiyonlar/BİRİNCİL%20ENERJİ%20KAYNAKLARI%20ÜRETİM%20HEDEFLERİ\(Orjinal%20Birimler\).xls](http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/projeksiyonlar/BİRİNCİL%20ENERJİ%20KAYNAKLARI%20ÜRETİM%20HEDEFLERİ(Orjinal%20Birimler).xls), (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

³⁴³ Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi'ne göre, 2007 yılında dünya rüzgar enerjisi santrallerinin kurulu gücü, bir önceki yıla kıyasla % 31 oranında artarak 94.123 MW seviyesine yükselmiştir. GWEC, "US, China & Spain Lead World Wind Power Market in 2007", (News of 06.02.2008), [http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=139&tx_ttnews\[backPid\]=4&cHash=6691aa654e](http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=139&tx_ttnews[backPid]=4&cHash=6691aa654e), (Erişim Tarihi: 24.03.2008).

Şekil 26: AB'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımında Başat Ülkeler ve Türkiye (2005)



Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Bu ülkelerin başında, dünya PV pazarında da birinci sırada bulunan Almanya gelmektedir. İlk olarak, Almanya'nın rüzgar enerjisi üretimindeki bazı istatistik değerlerini belirtmek gerekirse;

* 2007 yılı sonu kurulu kapasite rakamı: 22.247 MW (2001 yılına göre % 155 artış; dünyadaki toplam kapasitenin % 23,6'sı)

* AB'nin rüzgar enerjisi kaynaklı elektrik enerjisi üretimini karşılama oranı: % 38,6

* Rüzgar enerjisi kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları içindeki oranı: % 14

Bu üç temel gösterge, Almanya'nın rüzgar enerjisi üretimine verdiği önemi açıkça göstermektedir. Almanya'nın bu başarısının altındaki ana etken ise; Alman firmalarının dünya pazarındaki etkinliği kadar, kararlı bir “devlet” politikasıyla, AB'nin yenilenebilir enerji politikasına uyum konusunda yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmiş olmasıdır³⁴⁴. Özellikle, 2004 yılında yenilenen Almanya'daki

³⁴⁴ WEC, 2007 (Survey); s. 502.

Yenilenebilir Enerji Kanunu - German Renewable Sources Act (EEG), Almanya'nın 1990'lı yıllardan itibaren PV pazarında olduğu gibi rüzgar enerjisi pazarında da büyümesinin önünü açmıştır.

Kanun, bir rüzgar enerjisi santralinin kuruluş yılı da dahil olmak üzere, 20 yıla kadar uzanan destekli fiyat tarifesi (yeni santraller için sabit fiyat uygulanmakta) uygulamasını temel almaktadır. Bu şekilde, pazarda yatırım yapmak isteyen bir yatırımcı, geleceğe yönelik piyasa risklerinin büyük çoğunluğunu taşımamaktadır. Yeni Kanun'da ise, özellikle kıyı ötesi santraller konusundaki teşviklerin (destek fiyatı ve süresi) artırıldığı görülmektedir³⁴⁵. Böylece, 2010 yılından sonra karasal rüzgar enerjisi pazarında yaşanması beklenen düşüşe karşılık, kıyı ötesi sistemlerin geliştirilmesiyle hem AB'deki hem de dünyadaki öncü konumun sürdürülmesi amaçlanmaktadır³⁴⁶.

Almanya'nın ardından, bu sektörde AB'nin ikinci, dünyanın üçüncü ülkesi İspanya'dır. İspanya, son yıllarda güneş enerjisi elektrik santralleriyle ön plana çıkarken, aynı zamanda rüzgar enerjisi konusunda da oldukça hızlı bir büyüme kaydetmektedir. 2007 yılı sonu verilerine göre, toplam 15.145 MW rüzgar enerjisi kurulu kapasitesi³⁴⁷ bulunan İspanya, 2005 yılı rakamlarıyla da AB'nin rüzgar enerjisi tüketiminin % 30,1'ini karşılarken; kendi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla elde ettiği enerjinin yaklaşık % 21'ini de rüzgar enerjisinden sağlamaktadır. İspanya, sahip olduğu kurulu gücü 2001 yılından bu yana tam "4 katına"³⁴⁸ çıkartmış olup, söz konusu büyüme hızını sürdürdüğü takdirde gelecek yıllarda Almanya'nın yerini alma olasılığı yüksektir³⁴⁹.

İspanya'nın rüzgar enerjisi alanındaki başarısının ana nedeni, Almanya'daki gibi istikrarlı bir yenilenebilir enerji politikasının olmasıdır. Rüzgar enerjisi kaynaklı

³⁴⁵ German Wind Energy Association (BWE), "German Renewable Energy Act (EEG)-Amendment, 2004", http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Gesetze/Gesetze_englisch/eeg-amendment_2004_final.pdf, (Erişim Tarihi: 24.03.2008).

³⁴⁶ EWEA ve EC DGET, 2004 (Wind); s. 123.

³⁴⁷ GWEC, "US, China & Spain Lead World Wind Power Market in 2007", (News of 06.02.2008), [http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=139&tx_ttnews\[backPid\]=4&cHash=6691aa654e](http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=139&tx_ttnews[backPid]=4&cHash=6691aa654e), (Erişim Tarihi: 24.03.2008).

³⁴⁸ 2001 yılı toplam kapasitesi 3.550 MW. GWEC ve Greenpeace, 2005 (Wind); s. 9.

³⁴⁹ İspanya'nın 2010 yılı hedefi 20.155 MW kapasiteye ulaşmaktır. WEC, 2007 (Survey); s. 517.

elektrik enerjisi alımında destekli fiyat tarifesi uygulaması ve rüzgar santrallerinin ulusal elektrik şebekesine bağlantısı konusunda verilen teşvikler, İspanya'nın pazardaki gelişimini doğrudan etkilerken; türbin maliyetlerindeki düşüş ve bu düşüşün yerli türbin üreticilerini dış satıma yöneltmesi de, pazarın gelişimini hızlandıran nedenlerdir³⁵⁰. Böylece, İspanyol Gamesa firması, 2006 yılı sonunda dünya rüzgar türbini üretim kapasitesinin % 15,6'sını elinde bulundurarak (ikinci sırada) uluslararası piyasada kendine önemli bir yer edinebilmiştir³⁵¹.

AB'nin rüzgar enerjisi üretimi konusunda en deneyimli ülkesi ise Danimarka'dır. Danimarka, 1980'lerin başından itibaren rüzgar enerjisinden yararlanmakta olduğundan, kapasite artış hızı İspanya ve Almanya'nın gerisinde kalmaktadır. Buna ek olarak, yasal düzenlemelerdeki birtakım karmaşıklıklar ve destekli fiyat tarifesi uygulamasıyla birlikte yürütülen çevresel prim ödemesindeki kesintiler, özellikle 2000'li yıllardan itibaren yatırımcıların karasal rüzgar santrallerine yönelik üretim kapasitesini azaltmalarına neden olmaktadır³⁵². Danimarka, rüzgar enerjisine yönelik uygulamalarını artık daha büyük ölçekli santraller³⁵³ ve İngiltere gibi kıyı ötesi sistemler üzerinde yoğunlaştırmaya başlamıştır. Bu iki ülkenin, 2008 yılı sonunda kıyı ötesi pazarının yaklaşık % 80'ine sahip olacağı öngörülmektedir³⁵⁴.

Bu gelişmelere karşın, Danimarka, 2007 sonu verilerine göre toplam rüzgar enerjisi kurulu kapasitesi açısından dünyanın altıncı ülkesidir (3.125 MW)³⁵⁵. Ulusal elektrik enerjisi üretiminin % 18,2'sini (2005 yılı için) rüzgar enerjisinden karşılayarak bu alanda dünyanın birinci ülkesi olan Danimarka, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının yaklaşık % 18'ini de rüzgardan sağlamaktadır.

³⁵⁰ EWEA ve EC DGET, 2004 (Wind); s. 123.

³⁵¹ BTM Consult, "International Wind Energy Development: World Market Update 2006", <http://www.btm.dk/documents/pressrelease.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.12.2007).

³⁵² WEC, 2007 (Survey); s. 497.

³⁵³ EWEA ve EC DGET, 2004 (Wind); s. 123.

³⁵⁴ AB'nin rüzgar enerjisi üretiminde dördüncü sırada yer alan İngiltere, özellikle kıyı ötesi rüzgar enerjisi potansiyelinden yararlanmaya dönük olarak çalışmalarını sürdürmektedir. EWEA, 2007 (Offshore); s. 11.

³⁵⁵ GWEC, "US, China & Spain Lead World Wind Power Market in 2007", (News of 06.02.2008), [http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=139&tx_ttnews\[backPid\]=4&cHash=6691aa654e](http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=139&tx_ttnews[backPid]=4&cHash=6691aa654e), (Erişim Tarihi: 24.03.2008).

Danimarka'nın Vestas firması ise, rüzgar türbinleri pazarındaki % 28,2'lik payıyla dünya sıralamasının başında yer almaktadır³⁵⁶.

Tablo 22: AB ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Toplam Elektrik Enerjisi İçindeki Yeri (1990-2005)

Rüzgar Enerjisi/ Kullanımı (%)	Rüzgar Enerjisi/YEK Kullanımı		Rüzgar Enerjisi/ Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi	
	1990	2005	1990	2005
AB-27	< 0,1	4,8	< 0,1	2,1
Türkiye	0	< 0,1	0	< 0,1

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Tüm bu değerlendirmelerin sonucunda; Türkiye’nin rüzgar enerjisi kullanım değerinin, hem yenilenebilir kaynaklar içinde hem de elektrik enerjisi üretiminde oldukça sınırlı kaldığı görülmektedir (Tablo 22). Şüphesiz, gelecek yıllarda, inşaatı devam eden ve yatırım izni verilen santrallerin devreye girmesiyle birlikte, rüzgar enerjisinin üretim miktarı ve diğer kaynaklar içindeki payı artış gösterecektir. Bunun daha hızlı gerçekleştirilebilmesi ve rüzgar enerjisi potansiyelinin daha etkin bir şekilde değerlendirilebilmesi için, Türkiye’nin özellikle politika anlamında bazı köklü değişiklikler yapması gerekmektedir.

AB ise, rüzgar enerjisi alanında tam anlamıyla bir gelişmişlik seviyesine henüz erişebilmiş değildir. Birliğin rüzgar enerjisi kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki payının % 4,8’e yükselmesine ve elektrik enerjisi üretiminin % 2,1’nin rüzgar enerjisinden sağlanmasına karşın, büyümenin Almanya, İspanya, Danimarka ve İngiltere gibi AB’nin birkaç eski üye ülkesi tarafından karşılandığı

³⁵⁶ BTM Consult, “International Wind Energy Development: World Market Update 2006”, <http://www.btm.dk/documents/pressrelease.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.12.2007).

görülmektedir. Bu nedenle, özellikle yeni üyelerin, AB'nin enerji ve çevre politikalarıyla uyumlu rüzgar enerjisi yatırımlarına yönelmesi, bu ülkelere ekonomik ve sosyal açıdan yararlı olacağı gibi, Birlik hedeflerinin tutturulmasına da katkı sağlayacaktır.

3.5.2.3. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Hidroelektrik Enerji Kullanımı

Dünyanın birçok ülkesinde HES'ler, yeni nesil enerji sistemlerinden (PV, rüzgar santrali, CHP santrali vd.) farklı olarak kamu sektörünün öncülüğünde kurulmaktadır. Bunun başlıca nedeni, özellikle büyük ölçekli hidroelektrik enerji tesislerinin kuruluş ve işletme maliyetlerinin yüksekliğiyle birlikte, bu santrallerin bölgesel ve ulusal kalkınmanın gerçekleştirilmesinde önemli birer araç olmasıdır³⁵⁷.

Hidroelektrik enerjinin bu temel özellikleri doğrultusunda, AB ve Türkiye'de de, başta büyük ölçekli HES'ler olmak üzere birçok santralin kurulmasında kamunun etkin bir görev üstlendiği görülmektedir. Ancak, enerji piyasasının tamamiyle serbestleştirilmesi anlayışı doğrultusunda, hidroelektrik santrallerde de özel sektör yatırımlarına gereksinim duyulmuş ve bu amaçla yasal düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

AB, ilk yatırım maliyetleri yüksek olmasına karşın, çevresel etkilerinden dolayı küçük ölçekli HES'lerin (< 10 MW) yatırımını teşvik etmektedir. Aynı zamanda, bu santraller, Avrupa'nın elektrik üretimi sisteminin tamamlayıcı bir parçası olarak algılanmaktadır. Bu şekilde, merkezden uzak yerleşim yerlerinin elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanabilmesi de mümkün olmaktadır.

2005 yılı sonu itibariyle, AB'nin küçük HES kurulu kapasite toplamı bir önceki yıla göre % 3 artarak 11.601 MW seviyesine ulaşmıştır (2010 yılı Beyaz Kitap Hedefi: 14.000 MW). Yapılan öngörüler ise, 2010 yılı hedefine ulaşamayacağı yönündedir (12.786 MW). Söz konusu santrallerden üretilen elektrik enerjisi miktarı, aynı dönemde, bir önceki yıla oranla % 3,4 azalarak 41.925 GWh

³⁵⁷ Louis Berga vd., **Dams and Reservoirs, Societies and Environment in the 21 st Century**, Published by Taylor & Francis / Balkema, The Netherlands, 2006, s. 14.

(2010 hedefi: 55.000 GW) olmuştur. Bu düşüşün nedeni, diğer ülkelere kıyasla daha sıcak bir iklime sahip olan İspanya, Portekiz ve Fransa gibi ülkelerdeki yağış miktarının azalması olarak gösterilmektedir³⁵⁸.

Türkiye’de de, yapılan düzenlemeler sonucu küçük HES yatırımlarına ilgi artmaya başlamıştır. 10 MW ve altında işletmede ve inşaat halinde olan 80 küçük HES projesinin toplam kurulu gücü yaklaşık 230 MW seviyesindedir. Yapımı planlanan toplam 844 MW kurulu gücünde 210 adet küçük HES söz konusudur. Yapılan ön değerlendirmeler gerçekleştiği takdirde, küçük HES’lerin sayısının 1.590, kurulu güçlerinin 6.100 MW ve ortalama üretim miktarlarının 73.500 GWh/yıl seviyesine ulaşması mümkün olabilecektir³⁵⁹.

AB ve Türkiye’nin toplam hidroelektrik enerji (küçük ve büyük HES) üretim değerleri incelendiğinde, 1990-2005 döneminde hem AB’de hem de Türkiye’de artış kaydedilmiştir (Tablo 23). AB, bu dönemde üretimini % 11 oranında artırarak 2005 yılı sonunda 29.363 Btpe (341.375 GWh) hidroelektrik enerji üretmiştir. Türkiye, aynı dönemde daha yüksek bir büyüme oranı (% 70,9) yakalamış olup, 2005 yılı üretimi 3.402 Btpe (39.561 GW) seviyesinde gerçekleşmiştir.

Tablo 23: AB ve Türkiye’nin Hidroelektrik Enerji Kullanımı

	Hidroelektrik Enerji Kullanımı	
	1990	2005
(Btpe)		
AB-27	26.462	29.363
Türkiye	1.991	3.402

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

Bu sonuçlara göre; AB, öngörülen toplam ekonomik hidroelektrik potansiyelinin büyük kısmını (yaklaşık % 77’sini) kullanmaktadır. Türkiye,

³⁵⁸ EC DGET, “Small Hydro: Objectives-Technology”, http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/small_hydro_en.htm, (Erişim Tarihi: 26.03.2008).

³⁵⁹ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 203.

hidroelektrik enerji üretimini önemli ölçüde geliştirmesine karşın, 2005 yılında, ekonomik potansiyelinin küçük bir bölümünden (yaklaşık % 30,5'inden) yararlanabilmiştir. EİE'nin Şubat 2007 tarihinde yayımladığı raporda, ekonomik potansiyelin 1.234 Btpe'sinin (14.351 GWh) inşaat halinde, geriye kalan 5.950 Btpe'sinin (69.173 GWh) proje aşamasında olduğu belirtilmektedir. Aynı raporda; işletmede olan HES sayısı 142, inşaatı devam eden HES sayısı 41, proje halindeki HES sayısı 589 adet olarak ifade edilmektedir³⁶⁰.

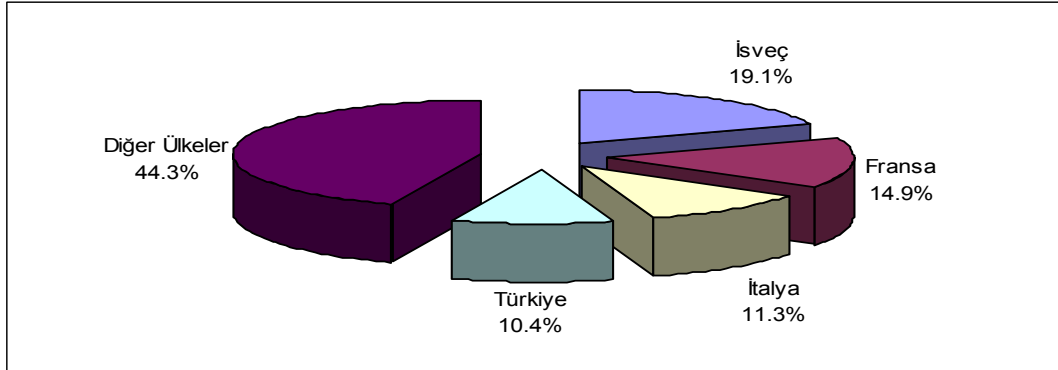
AB'nin hidroelektrik enerji tüketimi, kullanım/potansiyel oranı göz önüne alındığında, diğer yenilenebilir enerji kaynakları karşısında daha durağan bir görüntü sergilemektedir. Bununla birlikte, üretimin hangi ülkelerde yoğunlaştığını ve hangi ülkelerin Birliğin toplam hidroelektrik enerjisi üretimine katkı sağlayabileceğini de incelemek yararlı olacaktır.

Bu bağlamda, hidroelektrik enerji üretimi açısından AB'nin birinci sıradaki ülkesi İsveç olmaktadır (Şekil 27). İsveç, 2005 yılı verilerine dayanarak, 6.266 Btpe (72.874 GWh) hidroelektrik enerji üretimi gerçekleştirmiştir. Hidroelektrik enerji, oldukça zengin su kaynaklarına sahip İsveç'in toplam elektrik enerjisi üretiminin % 46'sını, yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin % 40,7'sini ve birincil enerji kaynakları tüketiminin % 12,2'sini karşılamaktadır.

Bu istatistikler, İsveç'in hidroelektrik enerji üretimine verdiği önemi göstermekle birlikte, ekonomik potansiyelin yaklaşık % 85'inin kullanılmakta oluşu ve ülkenin ekonomik gelişmişlik seviyesinin yüksekliği, gelecek yıllarda enerji talebinin yerli kaynaklardan karşılanması konusunda sorun yaratabilir. Nitekim, İsveç, ülkedeki su ve orman kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, yeterli miktarda rüzgar, güneş ve jeotermal enerji kaynağına sahip değildir.

³⁶⁰ 2006 yılı rakamlarına göre; Türkiye, ekonomik potansiyelinin % 36'sını (3.951 Btpe-45.930 GWh) kullanmaktadır. Bu değişkenlik, yağış miktarındaki düzensizlikle açıklanabilir. EİE, "EİE Tarafından Mühendislik Hizmetleri Yürütülen Hidroelektrik Santral Projeleri", Şubat 2007, s. 1-4, http://www.eie.gov.tr/turkce/HESproje/EIE_HES_PROJE_LISTESI_2007.pdf, (Erişim Tarihi: 26.03.2008).

Şekil 27: Hidroelektrik Enerji Kullanımında AB'nin Başat Ülkeleri ve Türkiye (2005)



Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

AB'nin hidroelektrik enerji üretimi konusunda başarılı diğer bir ülkesi Fransa'dır. Fransa, 2005 yılında 4.879 Btpe (56.938 GWh) hidroelektrik enerji üretimiyle İsveç'i takip etmektedir. Ancak, Fransa, hidroelektrik enerjinin toplam elektrik enerjisi üretimine oranı (% 9,9) açısından İsveç'in oldukça gerisindedir. Bu sonuç, ülkedeki elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjiye daha fazla önem verilmesinden kaynaklanmaktadır. 2005 yılı verilerine göre, Fransa'nın toplam elektrik enerjisi üretiminin % 78,5'i³⁶¹ sadece nükleer enerjiden karşılanmıştır.

Fransa'da, hidroelektrik enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarına oranı ise % 29,4 seviyesindedir. Fransa, aynı zamanda, AB'nin hidroelektrik kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin de % 16,7'sini sağlamaktadır. Buna karşın, İsveç gibi Fransa da, ekonomik hidroelektrik enerji potansiyelinin büyük bir bölümünü (% 81,5) değerlendirmekte olduğundan, ilerleyen yıllarda nükleer enerjiden vazgeçebilmesi pek mümkün görülmemektedir. Bir başka neden ise, çağdaş yenilenebilir enerji uygulamalarına dönük girişimler olmakla birlikte, söz konusu uygulamalardan henüz yeterli sonucun alınamamış olmasıdır (Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi kullanımında Birlik ortalamalarının altındadır).

³⁶¹ Eurostat, 2007 (Yearly); s. 166.

AB'nin hidroelektrik enerji kullanımını artışıında etkili olan üçüncü ülke İtalya'dır. İtalya'nın, 2005 yılındaki 3.692 Btpe (42.927 GWh) hidroelektrik enerji üretim değeri, toplam elektrik enerjisi üretiminin % 14'üne; yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının ise % 30,1'ine denk gelmektedir. Hidroelektrik enerjinin toplam elektrik enerjisi üretimindeki payının düşüklüğü, İtalya'nın, özellikle doğal gaz kaynaklı üretime yönelmesinden kaynaklanmaktadır.

İtalya'da, sadece 2000-2005 döneminde, doğal gazla elde edilen elektrik enerjisi üretimi % 48 oranında artış göstermiştir. Bunun sonucunda, ülkenin toplam elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık % 49'u doğal gazdan sağlanmaktadır. Hidroelektrik enerji üretimi ise aynı dönemde yaklaşık % 16 oranında düşmüştür³⁶². İtalya'nın, toplam hidroelektrik enerji üretimindeki düşüşe karşın, son yıllarda küçük HES'lere yönelik yatırımların arttığı görülmektedir. 2005 yılı sonunda, kapasitesini ve üretimini bir önceki yıla göre artıran İtalya, hidroelektrik enerji üretiminin yaklaşık % 23'ünü küçük ölçekli HES'lerden karşılayarak, bu alanda AB içinde ilk sırada yer almaktadır³⁶³.

Bu ülkelerin dışında, Avusturya da, 3.321 Btpe (38.612 GWh) ile hidroelektrik enerjisi üretiminde önemli bir ülkedir (dördüncü sırada). Hatta, hidroelektrik enerjinin ulusal elektrik üretimine oranı (% 58,8) açısından AB ülkeleri içinde birinci sırada yer almaktadır. Ekonomik potansiyelinin yaklaşık % 67,9'unu kullanan Avusturya, küçük ölçekli HES'lere büyük önem vermektedir. Ülkedeki 2.299 adet HES'in 2.143'ü, 10 MW kapasitenin altındadır. Son rakamlar, özel kullanım amacıyla 2.000 adet çok küçük ölçekli HES'in (< 200 KW) daha kurulacağını göstermektedir. Bu yatırımlardaki asıl sorun ise, ilk yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve kapasite verimliliğinin düşüklüğü olarak görülmektedir. Avusturya, bu ve benzeri sorunları azaltmaya ve ekolojik çeşitliliği artırmaya yönelik çalışmalarını sürdürmektedir³⁶⁴.

³⁶² Eurostat, 2007 (Yearly); s. 180.

³⁶³ EC DGET, "Small Hydro: Objectives-Technology", http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/small_hydro_en.htm, (Erişim Tarihi: 26.03.2008).

³⁶⁴ Veronika Koller-Kreimel, "Role of Hydropower in Austria", (*CIS Workshop: WFD&Hydropower, Berlin, 4-5.June 2007*), http://www.ecologic-events.de/hydropower/documents/koller_kreimel.pdf, (Erişim Tarihi: 26.03.2008).

Tablo 24: AB ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Toplam Elektrik Enerjisi İçindeki Yeri (2005)

	Hidroelektrik Enerji/ YEK Kullanımı		Hidroelektrik Enerji/ Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi	
	1990	2005	1990	2005
AB-27	35,0	23,4	11,9	10,3
Türkiye	20,7	33,7	40,2	24,4

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Tüm bu değerlendirmelerin sonucunda; AB’nin hidroelektrik enerji kullanımında, özellikle eski üye ülkelerin ekonomik potansiyellerini en üst seviyede kullandığı görülmektedir. Ancak, Birliğe en son katılan ülkelerin bazıları, sahip oldukları potansiyelden henüz yeterli ölçüde yararlanmamaktadır (Örneğin; Macaristan: % 0,5; Bulgaristan: % 39; Slovenya: % 49) . Bu iki durumun bir sonucu olarak, toplam hidroelektrik enerji üretim miktarının artmasına karşın, yenilenebilir ve birincil enerji kaynakları içindeki payları itibariyle artış değil, tam tersine düşüş yaşanmaktadır (Tablo 24). Yeni üyelerin, hidroelektrik enerji alanındaki yatırımlarını tamamlamaması durumunda, gelecek yıllarda daha büyük oransal ve ardından niceliksel düşüşlerin yaşanması kaçınılmazdır.

Türkiye de, hidroelektrik enerji kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları içindeki oranını yükseltirken, aynı zamanda, potansiyelini verimli bir şekilde değerlendirememesi geleneğini de sürdürmektedir. Bu nedenle, hidroelektrik enerjinin birincil enerji kaynaklarına oranı ilgili dönemde neredeyse yarı yarıya azalmıştır. Her ne kadar, gerçekleştirilen yasal düzenlemelerle özel sektör yatırımlarının önü son yıllarda açılmış olsa da; elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın egemenliğinin

devam etmesi (toplam elektrik enerjisi üretiminin % 45,4'ü³⁶⁵) ve planlanan HES projelerinin hayata geçirilememesi, Türkiye'nin enerji arz-talep dengesinin daha da bozulma olasılığını artırıcı gelişmelerdir.

3.5.2.4. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Jeotermal Enerji Kullanımı

Günümüzde jeotermal enerji teknolojileri gün geçtikçe gelişmekte ve buna bağlı olarak kullanım alanları oldukça genişlemektedir. Binary-Cycle veya CHP tipi santraller aracılığıyla orta ve yüksek sıcaklıklı sahalardan hem ısı hem de elektrik enerjisi üretimi (birleşik ısı-güç) gerçekleştirilmektedir. Isı pompası sistemleri de, düşük sıcaklıklı jeotermal sahalarda kullanılarak, geleneksel jeotermal ısıtma sistemleriyle ekonomik anlamda etkinlik sağlanamayan kaynakların değerlendirilmesi (yüzeğe yakın ılık su kaynakları, toprak, hava, vd.) mümkün olmaktadır³⁶⁶.

AB'de gerek doğrudan ısı enerjisi gerekse elektrik enerjisi üretimine uygun orta ve yüksek sıcaklıklı jeotermal saha sayısı oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, düşük ve orta sıcaklıklı sahalardan birleşik ısı-güç uygulamasına (CHP) ve ısı pompası sistemlerine olanak verecek teknolojilerin daha fazla geliştirilmesi konusundaki çalışmalara ağırlık verilmektedir. AB'nin geneline bakıldığında, 2007 yılı sonu itibariyle bu alanda sadece 3 adet CHP tipi santral işletmede olup yeni santrallerin yapımı sürmektedir. Türkiye'de ise bu tip bir santral işletmede bulunmamaktadır³⁶⁷.

AB ve Türkiye'nin jeotermal enerji kullanımı değerlendirildiğinde; 1990-2005 dönemi boyunca toplam jeotermal enerji tüketiminde artış yaşanmıştır (Tablo 25). Hem AB'de hem de Türkiye'de jeotermal enerji kullanımının büyük bir çoğunluğu ise doğal olarak ısı enerjisi üretimine yöneliktir. Ancak, AB'nin, jeotermal enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretimindeki büyüme oranı % 71,1'i bulurken, Türkiye bu konuda önemli bir gelişme kaydetmemiştir. Buna karşılık,

³⁶⁵ TEİAŞ, "Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Yıllar İtibariyle Gelişimi (1940-2005)", <http://www.teias.gov.tr/istatistik2005/35.xls>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

³⁶⁶ Chandrasekharam ve Bundschuh (Edit.), a.g.e., s. 161-162.

³⁶⁷ European Geothermal Energy Association (EGEC), **Geothermal Electricity and Combined Heat & Power**, EGEC Publications, Brussels, December 2007, s. 13-14.

Türkiye'nin doğrudan ısı enerjisi kullanımı aynı dönemde % 154 oranında artmış ve 926 Btpe seviyesine yükselmiştir.

Tablo 25: AB ve Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kullanımı (1990-2005)

(Btpe)	Jeotermal-Isı Enerjisi		Jeotermal-Elektrik Enerjisi	
	1990	2005	1990	2005
AB-27	1.570	2.190	277	474
Türkiye	364	926	7	8

Kaynak: WEC., 2007 (Survey); s. 441; Lund, 2005 (Direct Use); s. 12-13; Bertani, 2005 (Generation); s. 6; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Türkiye'nin jeotermal enerji kullanım artışı, yeni jeotermal sahaların işletmeye girmesinin yanı sıra kullanım alanlarının artmasıyla da ilgilidir. Türkiye'de jeotermal enerjiden, ağırlıklı olarak ısıtma (konut, sera, termal tesis ısıtması), endüstriyel uygulamalar, termal turizm-tedavi ve kültür balıkçılığı olmak üzere oldukça geniş bir alanda yararlanma olanağı bulunmaktadır.

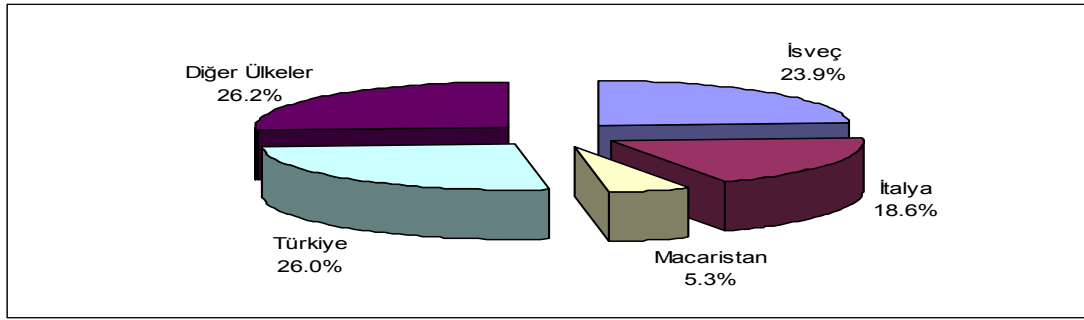
Haziran 2007 yılı verilerine göre, doğrudan jeotermal enerji tüketiminin % 70,9'u (983 MWt) merkezi ısıtma (konut, sera, termal tesis) alanında gerçekleşirken, geriye kalan % 29,1'lik kısım (402 MWt-215 adet kaplıca eş değeri) termal turizm-tedavi sektörüne aittir. Türkiye, bu sonuçlarla, olası (kuramsal)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

983 MWt'lik kurulu kapasite ise yaklaşık 117.000 konut eş değeri ısıtma anlamına gelmekte olup, 24.000 konut eş değeriyle İzmir (Dokuz Eylül Üniversitesi Kampüsü+Narlıdere+Balçova) ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'nin 2013 yılı hedefi; başta 500.000 konut eş değeri ısıtma (4.000 MWt) ve 400 kaplıca eş değeri

termal turizm uygulaması (1.100 MWt) olmak üzere toplam 8.000 MWt kurulu kapasiteye erişmiştir.

İlgili dönemde, Türkiye, jeotermal enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretiminde hiçbir gelişme kaydetmemiştir. 1984-2005 döneminde, sadece bir adet 20,4 MWe kapasiteli elektrik üretim santralinin (Denizli-Kızıldere) işletmede oluşu nedeniyle, jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretimi oldukça sınırlı kalmıştır (2005 yılı üretimi: 94,4 GWh). Bununla birlikte, Mart 2006 tarihinde 7,9 MWe kapasiteli Binary-Cycle tipi bir elektrik santrali (Aydın-Salavatlı) devreye girmiş olup, inşaat ve proje aşamasında olan 4 adet santral daha bulunmaktadır. 2013 yılı hedefi ise toplam kurulu kapasiteyi 550 MWe seviyesine yükseltmektir³⁶⁸.

Şekil 28: Jeotermal Enerji Kullanımında AB'nin Başat Ülkeleri ve Türkiye (2005)



Kaynak: WEC., 2007 (Survey); s. 441; Lund, 2005 (Direct Use); s. 12-13; Bertani, 2005 (Generation); s. 6; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

AB'nin jeotermal enerji alanındaki gelişimi irdelendiğinde³⁶⁹, bazı ülkelerin, gerek tüketim değerleri gerekse kullanılan sistemler bakımından ön plana çıktığı

³⁶⁸ Türkiye Jeotermal Derneği, “Türkiye’de Jeotermal”, <http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 17.03.2008); EİE, “Türkiye’de Jeotermal Enerji”, http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html, (Erişim Tarihi: 16.03.2008); DPT, **8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2609, Ankara, 2001, s. 35.

³⁶⁹ Bu bölümde; WEC, 2007 (Survey); s. 441; Martin Forsen, “Three Important E’s: Energy-Environment-Efficiency”, *Briefing of 24.01.2008, Center for Renewable Energy Sources (CRES), Greece*, s. 15-23, http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/GROUND_REACH/9%20M.%20Forsen,%20SVEP.pdf, (Erişim Tarihi: 16.03.2008); Lund, 2005 (Direct Use); s. 12-13; Bertani, 2005 (Generation); s. 6; Enex, a.g.ç., s. 7-17; EGEC, a.g.ç., s. 14 adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

görülmektedir. Buna göre, Türkiye'nin 2005 yılında Birliğe üye olduğu varsayımı altında, AB'nin jeotermal enerji kullanımında ilk üç sıradaki ülkeler ve ülkelerin payları Şekil 28'de gösterilmektedir.

AB'nin jeotermal enerji kullanımında ilk sıradaki ülke İsveç'tir. İsveç, doğrudan ısı ve elektrik enerjisi üretimine elverişli orta ve yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynaklardan yoksun bir ülke olmasına karşın, Türkiye'de uygulanmayan ısı pompası sistemiyle çok düşük sıcaklıklı kaynaklarından oldukça etkin bir şekilde yararlanmaktadır. Isı pompaları, 1980'li yıllardan itibaren İsveç'te yaygınlaşmaya başlamış ve 2005 yılı sonu itibariyle toplam ısı pompası kurulu kapasitesi 3.840 MWt seviyesine ulaşmıştır. İsveç, bu kapasiteyle yıllık 860 Btpe dolayında jeotermal enerji kaynaklı ısı enerjisi üreterek 275.000'den fazla konutun ısınma ve sıcak su gereksinimini karşılamaktadır.

Başta İsveç olmak üzere birçok AB ülkesinin bu sistemin kullanımını teşvik etmesinin temel nedeni, çevreye yönelik karbondioksit gazı salınımının düşürülmesi ve enerjinin daha verimli olarak kullanılabilmesinin mümkün oluşudur. Sadece İsveç'te, 2000 yılından bu yana 500.000'den fazla ısı pompası sistemi kurulduğu belirtilmektedir. **Avrupa Isı Pompası Birliği - European Heat Pump Association (EHPA)**, 2015 yılında tüm Avrupa Kıtası'ndaki toplam ısı pompası hedefini 1.000.000 adet olarak belirlemiştir.

AB'nin jeotermal enerji kullanımının gelişiminde etkili olan diğer bir ülke İtalya'dır. İtalya, Alp-Himalaya Kuşağı'ndaki konumu nedeniyle elektrik enerjisi üretimine uygun yüksek sıcaklıklı jeotermal enerji potansiyeli açısından (Larderello-Travale/Radicondoli ve Mount Amiata bölgeleri) zengin bir ülkedir. AB'nin bu alanda en büyük potansiyeline sahip İtalya, jeotermal enerji kullanımının % 68,3'ünü (810 MWe kapasite: 458 Btpe veya 5.324 GWh enerji) de elektrik enerjisi üretimine ayırmaktadır.

Ancak, bu değer, ulusal elektrik enerjisi üretiminin yalnızca % 1,8'ini karşılamakla birlikte, AB'nin jeotermal enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin %

96,7'sini temsil etmektedir. Bu bakımdan, İtalya'nın 1990-2005 dönemi jeotermal elektrik enerjisi üretimindeki artış (yaklaşık 2 katı bir büyüme), doğrudan AB'nin de ilgili değerlerinin yükselmesine neden olmaktadır. İtalya'da, yerel idareler arasındaki anlaşmazlıklara karşın, 2010 yılından önce toplam 100 MWe'lik yeni kapasitenin de eklenmesi planlanmaktadır. Isıtma amaçlı jeotermal enerji kullanımı (682 MWt kapasite: 213 Btpe enerji) ise son yıllarda oldukça durağan bir görüntü sergilemekte olup, % 35,5'lik bölümü termal turizm-kaplıca uygulamalarına aittir.

Macaristan, 2005 yılı verilerine göre, AB'nin jeotermal enerji kullanımında üçüncü sırada yer almaktadır. Toplam kurulu kapasitesi 694 MWt seviyesine ulaşan ve 190 Btpe doğrudan kullanıma uygun jeotermal enerji üretimi gerçekleştiren Macaristan'ın, yer altı sıcak su kaynakları açısından da Avrupa'nın en büyük potansiyeline sahip olduğu öngörülmektedir.

Görünen jeotermal enerji potansiyelinin % 14,3'ünü kullanan ülkede, jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji kullanımı içindeki payı sadece % 7,3'tür. Macaristan, jeotermal kaynaklarının büyük çoğunluğunu termal turizm-kaplıca, sera ve konut ısıtma alanlarında kullanırken, toplam 4 MWt kapasiteli ısı pompası sistemi de bulunmaktadır. 2006 yılı sonunda, **Macar Petrol ve Doğal gaz Şirketi (MOL)**, İzlandalı **Enex** ve Avustralyalı **Green Rock Energy** firmaları, Dünya Bankasının *Jeotermal Enerji Kalkınma Fonu - Geothermal Energy Development Fund (GeoFund)* desteğiyle, Macaristan'ın ilk jeotermal elektrik enerjisi santrali için çalışmalara başlamıştır.

Bu ülkelerin yanı sıra, özellikle Almanya ve Avusturya da jeotermal enerji kullanımının geliştirilmesi konusunda çalışmalarını sürdürmektedir. İki ülke, düşük ve orta sıcaklıklı jeotermal enerji sahalarından doğrudan ısı ve elektrik enerjisi elde edilmesi amacıyla CHP tipi santral yapımına yönelmektedir. 2007 yılı sonu itibariyle, AB ülkeleri içinde yer alan 3 adet CHP santralinin tümü söz konusu ülkelerde bulunmaktadır.

Tablo 26: AB ve Türkiye’de Jeotermal Enerjinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Birincil Enerji Kaynakları İçindeki Yeri (1990-2005)

	Jeotermal Enerji/YEK Kullanımı		Jeotermal Enerji/BEK Kullanımı		
	(%)	1990	2005	1990	2005
AB-27		2,4	2,1	0,1	0,1
Türkiye		3,8	9,3	0,7	0,1

Kaynak: WEC., 2007 (Survey); s. 441; Lund, 2005 (Direct Use); s. 12-13; Bertani, 2005 (Generation); s. 6; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Sonuç olarak; AB ve Türkiye’de jeotermal enerji kullanımı artmakla birlikte, bu kaynağın birincil enerji kaynakları içindeki konumu fazla değişmemektedir (Tablo 26). Birincil enerji kaynakları tüketiminde petrol ve doğal gaz gibi ana belirleyiciler (AB için ayrıca nükleer enerji), diğer yenilenebilirlerin olduğu gibi jeotermal enerji paylarının da oldukça düşük kalmasına neden olmaktadır.

Jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji kaynakları içindeki paylarına dikkat edildiğinde, AB’de bir azalma gözlenirken, Türkiye’de bir artış yaşandığı görülmektedir. AB’nin, hem değerlendirilebilir jeotermal enerji potansiyeli açısından diğer yenilenebilir enerjiler kadar zengin olmayışı, hem de maliyetler açısından elektrik üretiminde rüzgara, ısıtmada ise güneş enerjisine odaklanması bu sonucu ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye’nin oransal artışında ise, jeotermal enerjide, ısıtma ve termal turizm-kaplıca uygulamalarına ağırlık verilerek potansiyelin daha etkin bir şekilde kullanılmaya başlanması etkili olmaktadır. Aynı zamanda, rüzgar enerjisinin, Türkiye’nin elektrik enerjisi üretiminde henüz 10 yıllık bir geçmişinin oluşu ve güneş enerjisinin genellikle su ısıtma amaçlı kullanımı da, bu oranın artmasındaki önemli nedenlerdir. Jeotermal enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin geliştirilmesi, kaplıca turizmüne yönelik yatırımların artırılması ve kullanım

alanlarının çeşitlendirilmesiyle birlikte jeotermal enerji potansiyelinden daha fazla yararlanılması mümkün hale gelecektir.

3.5.2.5. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Biyokütle Enerjisi Kullanımı

Biyoküteller, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında oldukça farklı bir yere sahiptir. İnsanoğlu, çok eski yıllardan beri gıdadan yakacağa, gübreden sanayi ham maddesine kadar birçok temel gereksinimini (**6 F: food, feed, fibre, fuel, feedstock, fertilizer**) biyokütellerden karşılamakta olup, başka hiçbir yenilenebilir enerji kaynağının bu kadar geniş bir kullanım alanı bulunmamaktadır. Özellikle, odun ve odun kömürü gibi klasik biyoküteller, her ne kadar, İngiltere'deki Sanayi Devrimi'nin başlangıcında önemli bir yere sahip olmuşsa da, çağdaş petrol endüstrisinin doğuşu, başta ileri sanayi ülkelerinde olmak üzere biyokütellerin konumunu zayıflatmıştır³⁷⁰.

Bununla birlikte, son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ilginin artması, rüzgar ve güneş enerjisi alanlarındaki çağdaş teknolojilerin biyokütle alanına da uygulanabilirliğini gündeme getirmektedir. Bu bağlamda, biyokütellerden, çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik dönüşüm süreçleri yoluyla elektrik enerjisi ve yakıt (ulaştırmada) elde edilmesi mümkün olmaktadır. Böylece, biyokütellerin mevcut kullanım alanları daha da genişletilmekte ve geliştirilmektedir.

AB, çağdaş biyokütle uygulamaları açısından önemli çalışmalar yürütmektedir. Biyokütellerden ısı enerjisi üretilmesinin yanı sıra, doğrudan elektrik enerjisi üretimi, hem ısı hem de elektrik enerjisi üretiminin birlikte gerçekleştirilmesi (birleşik ısı-güç - CHP) ve ulaştırmada yakıt olarak yararlanılması, AB'nin odaklandığı ana konular olup, çalışmaların şu 6 öncelik üzerinde sürdürülmesine önem verilmektedir³⁷¹:

³⁷⁰ Frank Rosillo-Calle, **The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment**, Published by Earthscan Ltd., UK, 2007, s. 1-2.

³⁷¹ European Biomass Association - Association Européenne pour la Biomasse (AEBİOM), "The Contribution of Biomass to the Energy System in Europe 27", (Press Release of 13.09.2007), www.aebiom.org/IMG/doc/Press_release_13Sept2007_Statistics.doc, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

- * Yüksek verimlilik sağlayan teknolojilere öncelik
- * Yüksek enerji çıktısı sağlanan biyokütlelere öncelik
- * Rekabetçi bir maliyet oluşumuna olanak veren sistemlere öncelik
- * Merkezi olmayan (adem-i merkezîyetçi) çözümlere öncelik
- * Enerji arz güvenliğine katkı sağlayacak biyokütlelere öncelik
- * Enerji amaçlı sürdürülebilir biyokütle üretimine öncelik

Türkiye’de ise çağdaş biyokütle uygulamalarının 2000 yılından sonra gelişmeye başladığı görülmektedir. Enerji ormanları ve bitkileri, biyogaz ve çöp gazı gibi yakıt ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılan biyokütlelerle ilgili çalışmalar özel sektör öncülüğünde devam ederken; AB’nin büyük önem verdiği CHP tipi santraller konusunda herhangi bir gelişme bulunmamaktadır.

Tablo 27: AB ve Türkiye’nin Biyokütle Enerjisi Kullanımı (1990-2005)

	Biyokütle-Yakıt Enerjisi		Biyokütle-Isı Enerjisi		Biyokütle-Elektrik Enerjisi	
	1990	2005	1990	2005	1990	2005
AB-27	6	4.534	44.202	72.211	1.480	7.283
Türkiye	0	0	7.207	5.346	0	11

Rakamlara endüstriyel atıklara ilişkin değerler de dahil edilmiştir.

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

AB ve Türkiye’nin, 1990-2005 yıllarına ait biyokütle enerjisi tüketim değerleri incelendiğinde dikkat çeken ilk nokta, toplam biyokütle enerjisi kullanımının AB genelinde artarken, Türkiye’de azalmakta oluşudur (Tablo 27). AB, gelenekselleşmiş ısı enerjisi üretiminde gelişme kaydetmekle birlikte, Birliğin asıl büyümeyi yakıt ve elektrik enerjisi gibi çağdaş biyokütle uygulamalarında göstermesi önemlidir.

Türkiye'nin ise, sahip olduğu tarım, hayvan ve orman ürünleri potansiyelinden etkin bir şekilde yararlanamadığı; aynı zamanda, ısı enerjisi üretiminde de belirgin bir azalma yaşandığı görülmektedir. Endüstriyel ve hayvansal atıklardan elde edilen elektrik enerjisi üretimindeki artış olumlu olmakla birlikte, odun ve odun artıklarından ağırlıklı olarak; ısınma, ısıtma ve yemek pişirme gibi klasik uygulamalarda yararlanılmaya devam edilmektedir. Böylece, biyokütle enerjisi tüketiminin % 99,4'ünü ormanlardan karşılayan Türkiye, bu kaynaklarını CHP veya doğrudan elektrik enerjisine yönlendirememektedir³⁷².

AB'nin, biyokütle enerjisindeki ilerleyişini daha ayrıntılı olarak değerlendirmek gerekirse, birinci olarak biyokütle kaynaklarının dağılımı üzerinde durulması gerekmektedir. AB, 2005 yılındaki 84.028 Btpe biyokütle enerjisi tüketiminin büyük çoğunluğunu ormanlardan karşılamaktadır. Odun ve odun artıklarının toplam biyokütle enerjisi kullanımındaki oranı % 75,2 dolayındadır. Ormanların yanı sıra; katı belediye atıkları (% 11,7), enerji bitkileri kaynaklı biyoyakıtlar (% 5,4), ağırlıklı olarak hayvan gübresinden üretilen biyogaz (% 5,2) ve endüstriyel atıklar (% 2,5), AB'nin enerji amaçlı diğer biyokütle enerji kaynakları olmaktadır.

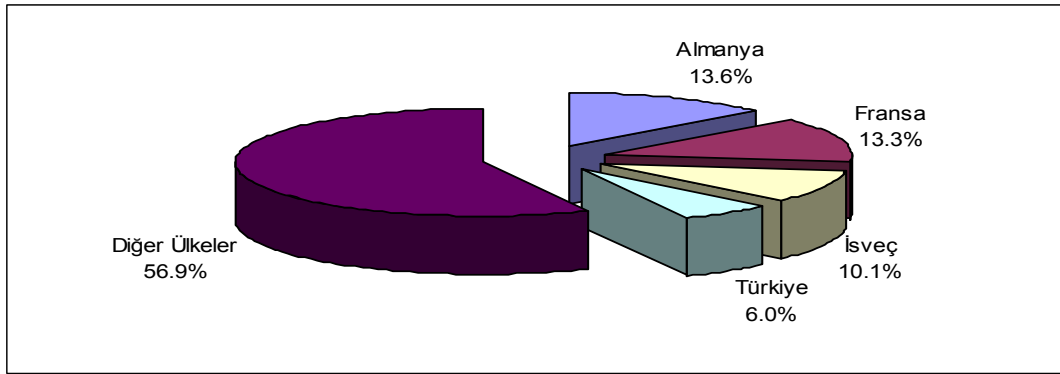
Orman potansiyeli açısından oldukça zengin olan AB ülkeleri, özellikle enerji ormanlarından üretilen odunların yongalarını, ormanlardan bakım ve hasat çalışmaları sonucu ortaya çıkan milyonlarca m³ dal, kabuk, tepe parçaları, kütük ve köklerini, piyasada kullanılamayan odun ürünlerini, odun endüstrisinde üretim sürecinde ortaya çıkan talaş ve odun artıklarını ısı tesislerinde yakarak, elektrik ve ısı enerjisi üretimi gerçekleştirmekte; böylece, ülkelerinin enerji potansiyellerine büyük katkı sağlamaktadır³⁷³. 2005 yılı sonu itibariyle, odun ve odun artıklarından üretilen elektrik enerjisi, Birliğin biyokütle yoluyla ürettiği toplam elektrik enerjisinin % 49,2'sini karşılık gelmektedir. Bu sonuç, ormanların kullanım amaçları açısından AB ile Türkiye arasındaki farkı açıkça göstermektedir.

³⁷² Biyoyakıt tüketimi, ilk kez 2006 yılında 2 Btpe olarak resmi kayıtlara geçmiştir.

³⁷³ Nedim Saraçoğlu, "Biyokütlenin Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi", **TMMOB IV. Enerji Sempozyumu (10-12.12.2003, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB EMO Yayınları, Ankara, 2003, s. 506.

AB'nin, biyokütle kullanımındaki gelişimini irdelemek için, ikinci olarak ülkesel temelde bir değerlendirme yapılması uygun olacaktır. Buna göre, AB'nin biyokütle enerjisi tüketim listesindeki ilk üç ülke, Türkiye'nin Birlik üyesi olduğu varsayımında, yaklaşık % 37'lik bir paya sahipken; diğer ülkelerin payı % 57 dolayındadır (Şekil 29). Ortaya çıkan tablo, güneş ve rüzgar enerjisi kaynaklarının aksine, biyokütle enerjisi kullanımının Birlik içinde genele yayıldığına da bir göstergesidir.

Şekil 29: AB'nin Biyokütle Enerjisi Kullanımındaki Başat Ülkeler ve Türkiye (2005)



Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

AB’de biyokütle enerjisi kullanımında birinci sırada yer alan ülke, güneş ve rüzgar enerjisinde olduğu gibi Almanya’dır. Almanya, 2005 yılında yaklaşık 12.191 Btpe biyokütle enerjisi tüketimi gerçekleştirmiştir. Bu rakam, Almanya’nın yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin % 72,5’ini biyokütle enerjisinden karşıladığı anlamını taşımaktadır.

Tüketimin kaynaksal dağılımında ise ilk sırada odun ve odun artıkları (% 56,7) gelmektedir. Almanya, enerji amaçlı biyokütle kaynaklarının % 17,9’undan (2.185 Btpe) biyoyakıt (büyük kısmı biyomotorin) elde ederken, % 11,7’sinden

(1.427 Btpe) elektrik enerjisi üretmektedir. Birliğin biyomotorin üretiminin yaklaşık % 71'ini, küresel biyoyakıt üretiminin % 48'ini de tek başına gerçekleştirmektedir.

Yukarıda yer alan verilerin ardından, Almanya'nın biyokütle enerjisi alanındaki başarısının temelini inildiğinde, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişiminde olduğu gibi yasal düzenlemelerin etkisinin bulunduğu görülmektedir. Yenilenebilir Enerji Kanunu (veya diğer adıyla **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Öncelik Tanıma Kanunu**), fosil yakıtlarla eşitliği öngören değil, biyoyakıtlara öncelik tanıyan ve teşvik eden bir kanun olarak ön plana çıkmaktadır. Kanun, biyoyakıtların küresel ısınmaya karşı kanunla korunmasının gerekli olduğunu ifade etmekte ve "kirleten öder" ilkesiyle hareket ettiğini açıkça belirtmektedir.

Bu anlayış çerçevesinde verilen teşvikler/destekler sayesinde, 1991 yılında 120 adet olan elektrik enerjisi amaçlı biyogaz tesis sayısı % 2800 artış göstererek, 2006 yılı sonunda 3500 tesise ulaşmıştır. Ulusal elektrik üretiminin yaklaşık % 1'i (0,008) biyogazdan sağlanmaktadır. 2020 yılı hedefi bu oranın % 17'ye çıkartılmasıdır. Bunun için, Almanya, 7, 6 Milyar € yatırım yaparak 85.000 kişiye istihdam sağlamayı düşünmekte; bu hedefi gerçekleştirdiğinde 2020 yılında 103 milyon ton/yıl karbondioksiti azaltmayı öngörmektedir³⁷⁴.

Almanya'nın biyomotorin kullanımının geliştirilmesine yönelik çalışmaları da sürmektedir. Yapılan planlara göre, 2020 yılında motorin gereksiniminin % 4'ü biyomotorinle karşılanacaktır. Halen, B100 (% 100 biyomotorin), 900'ü aşkın benzin istasyonunda kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Biyomotorin için, Ağustos 2006 tarihine kadar fosil yakıt vergisi alınmamış; bu tarihten sonra B100 için 10 cent/litre, B5 için 15 cent/litre fosil yakıt vergisi alınması kararlaştırılmıştır (Çiftçiler hariç)³⁷⁵.

³⁷⁴ Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği (ALBIYOBİR), "Dünyada Biyoyakıtlar", <http://www.albiyobir.org.tr/biyoyakitlar00.htm>, (Erişim Tarihi: 25.03.2008).

³⁷⁵ Almanya, biyomotorin üretiminde kanola bitkisi üretimini hızla artırmaktadır. TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 139.

Biyokütle enerjisi kullanımında AB'nin ikinci sırasındaki ülke 11.912 Btpe ile Fransa'dır. Fransa'nın, yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin % 71,6'sı biyokütle kaynakları olmasına karşın; bu kaynaklarının büyük çoğunluğunu (% 92,7) ısı enerjisi amaçlı kullanmaktadır. Biyomotorin tüketimi konusunda da 333 Btpe ile Almanya'yı takip eden Fransa, elektrik enerjisi amaçlı biyokütle kullanımı açısından henüz yeterli seviyeye gelememiştir. 2005 yılı sonunda, biyokütlelerden 437 Btpe elektrik enerjisi üretilmiş olup, bu değer, Almanya'nın aynı alandaki üretim değerinin 1/3'ünden daha azdır.

Fransa'da, biyomotorin üretiminin geliştirilmesi konusundaki çalışmalar sürdürülmekle birlikte, **Çevre ve Enerji Direktörlüğü Ajansı - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)** de, kurulduğu 1982 yılından bu yana özellikle hava ve su kalitesi, evsel-endüstriyel çöp ve atıklar üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Ayrıca, enerji bitkilerinin yetiştirilmesi, farklı tekniklerle işlenmesi ve son ürün enerjinin pazara girişini kapsayıcı, biyokütle enerji kaynaklarının değerlendirilmesine dönük programlar da uygulanmaktadır³⁷⁶.

İsveç ise, 9.059 Btpe biyokütle enerjisi tüketimiyle AB içinde Fransa'yı takip etmektedir. Orman alanları bakımından oldukça zengin olan İsveç, biyokütle tüketiminin % 87,6'sını odun ve odun artıklarından karşılamaktadır. Bununla birlikte, İsveç, Fransa'nın olduğu gibi biyoyakıt üretiminde fazla etkin değildir. Biyokütle enerji tüketiminin sadece 316 Btpe'lik bölümünü (% 3,5) yakıt amaçlı gerçekleştirmektedir. 721 Btpe'lik bölüm (% 8) elektrik enerjisi üretiminde kullanılmakta olup, ulusal elektrik üretiminin % 5,3'ünün bu şekilde sağlanması mümkün olmaktadır.

Şekil 29'da yer almamasına karşın, gerek biyokütlelerin yenilenebilir enerji kaynakları kullanımındaki, gerekse elektrik enerjisi üretimindeki oranı itibariyle en başarılı ülkesi Finlandiya'dır. Finlandiya'nın biyokütle enerjisi tüketimiyle ilgili temel istatistikler şunlardır:

³⁷⁶ Acaroğlu, 2003 (AB); s. 8.

* 2005 yılı biyokütle kaynaklı elektrik enerjisi üretimi: 857 Btpe (Ulusal elektrik enerjisi üretiminin % 14,1'i; AB'nin biyokütle kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin % 11,8'i)

* 2005 yılı biyokütle enerjisi tüketimi: 6.845 Btpe (Yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin % 85,1'i; birincil enerji kaynakları tüketiminin % 23,2'si)

* Odun ve odun artıklarından elde edilen biyokütle enerjisi: 6.594 Btpe (Biyokütle kaynaklarının % 96,3'ü, yenilenebilir enerji kaynaklarının % 82,5'i; birincil enerji kaynaklarının % 19,1'i)

* Odun ve odun artıklarından üretilen elektrik enerjisi: 795 Btpe (AB'nin odun ve odun artıkları kaynaklı toplam elektrik enerjisi üretiminin % 22,2'si)

Yukarıdaki verilerden anlaşılacağı üzere, Finlandiya, zengin orman kaynaklarından oldukça etkin bir şekilde yararlanmaktadır. Özellikle, orman kökenli biyokütlelerden üretilen elektrik enerjisi açısından AB'nin gelişimine de katkı sağlamaktadır. Bu başarının temelinde, istikrarlı bir devlet politikası ile yatırımlara sağlanan finansal ve mali ayrıcalıklar³⁷⁷ kadar, orman endüstrisinin ülkenin en önemli geçim kaynağı oluşu ve İsveç'de olduğu gibi toplumun tüm kesimlerinde yerleşik olan "temiz çevre" anlayışının önemli payı bulunmaktadır³⁷⁸.

³⁷⁷ Frank Rosillo-Calle, Sergio V. Bajay ve Harry Rothman, **Industrial Uses of Bioenergy: The Example of Brazil**, Published by Taylor & Francis Inc., London, 2000, s. 12.

³⁷⁸ Bruce K. Colburn, "Working Overseas on Energy Management Projects: Cultural and Financial Considerations", (Edit.: Joyce Wells), **Solutions for Energy Security & Facility Management Challenges**, Fairmont Press, USA, 2002, s. 235.

Tablo 28: AB ve Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Birincil Enerji Kaynakları İçindeki Yeri (2005)

	Biyokütle Enerjisi/YEK Kullanımı		Biyokütle Enerjisi/BEK Kullanımı		
	(%)	1990	2005	1990	2005
AB-27		60,5	66,9	2,8	4,6
Türkiye		75,0	53,1	13,6	5,9

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Sonuç olarak; AB’nin biyokütle enerjisi tüketiminin hem yenilenebilir enerji kaynakları, hem de birincil enerji kaynakları içindeki payı 1990-2005 döneminde yükselirken; Türkiye’nin başarımı aynı dönem içerisinde düşüş göstermektedir. Birliğin söz konusu büyüme eğilimini koruması ve hem sektörler arası (ısı, elektrik, akaryakıt), hem de ülkeler arası uyumun güçlendirilmesi halinde, 2010 yılı için belirlenen; ulaşımdaki biyoyakıt kullanımının tüm yakıtlar içindeki payının % 5,75’e, toplam biyokütle enerjisi tüketiminin ise 130.000 Btpe seviyesine yükseltilmesi hedeflerinin tutturulması mümkündür³⁷⁹.

Türkiye ise, petrol ve doğal gaz odaklı enerji anlayışını değiştirmedeği sürece, toplam biyokütle enerjisi kullanımındaki düşüş eğiliminin süreceği görülmektedir. Bu nedenle, en azından atıkların değerlendirilmesi ve biyoyakıt uygulamalarına yönelik yatırımlara hız verilmesi doğru olacaktır.

³⁷⁹ EC DGET, “Biomass Action Plan”, http://ec.europa.eu/energy/res/biomass_action_plan/index_en.htm, (Erişim Tarihi: 25.03.2008).

Tablo 29: AB ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımının Genel Görünümü (2005)

(%)	YEK/BEK Tüketimi	YEK/Toplam Elektrik Enerjisi Üretimi
AB-27	6,9	15,2
Türkiye	11,0	24,6

Kaynak: EUROSTAT., “Energy Statistics: Supply, Transformation, Consumption”, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; ETKB., “Enerji İstatistikleri: Geçmiş Yıllar”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008) adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Bu bölümün genel bir değerlendirmesi yapıldığında ise; Türkiye ve AB, yenilenebilir enerji kullanımında niceliksel bir artış kaydetmekle birlikte; gerek birincil enerji kaynakları tüketimi, gerekse elektrik enerjisi üretiminde söz konusu kaynakların payları tatmin edici seviyelerde bulunmamaktadır. Çalışmanın genelinde vurgu yapılan yüksek miktarda petrol ve doğal gaz dış alımı olgusu, enerjide dışa bağımlılık seviyesinin yükselmesine ve Tablo 29’daki gibi bir sonucun ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bu bağlamda, AB’nin eski üye ülkelerinin yeni nesil enerji teknolojilerine yönelik yatırımları ve yenilenebilir enerji konusundaki teşvik/destek sistemleri olumlu olmasına karşın; yeni üyelerin, AB’nin bütüncül ve ileri teknolojiye dayalı enerji piyasası anlayışına tam olarak uyum sağlayamadığı görülmektedir. Benzer bir durum Türkiye için de geçerli olurken, geleceğe yönelik yenilenebilir enerji politikasının yeniden tasarlanması son bölümün ana konusunu oluşturmaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE’NİN GELECEĞİ

4.1. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ

Günümüzün yeni enerji anlayışı, enerji kaynaklarının sadece tüketim eksenli olmaktan çıkıp, bu kaynaklara yeni bir bakış açısıyla yaklaşılmasını gerekli kılmaktadır. Enerjinin birçok sektör için önemli bir girdi olduğu ve bu nedenle, başta ekonomik, sosyal ve çevre temelli birçok etki yarattığı göz önüne alındığında, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yeni anlamlar ve görevler (misyonlar) yüklenilmesi önem taşımaktadır.

Bu bölümde, yenilenebilir enerjinin Türkiye için taşıdığı ve taşınması gerektiği önem, ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan incelenmektedir. Söz konusu değerlendirmenin yapılması, Türkiye’nin, yenilenebilir enerjinin odak noktasına konulduğu yeni bir enerji anlayışı meydana getirmesindeki ilk basamak olacaktır.

4.1.1. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Ekonomik Önemi

Yenilenebilir enerjinin ekonomik boyutu, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ve enerjide başka ülkelere bağımlı ülkeler için daha büyük bir anlam ifade etmektedir. Özele inildiğinde, yenilenebilir enerji potansiyelinin büyüklüğüne, petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji rezervlerinin şu an için yeterli seviyede olmaması ve nükleer enerji konusunda uygulamaya dönük bir çalışmanın henüz hayata geçirilmemesi eklendiğinde, yenilenebilir enerji, Türkiye için dikkat çekici bir konuma yerleşmektedir. Bu bağlamda, öncelikle petrol ve doğal gaz kaynaklarına ilişkin rezerv bilgileri ile Türkiye’nin son 10 yıldaki enerji dış alımına yönelik rakamların incelenmesi yararlı olacaktır.

2006 yılı sonu verilerine göre, Türkiye’de üretime elverişli ham petrol rezervi yaklaşık **41,54 milyon ton (284 milyon varil)**, doğal gaz rezervi ise **7,74 milyar m³**

seviyesinde bulunmaktadır³⁸⁰. Türkiye'nin petrol ve doğal gaz kaynaklarından geriye kalan ve üretime elverişli rezerv değerlerini gösteren bu rakamları daha anlaşılabilir bir şekilde ifade etmek gerekirse, petrol için yaklaşık **17 yıllık**, doğal gaz için ise **12 yıllık** rezervinin kaldığını söylemek mümkündür³⁸¹. Şüphesiz ki, petrol ve doğal gaz rezervlerinin yeterli olmadığını gösteren bu değerler basit bir matematiksel hesaplamanın sonucu olup, yeni rezervlerin ortaya çıkmasını ve üretim miktarlarındaki değişimlerin etkisini göz ardı etmemek gerekir. Nitekim, TPAO ile birlikte Karadeniz'in derin sularında petrol arama çalışmaları yürüten Brezilya'nın ulusal petrol şirketi **Petroleo Brasileiro SA (PETROBRAS)**, ilgili bölgenin petrol ve doğal gaz rezervleri açısından zengin olma olasılığının yüksek olduğunu ifade etmektedir³⁸².

Türkiye'de petrol ve doğal gaz arama çalışmaları yıllardır sürmekle birlikte bu çalışmalardan istenilen sonuçların alınamaması, Türkiye'nin petrol ve doğal gaz dış alımını her geçen yıl artırmasına neden olmaktadır. Yalnızca, ülkedeki petrol rezervinin ekonomik değerinin yaklaşık **28 milyar \$**³⁸³ olması bile, Türkiye'nin yıllık enerji dış alımının karşılanabilmesine olanak vermemektedir (Şekil 30).

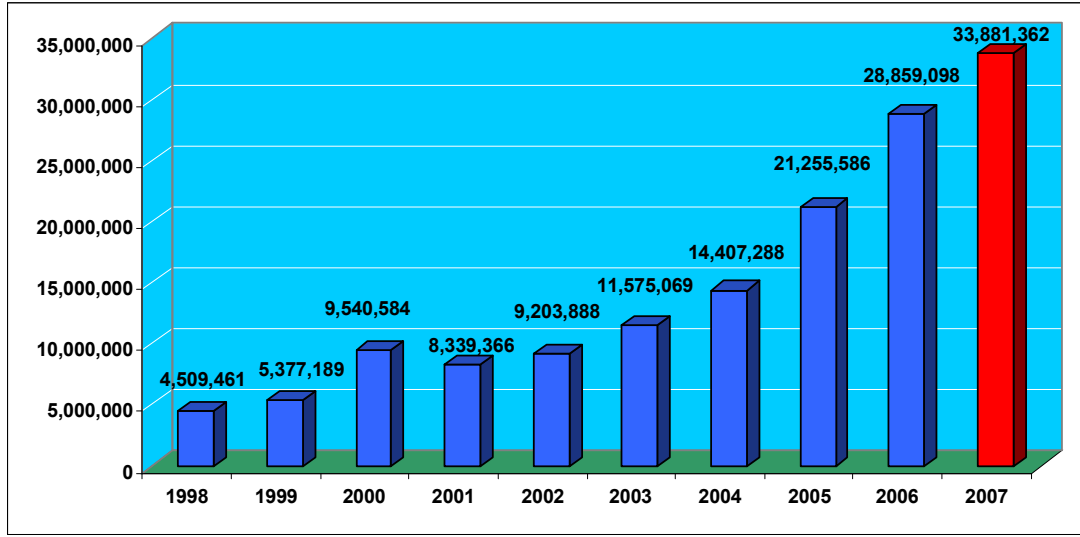
³⁸⁰ Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PİGM), "2006 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Arama ve Üretim İstatistikleri", <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php>, (Erişim Tarihi: 14.04.2008).

³⁸¹ Bu değerler, Türkiye'de üretime elverişli kalan rezerv miktarlarının, petrol ve doğal gaz üretiminde son 10 yılın ağırlıklı ortalamalarına bölünmesi sonucu elde edilmiştir. Petrol ve doğal gaz üretim rakamları için; ETKB, "Enerji İstatistikleri", <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 13.04.2008).

³⁸² PETROBRAS, "Petrobras Wins a Bid to Explore and Produce in Turkey", (Press Release of 23.02.2006), http://www2.petrobras.com.br/ingles_old/pop/record/turquia.html, (Erişim Tarihi: 12.04.2008). Aynı bölgede BP ve CHEVRON gibi büyük petrol şirketlerinin "derin deniz" arama çalışmaları da sürmektedir. İlk bakışta, bu çalışmalar, Türkiye'nin petrol ve doğal gaz rezervinin öngörülenden daha yüksek olabileceğinin bir işareti olarak değerlendirilebilir.

³⁸³ Bu değer, 284 milyon varillik kullanılabilir nitelikteki petrol rezervinin, 04.04.2008 döneminde 98,39 \$ olan dünya ortalama ham petrol varil fiyatı ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. Varil fiyatı bilgisi için; EIA DOE, "World Crude Oil Prices", http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm, (Erişim Tarihi: 14.04.2008).

Şekil 30: Türkiye’de Enerji Dış Alımının Yıllar İtibariyle Gelişimi (1998-2007)



Değerler 000 \$ cinsindedir.

Kaynak: TÜİK, “Dış Ticaret İstatistikleri”,

http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=12&ust_id=4, (Erişim Tarihi:

13.04.2008), adlı çalışmadaki verilerden yararlanılmıştır.

Şekil 30’da da açıkça görüldüğü üzere; Türkiye’nin enerji ham maddeleri dış alımı (ham petrol ve petrol ürünleri, doğal gaz, kömür vs.) yıllar itibariyle önemli oranda artış göstermektedir. Özellikle küresel petrol fiyatlarının yükselişe geçtiği 2003 yılı sonrası dönemde, enerji dış alım tutarı % 193 oranında artarak 2007 yılı sonunda 33,88 milyar \$ seviyesine ulaşmıştır. Bu rakamın % 64,3’ü (21,78 milyar \$) ham petrol ve doğal gaz dış alımından kaynaklanmaktadır. Ortaya çıkan artışta, petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki yükselişe ek olarak, sanayi düzenini bu kaynaklara göre oluşturan Türkiye’nin son 24 çeyrek dönemdir (6 yıldır) büyüyen ekonomisi de etkili olmaktadır³⁸⁴.

Şekil 30’da dikkat çeken bir diğer rakam ise, enerji dış alımının Türk ekonomisine getirdiği yük kadar, yerli kaynak olan yenilenebilir enerjinin ekonomik açıdan önemini de ortaya koymaktadır. Buna göre; Türkiye’nin son 10 yıllık dönemde enerji ham maddeleri için diğer ülkelere ödediği toplam tutar yaklaşık **147 milyar \$** olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam, coğrafi konum itibariyle enerji arz

³⁸⁴ TÜİK, “İstatistikler”, <http://www.tuik.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 14.04.2008).

güvenliği konusunda yaşanan sıkıntıların da doğal bir sonucu olup, Türkiye'nin son 10 yıldaki;

- * İthalat tutarının % 17'sine³⁸⁵,
- * Cari işlemler açığının % 121'ine³⁸⁶ ve
- * Toplam kamu net borç stoğunun % 68,4'üne³⁸⁷ eşittir.

Bu veri ve değerlendirmelerin dışında, yenilenebilir enerjinin ekonomik bakımdan önemini artıran bir başka konu, bazı yenilenebilir enerji teknolojilerinin geleneksel enerji uygulamalarıyla rekabet edebilir bir seviyeye gelmiş olmasıdır (Tablo 30). Yenilenebilir kaynakların kendilerine özgü nitelikleri ve çeşitli sistem uygulamaları nedeniyle yatırım ve üretim maliyetleri geniş bir ölçekte yer alırken, özellikle işletme ve bakım maliyetleri açısından olumlu değişimler kaydedilmektedir.

Tablo 30: Yenilenebilir Kaynaklarda Yatırım ve Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri

	Yatırım Maliyeti (\$/KW)	Üretim Maliyeti (Cent/KWh)
Küçük HES	1.000-5.000	2-15
PV	4.000-7.500	18-80
Güneş ısı-elektrik sistemler	3.000-6.000	10-25
Biyokütle	500-4.000	2-15
Jeotermal Enerji	1.200-5.000	2-12
Rüzgar enerjisi	850-1.700	3-12

Kaynak: IEA., **Renewables for Power Generation**, IEA Publications, France, 2003, s. 19.

³⁸⁵ Türkiye'nin son 10 yıllık dönemde yaptığı dış alımın parasal değeri yaklaşık 864,7 milyar \$ seviyesindedir. TÜİK, "Dış Ticaret İstatistikleri", http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=12&ust_id=4, (Erişim Tarihi: 13.04.2008)

³⁸⁶ Cari işlemler açığı, genel olarak, bir ülkenin diğer ülkelerle olan ticari ilişkilerinde belirli bir zaman dilimindeki mal, hizmet ve gelir dengeleri toplamının olumsuz (eksi) çıkmasıdır. Türkiye'nin son 10 yıldaki toplam cari işlemler açığı tutarı ise yaklaşık 121,8 milyar \$ olmuştur. T.C. Merkez Bankası (TCMB), "Ödemeler Dengesi Analitik Sunum", <http://www.tcmb.gov.tr/odemedenge/tablo4.pdf>, (Erişim Tarihi: 13.04.2008).

³⁸⁷ Türkiye'nin 2007 yılı sonu toplam kamu net borç stoğu 214,8 milyar \$ (249 milyar YTL) olarak gerçekleşmiştir. T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı, "Kamu Net Borç Stoğu", (31.03.2008 tarihli Basın Duyurusu), http://www.hazine.gov.tr/guncelduyuru/KAF_20080331_kamunetborcestoku2007.pdf, (Erişim Tarihi: 14.04.2008).

Tablo 30'da da görüldüğü üzere, dünyada yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretim maliyetleri, yaklaşık olarak 2 cent/Kwh düzeyine kadar gerilemiş durumdadır. Gelecek dönemde, bu alandaki teknolojik gelişmelerin hızlanmasıyla birlikte hem ilk yatırım maliyetlerinin hem de üretim maliyetlerinin azalması beklenmektedir³⁸⁸. Bu değerlendirmelere, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin büyüklüğü de dahil edildiğinde, maliyet aralığının daha düşük seviyelere gerileme olasılığı artacaktır. Böylece, yerli ve daha düşük maliyetli enerji girdisiyle üretim gerçekleştirerek, sanayide uluslararası rekabet gücünün artırılması da mümkün olabilecektir.

Yenilenebilir enerjiyi Türkiye için ekonomik açıdan önemli kılan diğer bir neden ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sektörü dışındaki birçok sektörle olan doğrudan ve dolaylı ilişkisidir. Özellikle son yıllarda, yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik dünyada olumlu gelişmelerin yaşanması, başta enerji sektörü olmak üzere diğer sektörlerin de hareketlenmesine neden olmaktadır.

Örnek olarak; biyokütle enerjisi tarım, ulaştırma ve otomotiv sektörlerinde; hidroelektrik enerji tarım sektöründe; güneş enerjisi otomotiv sektöründe ve jeotermal enerji ise kimyasal ürün, tarım, turizm ve sağlık sektörlerinde doğrudan etkiler yaratırken, bu sektörlerde yeni uygulamaların ortaya çıkmasına da olanak tanımaktadır.

Bu kaynaklardan biyoküteller, özellikle hayvansal ve bitkisel atık ve artıkların değerlendirilmesi, enerji tarımı gibi çağdaş bir tarım anlayışının geliştirilerek yeni nesil yakıtların üretilmesi ve bu teknolojiye uygun taşıtların tasarlanması gibi pek çok alanda ham madde olarak kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden de, hidrojen gazıyla birlikte taşıtlarda karma (hibrid) yakıt olarak yararlanılması konusunda ciddi ilerlemeler sağlanmıştır. Jeotermal enerjinin ise, endüstriyel ve tarımsal uygulamaların yanı sıra, sağlık sektöründeki alternatif tıp ve turizm sektöründeki termal tesis-kaplıca eğilimlerine uygun olarak her iki sektörün

³⁸⁸ IEA, 2003 (Power); s. 18-20.

gelişiminde önemli bir işlevi bulunmaktadır³⁸⁹. Bu açıdan Türkiye, ilgili potansiyelini etkin bir şekilde kullanıma sokarak hem birincil enerji kaynaklarına ilişkin üretim-tüketim dengesini sağlıklı bir yapıya kavuşturma, hem de yurt dışı kaynaklı gelir elde ederek ülke ekonomisine daha fazla katkı sağlama olanağına sahip olacaktır.

4.1.2. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Sosyoekonomik Önemi

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması, bir ülke için sadece ekonomik değer yaratan bir durum olarak değil, aynı zamanda sosyal açıdan sağlanacak olan katkının da irdelenmesini gerektiren bir konudur. Yenilenebilir enerji anlayışındaki düşünsel sınırların genişletilmesi yaklaşımı doğrultusunda, özellikle sosyoekonomik boyutun dikkate alınması bu nedenle önem taşımaktadır.

Türkiye’de de, geleceğe dönük yenilenebilir enerji politikalarının belirlenmesinde, birincil olarak istihdam ve göç gibi temel sosyoekonomik konulardaki sorunlar göz ardı edilmemelidir. Nitekim, bu konuları yenilenebilir enerji politikalarıyla ilişkilendirmek, Türkiye’nin kilit sorunlarının çözümünde yarar sağlayıcı bir yaklaşım olacaktır.

Ancak, ilerleyen bölümlerde yenilenebilir enerjiyle ilgili politika önerilerini doğru bir şekilde oluşturmak için, başlangıçta Türkiye’nin bu alanlardaki genel görünümünün ortaya konulması gerekmektedir. Bu bağlamda, Tablo 31, mevcut geleneksel enerji yapısında Türkiye’deki istihdam ve işsizlik rakamlarını göstermektedir.

³⁸⁹ Oshani Perera, Stephen Hirsch ve Peter Fries, **Switched on: Renewable Energy Opportunities in the Tourism Industry**, UN Publications, USA, 2003, s. 11.

Tablo 31: Türkiye’de İstihdam ve İşsizlik Rakamlarında Genel Durum (Ocak 2008)

	Kent	Kır	Toplam
Kurumsal Olmayan Sivil Nüfus (000)	43.968	25.341	69.309
İş gücü (000)	14.189	8.490	22.679
İstihdam (000)	12.350	7.762	20.112
İşsiz (000)	1.838	728	2.567
İşsizlik Oranı (%)	13	8,6	11,3
Tarım dışı kesim (%)	13,1	16	13,8
Genç nüfus* (%)	22,1	18,7	21

* 15-24 yaş arasındaki kişileri ifade etmektedir.

Kaynak: TÜİK., “Hanehalkı İş gücü Araştırması 2008 Ocak Dönemi Sonuçları (Aralık 2007, Ocak, Şubat 2008)”, (15.04.2008 tarihli Basın Bülteni), <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=1956>, (Erişim Tarihi: 16.04.2008).

Bu sonuçlara göre; Türkiye’de, 2008 yılı Ocak döneminde istihdam edilenlerin sayısı, geçen yılın aynı dönemiyle karşılaştırıldığında 278.000 kişi azalarak 20,11 milyon kişiye düşmüştür. Bu rakamın % 61,4’ünü (12,35 milyon) kentlerde istihdam edilen kişiler oluştururken, geriye kalan % 38,6’sını kırsal kesimde çalışanlar meydana getirmektedir. Aynı dönemde, tarım sektöründe çalışan kişi sayısı 527.000 kişi azalırken, tarım dışı sektörlerde çalışanların sayısı ise 249.000 kişi artmıştır.

Ortaya çıkan tablo sonucunda, Türkiye’deki işsizlik oranı, geçen yılın aynı dönemine göre 0,3 puan artarak % 11,3 seviyesine yükselmiştir (2,57 milyon)³⁹⁰. İşsizlik oranının kentsel-kırsal dağılımında, kentlerde genç nüfusun işsizlik oranı daha yüksek olurken (% 22,1), kırsal kesimde de tarım dışı işsizlik oranı artış göstermektedir (% 16). Özellikle tarım dışı işsizlik oranı, tarım toplumundan sanayi

³⁹⁰ TÜİK istatistiklerinde iş gücüne dahil olmayan, ancak **Uluslararası Çalışma Örgütü – International Labour Organization (ILO)** tarafından iş gücü tanımı içine alınan “iş aramayıp, çalışmaya hazır olanlar” ile “mevsimlik çalışanlar”ın toplam sayısı 2,6 milyon kişiye yükselmiştir. (2007 Ocak: 2,58 milyon kişi) Bu rakamların iş gücü hesaplamasına dahil edilmesi durumunda, Türkiye’deki işsizlik oranı % 20,6 seviyesine kadar yükselmektedir.

toplumuna geçiş sürecinde, gelişmekte olan ülke ekonomileri için önemli bir gösterge niteliği taşımakta olup, bu oran Türkiye genelinde % 13,8 seviyesine yükselmiştir (2007 yılı: % 13,7)³⁹¹.

Bu verilere göre yapılacak en önemli değerlendirme, tarım dışı sektörlerdeki istihdamın artmasına karşın toplam istihdam oranında kaydedilen düşüştür. Tarım sektöründen ayrılan nüfusun (ağırlıklı olarak kırsal nüfus) tarım dışı sektörlere katılımının tam olarak sağlanamamasının neden olduğu bu durum (278.000 kişi), Türkiye'nin önündeki en ciddi sorunlardan biri olarak durmaktadır. Genç nüfusun işsizlik oranının kentlerdeki yüksek seviyesine kırsal alanlardaki artışı eklendiğinde, sorununun toplumun tüm kesimleri için daha da derinleşmekte olduğu açıktır.

Bu konunun diğer bir uzantısı olan ülke içi göç sorunu ise, Türkiye'nin önemli sosyoekonomik sorunlarından bir başkasını oluşturmaktadır. Hiç şüphesiz ki, bu olgu, Türkiye'de yaşanan hızlı değişim sürecinin en temel öğelerinden biri olup, kırdan kente veya doğudan batıya göç eden kişilerle birlikte, göçe hedef olan bölgelerin yaşamını ve Türk toplumunu yakından etkilemiştir. Tarımdaki hızlı makineleşme ve kırsal kesimlerde ekonomik yapıyı oluşturan toprak, nüfus dengesizliğine yol açmış; üretim dışı kalan iş gücü (genellikle genç iş gücü), yeni geçim kaynakları bulmak üzere kentlere göç etmeye başlamıştır³⁹².

Kırdan kente göçün yanı sıra, özellikle 1970'li yılların ikinci yarısından itibaren iç göç, küçük ve orta ölçekli şehirlerden büyük şehirlere doğru aile göçüne dönüşerek, batıdaki üç büyük şehir (İstanbul, Ankara ve İzmir) üzerine yoğunlaşmıştır. 1990'lı yıllardaki nüfus hareketlerini etkileyen öğelere, gerek Doğu ve Güneydoğu Anadolu'dan diğer bölgelere, gerekse bölge içindeki zorunlu göç de eklenmiştir. Zorunlu göç konusunda yapılan araştırmalarda, zorunlu göç edenlerin

³⁹¹ TÜİK, "Hanehalkı İşgücü Araştırması 2008 Ocak Dönemi Sonuçları (Aralık 2007, Ocak, Şubat 2008)", (15.04.2008 tarihli Basın Bülteni), <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=1956>, (Erişim Tarihi: 16.04.2008).

³⁹² Ahmet Apan, "Türkiye'de İç Göç Olgusu: Nedenler ve Sonuçlar 1", **Yerel Yönetim ve Denetim dergisi**, Cilt: 11, Sayı: 5, Mayıs 2006, s. 27.

1990 yılı sonrasında önemli bir kısmının bölgede can ve mal güvenliğinin sağlanamaması nedeniyle göç ettiği vurgulanmaktadır³⁹³.

Bu açıklamaların rakamsal karşılığında ise; 1995-2000 yılları arasında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden 210.000, Kuzeydoğu ve Ortadoğu Anadolu'dan 222.000 ve Batı Karadeniz Bölgesi'nden 232.000 kişinin çeşitli nedenlerle başka bölgelere göç ettiği görülmektedir. Göçe hedef olan şehirlerden sadece İstanbul'a, bu dönemde net 407.000 kişi göç etmiştir. Göçün yerleşim yerlerine göre dağılımı yapıldığında; göç edenlerin % 58'inin "şehirden şehre", % 20'sinin "köyden şehre" göç ettiği ortaya çıkmaktadır³⁹⁴.

İşte tam bu noktada, yenilenebilir enerji kaynaklarının yukarıda belirtilen temel sosyoekonomik sorunların çözümünde katkı sağlaması olasıdır. Bu saptamanın ana dayanağı; Türkiye'nin rüzgar enerjisinden güneş ve biyokütle enerjilerine, hidroelektrik enerjiden jeotermal ve dalga enerjilerine kadar hemen hemen tüm yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin büyüklüğüyle ilgilidir. Ayrıca, coğrafi dağılım açısından bu kaynaklar petrol, doğal gaz ve kömür gibi sadece belirli bölgelere özgü olmayıp, çok geniş bir alana yayılmaktadır.

Böylece, bu kaynaklara dayalı yaratılacak yeni sektörlerle, bölgesel gelişmişlik farklılıklarının azaltılarak işsizlik ve göç gibi sorunlara yönelik çözümler geliştirilebilir. Özellikle, dünyada tarıma dayalı gıda fiyatlarının artmaya başladığı bir dönemde tarım sektörü tekrar önem kazanmaya başlarken, Türkiye'de verimi düşük tarım arazilerinin enerji tarımı gibi çağdaş biyokütle uygulamalarına uygun hale getirilmesi, kırsal kesimdeki işsizliğin azaltılması ve kırdan kente göçün önlenmesinde yarar sağlayabilecektir. Diğer taraftan, yüksek teknoloji rüzgar, güneş ve dalga enerjisi sistemleri, yeni iş alanlarının yaratılarak eğitimli genç nüfusun işsizlik sorununun çözümünde önemli bir işleve sahip olabilir.

³⁹³ Pınar İlkaracan, ve İpek İlkaracan, **Bilanço 98: 75. Yılda Köylerden Şehirlere**, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 1998, s. 310.

³⁹⁴ TÜİK, 2007 (Yıllık); s. 53.

Diğer ülkelerde ise, yenilenebilir enerji sektörünün özellikle istihdam yönünün önemli bir konuma geldiği görülmektedir. Amerikan **Environmental and Energy Study Institute (EESI)** tarafından Kasım 2007 tarihinde yayımlanan çalışmada, sadece ABD'deki yenilenebilir enerji sektöründeki istihdam miktarının 2006 yılında 450.000 kişiye, bu sektörle bağlantılı olan enerji verimliliğiyle ilgili sektörlerdeki toplam istihdamın da 8 milyon kişiye ulaştığı ifade edilmektedir. Aynı çalışmada, rüzgar enerjisi sektörünün Almanya'da 214.000'den (2020 yılı tahmini 500.000 kişi), İspanya'da ise 35.000'den fazla kişiye; güneş enerjisi sektörünün dünyada 20.000'den fazla kişiye ve yine, dünyada en çok kullanılan biyoyakıt türü olan biyoetanol sektörünün 160.000'den fazla kişiye iş olanağı sağladığı, gelecek yıllarda bu rakamların önemli oranlarda artacağı belirtilmektedir³⁹⁵. Söz konusu rakamlar, Türkiye'nin de bu alanda yapacağı köklü değişimlerle, diğer ülkelerin gösterdiği başarıya ulaşmasının hiç de olanaksız olmadığını açıkça ortaya koymaktadır.

4.1.3. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye İçin Çevresel Önemi

Dünyada fosil yakıtların yoğun şekilde tüketiminin ortaya çıkardığı en büyük sorun, yanma sonucunda ortaya çıkan sera gazları ve diğer zararlı parçacıklardır (partiküllerdir). Büyük çoğunluğunu karbondioksit, metan, azot oksitler, florokarbonlar ve kükürt hekzafloridin oluşturduğu sera gazları Dünya'nın çevresini sararak, Güneş'in kızılötesi ışınlarının yeryüzünden geri yansımını engellemekte ve dolayısıyla atmosfer sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar sonucunda, gelişmiş ülkelerin yarattığı sera gazı salınımlarının en büyük kaynaklarının ise % 64'le **enerji sektörü** ve %19'la petrol kaynaklı **ulaşım sektörü** olduğu görülmektedir.

İşte, fosil enerji kaynaklarına dayalı enerji sektörünün yoğun bir şekilde üretmekte olduğu sera gazları küresel sıcaklıkta hızlı bir artışa neden olarak,

³⁹⁵ Environmental and Energy Study Institute (EESI), "Jobs from Renewable Energy & Energy Efficiency", (08.11.2007), s. 1-2, http://www.eesi.org/briefings/2007/Energy%20&%20Climate/11-8-07_green_jobs/EEREJobsFactSheet_11-8-07.pdf, (Erişim Tarihi: 15.12.2007).

atmosferde meteorolojik dengelerin bozulması ve ani iklim değişikliğinin başlaması sonuçlarını ortaya çıkarmaktadır. Bugün için küresel ısınmaya bağlı olarak iklimlerdeki yağış ve sıcaklık değişiklikleriyle beraber kutuplardaki buzullar ile buz tabakaları hızla erimeye, bu erimelerle birlikte deniz seviyesinde yükselmeler görülmeye başlamıştır. Yağışlı ve yağışsız zamanlar arasındaki normal geçişler kalmayıp zaman zaman bir bölge şiddetli sağanak yağış alırken, başka bir bölge hiç yağış almayıp oldukça kurak geçmektedir. Atmosferde yıllık ortalama sıcaklık artacağı için en sıcak günler daha yüksek derecelerde daha uzun sürede kalacağı, sağanak tipi yağışların çoğalacağı ve şiddetlerinin daha da yükseleceği hesaplanmıştır. Buna göre, ani sıcaklık yükselmeleri ve ani yağışların meydana getirdiği güçlü ve hızlı hava hareketleri şiddetli kasırgalar oluşturacak, zamanla bu hareketlerin gerçekleşme aralıkları da sıklaşacaktır.

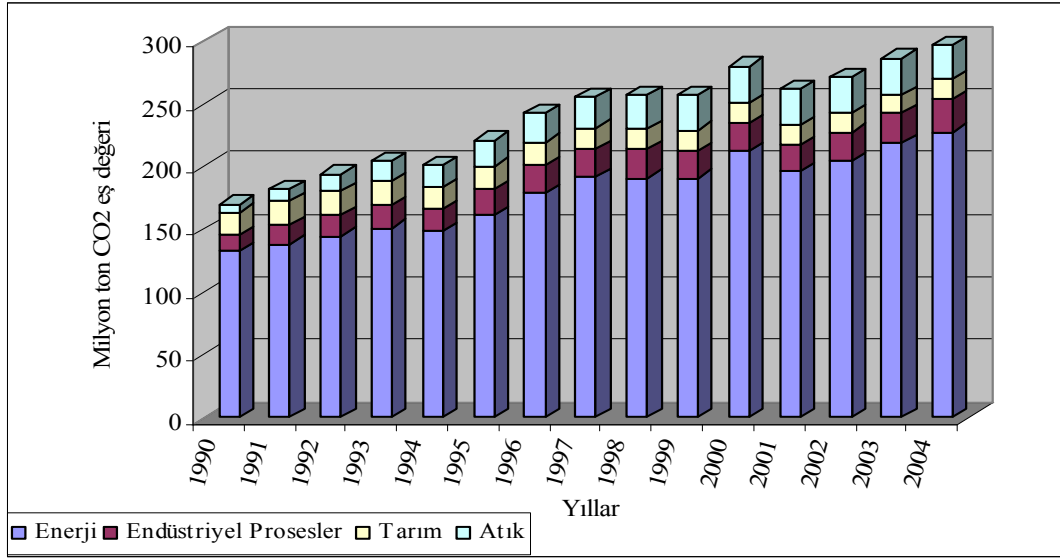
Ayrıca, sulak alanların da yavaş yavaş kurak alanlara dönüşüyor olması canlı hayat için büyük bir tehlike yaratmaktadır. Her ne kadar ekili alanların sulanmasının etkisi varsa da temel olarak, küresel sıcaklık artışının neden olduğu yağış düzeninin (rejiminin) bozulmasıyla akarsu sularının azalıyor olduğu, hatta dünyanın bazı yerlerinde şimdiden kuruyan nehirler ve bunlara bağlı olarak kuruyan göllerin oluşmaya başladığı görülmektedir. Bütün bunların sonucu ise bölge bölge gerçekleşiyor olan küresel kuraklıktır. Eğer kurak bölgelerin giderek artması önlenemez ise, açlık ve susuzluk gibi sorunların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bütün bunlar, aslında bir iklim krizinin yaklaştığının da göstergeleridir. Bu krizin aşırı sıcaklar, ani ve aşırı yağışlar, şiddetli kasırgalar ve açlık-susuzluk nedeniyle, hem bitkilerde hem hayvanlarda hem de insanlarda kitle ölümlerinin başlayacağı bir felaket ortamı meydana getireceği uzmanlarca öngörülmektedir³⁹⁶.

Dünyanın ilerlemekte olduğu bu noktaya Türkiye'nin de çok uzak olmadığı görülmektedir. Nitekim, TÜİK tarafından yayımlanan veriler, Türkiye'deki sera gazı

³⁹⁶ Mehmet Aytaç Çınar ve Feriha Erhan Kuyumcu, "Elektrik Enerjisi Üretimi ve Tüketiminin Küresel Isınmaya Etkileri ve Alınması Gereken Önlemler"; Mehmet Ali Çınar, "Canlı Hayatın En Büyük Sorunu Olan İklim Değişikliği ve Çözüm Yolları", (Ed. : Ahmet Öztopal ve Zekai Şen), **1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - TİKDEK 2007 (11-13.4.2007, İstanbul) Bildiri Kitabı**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2007, s. 150, 298.

salınımlarında yıllar itibariyle önemli oranda artış yaşandığını ortaya koymaktadır (Şekil 31).

Şekil 31: Türkiye’de Sera Gazı Salınımlarının Sektörel Dağılımı (1990-2004)



Kaynak: TÜİK., “Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları”,

http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=10&ust_id=3, (Erişim Tarihi:

16.04.2008).

Buna göre; Türkiye’de brüt sera gazı salınımları (arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık uygulamalarının sera gazı tutulumları hariç), 1990-2004 yılları arasında % 74,4 oranında artarak 170,06 milyon ton CO₂ eş değerinden 296,60 milyon ton CO₂ eş değeri seviyesine yükselmiştir. Sektörel dağılımda ise, tüm dünyada olduğu gibi ilk sırayı enerji sektörü alırken (% 76,7), 1990 yılında dördüncü sırada yer alan atık sektöründeki sera gazı salınımları, aynı dönemde % 331,4 oranında artarak ikinci sıraya yerleşmiştir (% 9,3). İlgili yıllarda, endüstriyel süreçlerdeki (proseslerdeki) sera gazı salınımlarında % 102,4’lük bir artış yaşanırken (% 8,9), sadece tarım kaynaklı salınımlarda % 17,8 oranında bir düşüş kaydedilmiştir (% 5,1).

Bu rakamlar, Türkiye’de sera gazı salınımlarındaki artışı ortaya koyarken, aynı zamanda gazların üretimindeki sektörel değişimi de açıkça yansıtmaktadır. Özellikle, atıkların neden olduğu sera gazı salınımlarındaki hızlı artış ile tarım

kesimindeki düşüşü, sanayileşme sürecindeki ve nüfus artışıdaki hızlanmanın yanı sıra, Türkiye'nin tarım toplumu olma özelliğini kaybetmeye ve hızla tüketim toplumuna dönüşmeye başlamasıyla da açıklamak mümkündür.

Buna ek olarak, enerji sektörü kaynaklı sera gazı salınımlarının toplam içindeki payının, yaklaşık 1 puan azalarak % 77,7'den % 76,7'ye gerilemesindeki başlıca nedenler ise;

* Elektrik enerjisi üretiminde ve konutların ısıtılmasında kömür kullanımından doğal gaza geçilmesi,

* Alternatif yakıt kaynaklarının kullanılmaya başlanması ve

* Ulaştırma sektöründe gelişen yeni motor teknolojileri ve havayı kirleten eski taşıtların trafikten çekilmesi olarak gösterilebilir³⁹⁷.

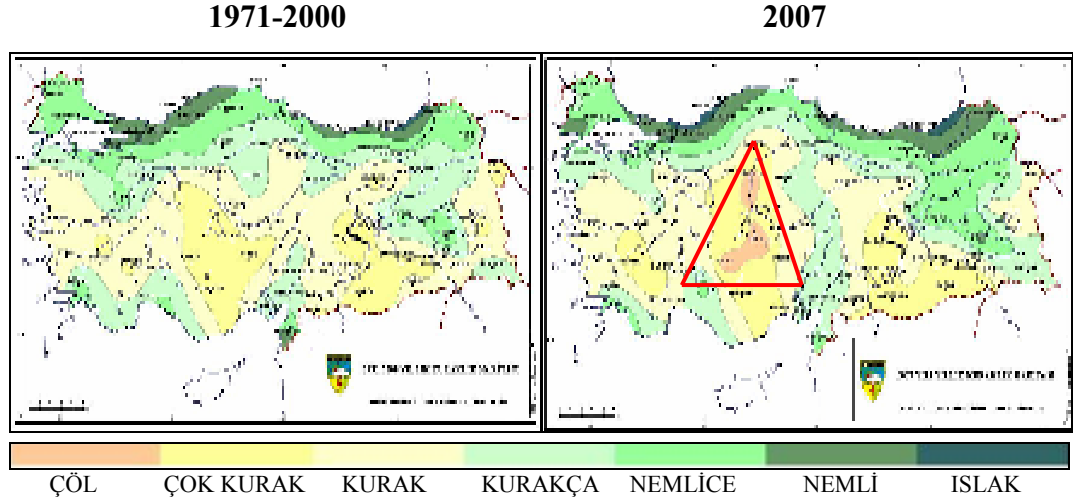
Tüm bu gelişmelerin sonucunda, daha önce ifade edilen ani küresel iklim değişikliğine yönelik aşırı kuraklık ile yağış miktarındaki düzensizlik ve azalma gibi başlıca olaylar Türkiye'de de yaşanmaktadır (Şekil 32 ve Şekil 33). Buna göre; daha önce "çok kurak" olarak nitelendirilen bazı bölgeler, ani küresel iklim değişikliğine bağlı olarak "çöl" sınıflandırmasına girmiştir (İç Anadolu Bölgesi'nin belirli bir kısmı). Böylece, 2007 yılına gelindiğinde, Türkiye'de çöl niteliği taşıyan alanların artık ortaya çıktığı görülmektedir.

Yağış miktarındaki düzensizlik ve azalma, Türkiye'deki ani küresel iklim değişikliği olgusunun en somut belirtilerinden bir diğeri olmaktadır. Şekil 32'de görüldüğü üzere, yağış miktarında yıllar itibariyle aşağı yönlü bir eğilim gözlemlenirken, ani yükseliş ve düşüşler de yaşanmaktadır. Söz konusu meteorolojik dengesizliklerin bir sonucu olarak, 2007 yılında, başta ani ve şiddetli yağışlarla birlikte fırtınaların da neden olduğu 273 adet zarar verici (ağaçlardaki çiçeklerin

³⁹⁷ Günay Apak ve Bahar Ubay (Edit.), **Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi**, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2007, s. 63.

yanması, araçların, canlıların ve seraların zarar görmesi, ulaşımın aksaması vs.) olay meydana gelmiştir.

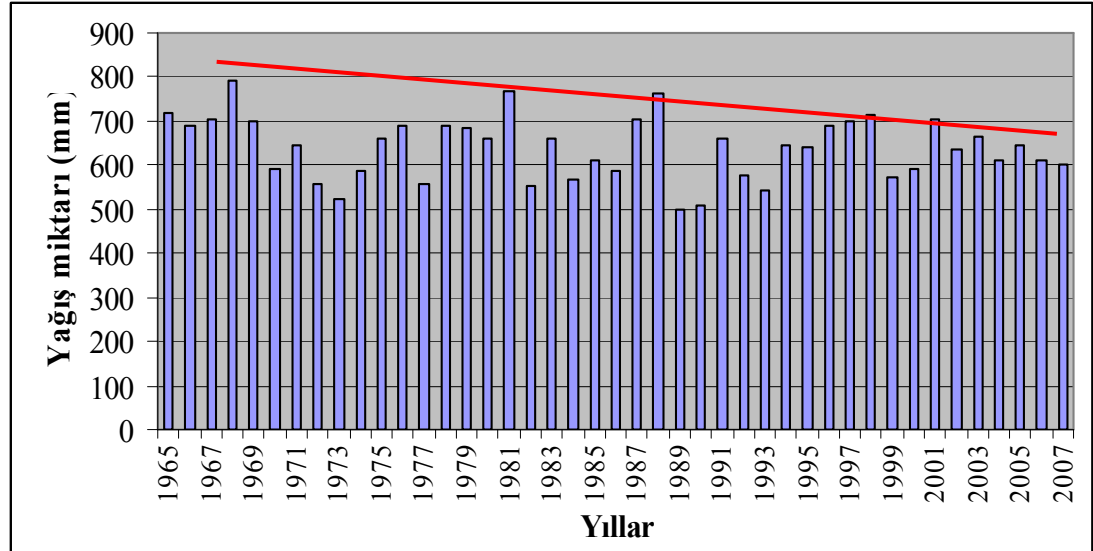
Şekil 32: Türkiye Kuraklık Haritaları (1971-2000 ve 2007)



Kaynak: DMİ., “Türkiye’nin Kuraklık Durumu”,

<http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/zirai/zirai-yillikanalizler.aspx?subPg=C>, (Erişim Tarihi: 16.04.2008).

Şekil 33: Türkiye’de Yağış Miktarının Yıllar İtibariyle Değişimi (1965-2007)



Kaynak: DMİ., “Yıllık Toplam Yağış Verileri”,

<http://www.meteoroloji.gov.tr/2006/aramizma/aramizma-yagisgrafikler.aspx>, (Erişim Tarihi: 16.04.2008).

Tüm bu nedenlerden dolayı, sera gazı salınımlarının azaltılması ve Kyoto Protokolü'ndeki hedeflere uyumlu hale getirilmesi, Türkiye'nin geleceği açısından hayati önem taşımaktadır. Bu açıdan, özellikle gelişmiş Avrupa ülkelerinin ilgili alanda yaptığı çalışmalar ve ortaya koyduğu hedefler tüm dünya tarafından takdirle karşılanırken, AB'ye uyum sürecindeki Türkiye'nin, çevre dostu ve temiz yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi bu bağlamda da olumlu bir etki yaratacaktır. Ayrıca, yapılacak maliyet değerlendirmelerinde çevresel ve toplumsal maliyetleri de dikkate almak, Türkiye'de görülmekte olan geleneksel enerji kaynaklarına odaklı anlayışın yeniden sorgulanmasına olanak sağlayacaktır.

4.2. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA YAPILMAKTA OLAN YATIRIMLAR

Yenilenebilir enerji alanında dünyada yaşanan gelişmeler Türkiye'de de yakından takip edilmektedir. Ancak, ortaya çıkan istatistiki bilgiler, gerek kamu gerekse özel sektör işletmelerinin gerçekleştirdiği yenilenebilir enerji yatırımlarında henüz yeterli seviyelere ulaşılmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesi konusunda yapım aşamasındaki yatırımlar devam etmekte olup, bu kaynaklardan elde edilecek enerjiye yönelik yeni izinlerin (lisansların) verilmesi de oldukça önemli gelişmelerdir.

4.2.1. Türkiye'de Rüzgar Enerjisine Yönelik Yatırımlar

Türkiye'deki rüzgar enerjisi yatırımlarının oldukça yeni olduğu ve başlangıcının 1998 yılına dayandığı bilgisine daha önceki bölümlerde yer verilmiştir. Bu tarihten itibaren yapılmakta olan yatırımların ortak özelliği ise, kamunun hiçbir şekilde yatırımcı konumunu üstlenmediği ve sektörün tamamen özel sektör işletmeciliğine bırakılmış olduğudur. Tablo 32, 2007 yılı sonu itibariyle rüzgar enerjisi alanındaki özel sektör yatırımlarını ayrıntılı bir şekilde göstermektedir.

Tablo 32: Türkiye’de İşletmede Bulunan Rüzgar Enerjisi Santralleri

Yer	Firma	İşletme Tarihi	Türbin Sayısı	Kapasite(MW)
İzmir-Çeşme	Alize A.Ş.	1998	3	1,5
İzmir-Çeşme	Güçbirliği A.Ş.	1998	12	7,2
Çanakkale-Bozcaada	Bores A.Ş.	2000	17	10,2
İstanbul-Hadımköy	Sunjüt A.Ş.	2003	2	1,2
Balıkesir-Bandırma	Bares A.Ş.	2006	20	30
İstanbul-Silivri	Ertürk A.Ş.	2006	1	0,85
İzmir-Çeşme	Mare A.Ş.	2007	49	39,2
Çanakkale-İntepe	Anemon A.Ş.	2007	38	30,4
Manisa-Akhisar	Deniz A.Ş.	2007	6	10,8
Çanakkale-Gelibolu	Doğal A.Ş.	2007	18	15,2
TOPLAM			166	146,55

Kaynak: TÜREB., “Rüzgar Enerjisi Sektör Raporu”, (03.12.2007),

<http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/guncel/03.12.2007->

[RuzgarEnerjiprojelerininsondurumu.pdf](#), (Erişim Tarihi: 24.03.2008).

Santrallerin kuruluş yerlerine göre dağılımı yapıldığında; İzmir ve Çanakkale’de üçer, İstanbul’da iki, Balıkesir ve Manisa’da ise birer adet santral işletmede bulunmaktadır. Ortaya çıkan durum, rüzgar enerjisinden şu an için, potansiyelin daha yüksek olduğu belirli bölgelerden yararlanıldığını göstermektedir.

Elektrik enerjisi üretiminde bulunan firmalar değerlendirildiğinde, piyasada birbirinden farklı işletmelerin etkinlik gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Buna göre, üretim halindeki 10 adet santralin her biri, değişik firmalar tarafından işletilmektedir. Böylece, Türkiye’deki rüzgar enerjisi sektörünün üretim kesiminde, birkaç firmanın egemenliğine dayalı bir piyasa yapısının henüz oluşmadığı gözlemlenmektedir.

Tablo 32’de dikkat çeken diğer noktalar ise, santrallerin üretime geçiş tarihleri ve kurulu kapasiteleriyle ilgilidir. 2007 yılı sonu itibariyle işletmede bulunan santrallerin % 60’ı (6 adet), yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını teşvik eden 5346 sayılı Kanun’un 2005 yılında yürürlüğe girmesi sonrasında üretime başlamıştır. İlgili Kanun’un rüzgar enerjisi sektörüne getirdiği bu hareketlilik, tesislerde kullanılan rüzgar türbini sayısına ve santrallerin üretim kapasitelerine de yansımış bulunmaktadır. 2005 yılından önce, kurulu 34 adet rüzgar türbininin toplam kapasitesi 20,10 MW olup, bu tarihten sonra 132 adet daha rüzgar türbini kurularak toplam kapasiteye 126,45 MW seviyesinde kurulu güç eklenmiştir.

Tablo 33: Türkiye’de İşletmeye Alınması Beklenen Rüzgar Enerjisi Santralleri

	Yer	Firma	Türbin Sayısı	Kapasite (MW)
İnşaatı Devam Eden Projeler	Manisa-Sayalar	Doğal A.Ş.	38	30,4
	Hatay-Samandağ	Deniz A.Ş.	-	30
	İstanbul-G.Paşa	Lodos A.Ş.	12	24
	İstanbul-Çatalca	Ertürk A.Ş.	20	60
	Balıkesir-Şamlı	Baki A.Ş.	30	90
	İzmir-Aliaga	İnnores A.Ş.	21	42,5
Rüzgar Türbini Satın Alma Sözleşmesi İmzalanmış Projeler	Muğla-Datça	Dares A.Ş.	36	28,8
	Aydın-Çine	Sabaş A.Ş.	13	19,5
	Çanakkale	As Makinsan A.Ş.	12	30
	İzmir-Kemalpaşa	Ak-El A.Ş.	43	66,66
	Hatay-Samandağ	Ezse Ltd. Şti.	39	35,1
	Hatay-Samandağ	Ezse Ltd. Şti.	9	22,5
	Bilecik	Sagap A.Ş.	74	66,6
	Balıkesir-	Banguç A.Ş.	10	15
	Bandırma	Soma A.Ş.	176	140,8
	Manisa-Soma	Poyraz A.Ş.	61	54,9
	Balıkesir-Kepsut	Doruk A.Ş.	15	30
	İzmir-Aliaga	Rotor A.Ş.	52	130
	Osmaniye-Bahçe			
TOPLAM			> 661	916,76

Kaynak: TÜREB., 2007 (Rapor); s. 1.

Türkiye’de, işletme halindeki rüzgar kaynaklı elektrik enerjisi kurulu kapasitesine, inşaatı devam eden ve rüzgar türbini satın alma sözleşmesi imzalanmış projeler de dahil edildiğinde daha olumlu bir görünüm ortaya çıkmaktadır. Buna göre, toplam 18 adet projenin 2008 ve 2009 yıllarında tamamlanarak işletmeye girmesi sonucunda, Türkiye rüzgar enerjisi sektörüne yaklaşık 661 adet yeni rüzgar türbini ve 916,76 MW kapasite kazandırılmış olacaktır. Böylece, ekonomik potansiyelin yaklaşık % 10’unundan yararlanılması olası bir gelişmedir.

Tablo 33’te yer alan bilgileri daha ayrıntılı incelemek gerekirse, özellikle, konuyla ilgili Türkiye’de yapılan yasal düzenlemeler ve dünyada rüzgar enerjisine yönelik eğilimin giderek artmakta oluşunun Türk rüzgar enerjisi endüstrisinde yarattığı olumlu etkiyle birlikte, sektörün iki yıl içerisinde yaklaşık % 526 oranında büyüyebileceği anlaşılmaktadır. Bu büyüme, sektörde etkinlik gösteren firma sayısını artırırken, gerek her bir santralin, gerekse bu santrallerde kullanılan her bir türbinin kurulu gücünün de artmasını sağlamaktadır. Tüm bu gelişmelerin altındaki temel neden ise, rüzgar enerjisi teknolojilerinde yıllar boyunca yaşanmakta olan hızlı gelişim ve türbin maliyetlerindeki düşüş olmaktadır.

Bunun sonucunda, Türkiye’de artık, 176 türbinden oluşan ve 140,8 MW kapasiteye sahip (Manisa-Soma A.Ş.) rüzgar çiftlikleri kurulabilmekte; 600 KW kurulu güçteki rüzgar türbinlerinin yerine 3 MW gücünde türbinler (İstanbul-Ertürk A.Ş., Balıkesir-Baki A.Ş.) elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilir. Aynı zamanda, santrallerin kurulmakta olduğu veya kurulacağı yerler itibariyle de daha geniş bir coğrafi dağılım söz konusu olabilmektedir (Aydın, Muğla, Hatay, Osmaniye vs.)

Yukarıda yer alan bilgilerin yanı sıra, son olarak, 22.11.2007 tarihinde EPDK tarafından açıklanan üretim izinlerine ilişkin bilgilerin verilmesi de yararlı olacaktır. EPDK’nın, rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi kurmak üzere yapılan başvuruları incelemesi sonucunda;

- * Toplam 998,75 MW kapasiteli 28 projeye izin verilmesine,
- * Toplam 420,85 MW kapasiteli 17 projeye ilişkin izin başvurularının kabul edilmesine ve
- * Toplam 915,85 MW kapasiteli 38 projeye ilişkin başvurunun kabul edilmemesine karar verilmiştir.

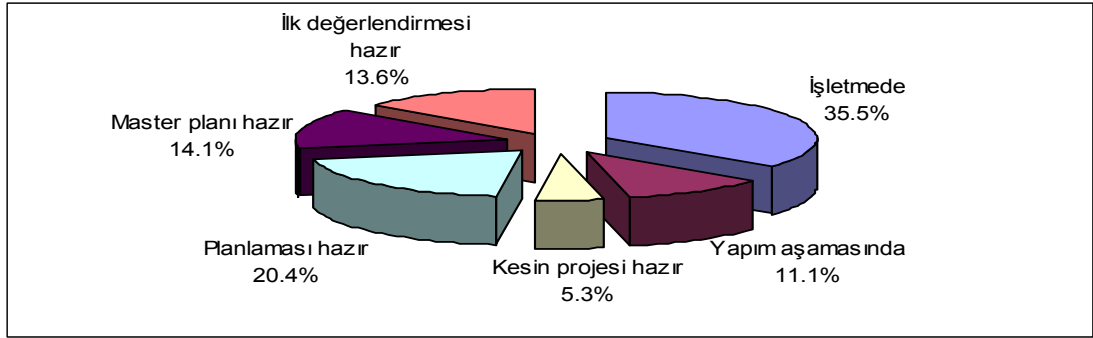
İzinleri iptal edilen veya sonlandırılan proje sayısı (19 adet) da hesaba katıldığında, söz konusu tarih itibariyle toplam 1.876 MW kapasite büyüklüğüne sahip 53 adet santrale üretim izni verilmiştir³⁹⁸. Bu santrallerde, izinlerin iptaline yönelik yeni gelişmelerin olmaması durumunda, 2009 yılı sonunda rüzgar enerjisi ekonomik potansiyelinin yaklaşık % 19'u değerlendirilebilecektir.

4.2.2. Türkiye’de Hidroelektrik Enerjiye Yönelik Yatırımlar

Rüzgar enerjisi santrallerinin aksine, Türkiye’deki hidroelektrik santrallerin yapımı ağırlıklı olarak kamu kesimi tarafından gerçekleştirilmektedir. Özellikle, büyük ölçekli (> 10 MW) santrallerin teşvik sistemi dışında tutulması, özel sektör, küçük ölçekli (< 10 MW) santral yapımına yönlendirmektedir. Kamu tarafından üstlenilen projelerde ise, hükümet bütçelerinden sınırlı miktarda kaynak aktarımı nedeniyle santrallerin yapımı oldukça uzun dönemlere yayılmaktadır. Tüm bu gelişmelerin doğrultusunda, Türkiye, hidroelektrik enerji ekonomik potansiyelini henüz etkin bir şekilde kullanamamaktadır (Tablo 34 ve Şekil 34).

³⁹⁸ TÜREB, 2007 (Rapor) s. 1-9; EPDK, “Elektrik Piyasası Lisans İşlemleri”, <http://www.epdk.gov.tr/lisanssorgu/elektriklisanssorgu.htm>, (Erişim Tarihi: 15.03.2008).

Şekil 34: Türkiye’de HES Projelerinin Mevcut Durumu (Şubat 2007)



Kaynak: EİE., 2007 (Projeler); s. 2.

Tablo 34: Türkiye’de HES Projelerinin Mevcut Durumu (Şubat 2007)

HES Projelerinin Mevcut Durumu	Santral Sayısı	Kurulu Kapasite (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)
İşletmede	142	12.788	45.930
Yapım aşamasında	41	4.397	14.351
Proje aşamasında	589	19.359	69.173
Toplam	772	36.544	129.454

Kaynak: EİE., 2007 (Projeler); s. 1.

Şekil 34 ve Tablo 34’te açıkça görüldüğü üzere, Türkiye’nin 129.454 GWh seviyesindeki hidroelektrik enerji ekonomik potansiyelinin sadece 45.930 GWh olan kısmı işletme halinde bulunmaktadır. Bu rakam, potansiyelin % 35,5’lik bölümünün kullanıldığını göstermekte olup oldukça düşük bir değerdir. Santral sayısı itibariyle ise, Şubat 2007 dönemi sonunda toplam 142 adet HES etkinlik göstermektedir. Santrallerden üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık % 85’lik kısmı, bir kamu kuruluşu olan EÜAŞ tarafından gerçekleştirilirken, geriye kalan % 15’lik üretim, özel sektör işletmeleri (üretim şirketleri ve gereksinim duyduğu enerjiyi kendisi üreten otoprodüktörler) tarafından karşılanmaktadır³⁹⁹.

Türkiye’nin hidroelektrik enerji üretim kapasitesine dahil olması beklenen projeler incelendiğinde, ilgili dönem sonunda 41 adet santralin inşaat halinde olduğu, 589 adet santrale ilişkin proje çalışmalarının ise devam ettiği görülmektedir. İnşaat

³⁹⁹ TEİAŞ, “Türkiye Kurulu Gücünün Üretici Kuruluşlara Göre Dağılımı”, <http://www.teias.gov.tr/ist2006/6.xls>, (Erişim Tarihi: 19.04.2008).

halindeki santrallerin tamamlanması durumunda, bu santrallerden yılda yaklaşık 14.351 GWh elektrik enerjisi üretmek mümkün olacaktır. Ekonomik potansiyelin % 11,1'ini oluşturan bu santrallerin toplam kapasiteye eklenmesiyle birlikte, potansiyelin % 46,6'sı değerlendirilebilecektir.

İlk değerlendirmesi (etüd), master planı, planlaması ve kesin projesi hazır olan “proje aşamasındaki” santraller ise toplam potansiyelin % 53,4'ünü oluşturmaktadır. Yılda yaklaşık 69.173 GWh elektrik enerjisi üretme kapasitesine sahip olması beklenen bu santrallerin işletmeye alınması, Türkiye'nin su kaynaklarını verimli bir şekilde kullanması açısından son derece önemlidir. Söz konusu projelerin uygulama aşamasına geçirilebilmesi, hem kamu yatırımlarına yönelik sermaye aktarımının büyüklüğüne, hem de özel sektör yatırımlarında gereksinim duyulan sermayeye daha kolay ve çabuk erişebilmesine bağlıdır. Ancak bu şekilde, her yıl milyonlarca metreküp suyun boşa harcanmayarak ülke ekonomisine kazandırılması mümkündür.

Proje aşamasındaki santrallerin kurulu güçlerine göre sınıflandırılması, hidroelektrik santral yatırımlarının geleceğine ilişkin birtakım ipuçlarının elde edilmesini sağlamaktadır. Tablo 35, yıllık ortalama elektrik enerjisi üretimi bakımından ekonomik potansiyelin % 53,4'ünü oluşturan proje aşamasındaki santrallerin kurulu kapasite temelinde dağılımını göstermektedir.

Tablo 35: Proje Aşamasındaki HES'lerin Kurulu Kapasitelerine Göre Dağılımı
(Şubat 2007)

Sınıflandırma	Santral Sayısı	Kurulu Kapasite (MW)	Yıllık Ortalama Enerji (GWh)	Toplam İçindeki Payı (%)
Küçük HES (10 MW altı)	307	1.143	5.163	7,5
Büyük HES (10 MW ve üstü)	282	18.216	64.010	92,5
Toplam	589	19.359	69.173	100

Kaynak: EİE., 2007 (Projeler); s. 3.

Tablo 35 dikkatli bir şekilde incelendiğinde, genel olarak DSİ ve EİE tarafından yürütülen, proje aşamasındaki toplam 589 adet santralin 307 adedi, 10 MW altındaki küçük ölçekli HES'lerle ilgilidir. Bu sayısının büyüklüğü, dünyada küçük ölçekli HES'lere yönelik ilginin artmasıyla doğru orantılı olup, küçük su kaynaklarının değerlendirilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Küçük ölçekli HES'lerin dışında, 10 MW ve üstündeki büyük ölçekli HES'lere yönelik proje sayısı ise 282 adettir. Proje sayısı daha az olmasına karşın, üretim kapasiteleri açısından büyük HES'ler % 92,5'lik bir paya sahip bulunmaktadır. Bu projelerin toplam kurulu kapasitesi 18.216 MW olurken, yılda yaklaşık 64.010 GWh elektrik enerjisi üretilmesi olasıdır.

Bu bilgilere ek olarak, küçük ve büyük ölçekli HES'lerle ilgili EPDK'ya yapılan özel sektör başvuruları da, konunun bu kesim tarafından ilgi çekici bulunduğu açık bir kanıttır. Öyle ki, tek bir su kaynağına santral kurulmasına yönelik birden fazla başvurunun (çoklu HES başvuruları) yapıldığı görülmektedir. Buna göre, yalnızca, 5346 sayılı Kanun'un yürürlüğe girdiği 2005 yılından Mart 2008 dönemine kadar, EPDK'ya konuyla ilgili yüzlerce başvuru yapılmıştır. Bu başvurulardan inceleme ve değerlendirmeye alınan başvuru sayısı ise 476'ya (üretim şirketleri ve otoprodüktörler) ulaşmış olup⁴⁰⁰, bu durum su kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin artırılması açısından olumlu bir gelişme olarak nitelendirilebilir.

4.2.3. Türkiye'de Jeotermal Enerjiye Yönelik Yatırımlar

Jeotermal enerji, Türkiye'nin en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bu kaynağın iklimsel ve mevsimsel değişikliklerden etkilenmeyen yapısı dikkate alındığında, yapılacak yatırımların verimlilik düzeylerinin daha yüksek ve geri dönüş sürelerinin daha kısa olması, Türkiye'de jeotermal enerji uygulamalarının ön plana çıkarılmasını gerektiren başlıca nedenler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, Haziran 2007 dönemi itibariyle Türkiye'deki

⁴⁰⁰ EPDK, "İncelemeye ve Değerlendirmeye Alınan Üretim Lisansı Başvuruları ve İtiraz Süreleri", <http://www.epdk.gov.tr/lisans/elektrik/lisansdatabase/basvuruuretimHES.asp>, (Erişim Tarihi: 20.04.2008).

jeotermal enerji yatırımlarının son durumu Tablo 36’da ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir⁴⁰¹.

Tablo 36: Türkiye’de Jeotermal Enerji Yatırımlarındaki Son Durum (Haziran 2007)

DEĞERLENDİRME	KAPASİTE
Jeotermal Merkezi Isıtma (Konut, Termal Tesis, Sera vb.)	983 MWt 117.000 konut eş değeri
Kaplıca Kullanımı	402 MWt 215 adet kaplıca
Toplam Isı Kullanımı	1.385 MWt
Elektrik Enerjisi Üretimi	1) 20 MWe (Denizli – Kızıldere) jeotermal elektrik santrali işletme halindedir. 2) Aydın Salavathı’da 167 °C İle yaklaşık 10 MWe işletme halindedir. 3) 48 MWe kapasiteli (Germencik) jeotermal elektrik santrali yatırımının çalışmaları devam etmektedir. 4) Kızıldere’deki jeotermal santralin atığı olan 140 °C’lik jeotermal sudan 6,85 MWe kapasiteli jeotermal elektrik santrali yapım aşamasındadır. 5) 7,5 MWe kapasiteli (Çanakkale-Tuzla) jeotermal elektrik santrali proje aşamasındadır. 6) 10 MWe kapasiteli (Simav) jeotermal elektrik santrali proje aşamasındadır.
Karbondiyoksit Üretimi	120.000 ton/yıl

Kaynak: TJD., “Türkiye’de Jeotermal: Mevcut Durum”,

<http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 20.04.2008).

⁴⁰¹ Bu bölümde, Türkiye Jeotermal Derneği, “Türkiye’de Jeotermal”, <http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 17.03.2008); EİE, “Türkiye’de Jeotermal Enerji”, http://www.eie.gov.tr/turkce/jeoloji/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.html, (Erişim Tarihi: 16.03.2008); “T.C. Başbakanlık DPT 9. Kalkınma Planı (2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Ham Maddeleri Alt Komisyonu Çalışma Grubu Raporu”, <http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 20.04.2008); DPT, **8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2609, Ankara, 2001, s. 35.

Buna göre; konut, termal tesis ve seracılık gibi merkezi ısıtma uygulamaları, toplam jeotermal ısı kullanımının % 71'ini oluştururken (983 MWt), kaplıca kullanımında bu oran % 29 düzeyindedir. Böylece, Türkiye'de toplam 117.000 konut eş değerinde merkezi ısıtma yatırımı söz konusu olurken, yılda 10 milyon kişinin yararlanabileceği 215 adet kaplıca bulunmaktadır.

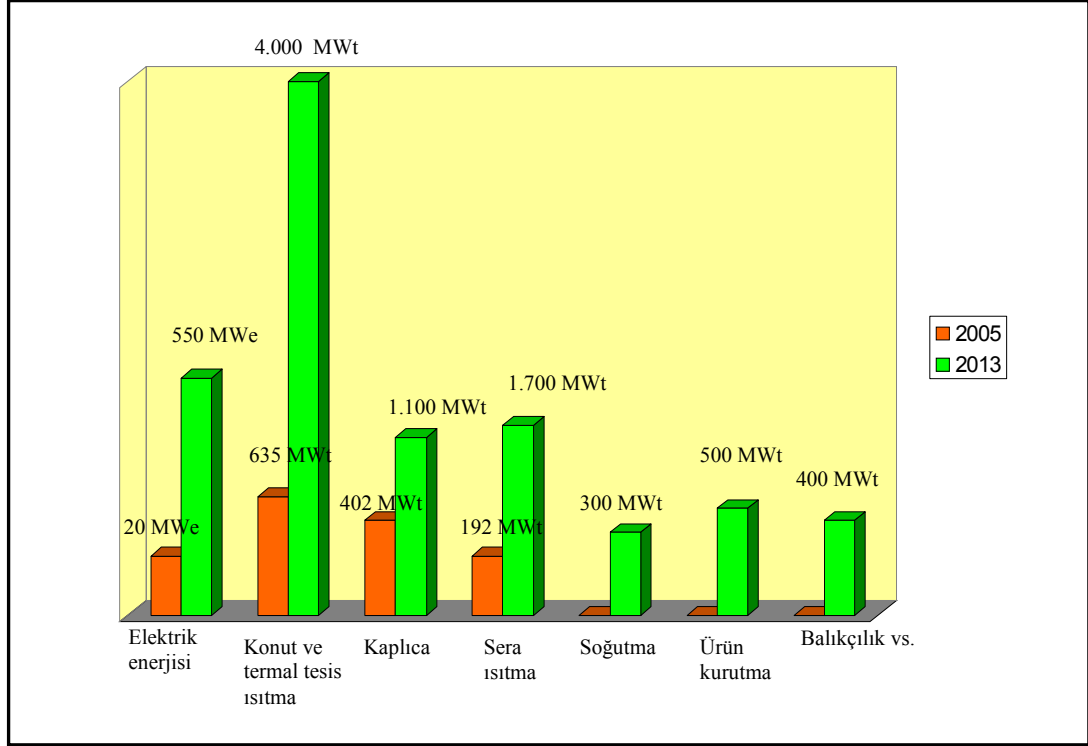
Jeotermal ısı enerjisi yatırımlarının gerçekleştirildiği yerler incelendiğinde, ilk sırada İzmir ili bulunmaktadır. Özellikle, Balçova ve Narlıdere ilçeleri, hem merkezi ısıtma hem de kaplıca yatırımları için oldukça elverişli yerlerdir. Yaklaşık 24.000 konut eş değeri ısıtma uygulamasının olduğu bu yerlerin dışında, Gönen 3.400 konut, Simav 5.000 konut, Kırşehir 1.900 konut, Kızılcahamam 2.500 konut, Afyon 4.500 konut, Kozaklı 1.200 konut, Sandıklı 3.600-5.000 konut, Diyardin 150 konut, Salihli 4.100-24.000 konut, Sarayköy 1.500 konut, Edremit 2.000-7.500 ve Sarıkaya 180-2.000 konutla İzmir'i takip etmektedir. Ayrıca Yerköy'de (Yozgat), 500-3.000 arası konut eş değerinde merkezi ısıtma yatırımı devam etmektedir.

Türkiye'de jeotermal kaynaklı elektrik enerjisi yatırımlarında ise henüz istenilen seviyelere gelinememiştir. Haziran 2007 yılı itibarıyla, sadece 2 adet elektrik enerjisi santrali işletmede olup, bunlardan ilki Kızıldere'de (Denizli) kurulan 20 MWe kapasiteli santraldir. Aynı yerde, yılda 120.000 ton düzeyinde CO₂ üretimi de gerçekleştirilmektedir. Diğer bir enerji santrali de 2006 yılında Salavatlı'da (Aydın) kurulmuştur. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin sadece % 5'i elektrik enerjisi üretimine uygun olmasına karşın, bu potansiyelin büyük bir kısmının da hala kullanılmadığı görülmektedir. Söz konusu potansiyelin değerlendirilmesi amacıyla, Tablo 36'da belirtilen yerlerde çalışmalar devam etmektedir.

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlardan farklı olarak, jeotermal enerjide, genellikle il özel idareleri, belediyeler ve özel sektör iş birliğinde enerji yatırımları gerçekleştirilmektedir. Böylece, bu alana yönelik yatırımlarda sermaye gereksiniminin daha etkili bir şekilde karşılanması, yerel yönetimlerin gelir yapılarının güçlendirilmesi ve özel sektörün bu yatırımlara ilgi göstermesi sağlanabilmektedir. Söz konusu iş birliğinin artması ve yatırımların devam etmesi

halinde, Şekil 35'te yer alan 2013 yılı hedeflerine ulaşmak da olanaksız görülmemelidir.

Şekil 35: Türkiye Jeotermal Enerji Uygulamalarında 2013 Yılı Hedefleri



Kaynak: “T.C. Başbakanlık DPT 9. Kalkınma Planı (2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Ham Maddeleri Alt Komisyonu Çalışma Grubu Raporu”, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 20.04.2008).

Özellikle, jeotermal konut ve termal tesis ısıtma ile elektrik enerjisi üretimi dışında, kaplıca uygulamaları, seracılık, soğutma, ürün kurutma ve endüstriyel uygulamaların dünyada giderek yaygınlaşması dikkate alınarak yatırımların bu alanlara yönlendirilmesi, hem ekonomik anlamda katma değer yaratılması hem de sosyoekonomik anlamda iş olanaklarının sağlanması açısından yararlı olacaktır. Nitekim, Tablo 37, 2013 yılı hedeflerine ulaşılması için gerekli yatırım tutarı ile hedeflerin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak ekonomik büyüklük ve istihdam değerlerini ortaya koymaktadır.

Tablo 37: Türkiye'nin 2013 Yılı Jeotermal Enerji Hedeflerine Ulaşması İçin
Gerekli Yatırımlar

Jeotermal Uygulamalar	2013 Yılı Hedefleri	Gerekli Yatırım Tutarı (Milyon \$)
Elektrik enerjisi üretimi	550 MWe	1.000
Konut ve termal tesis ısıtma	4.000 MWt (500.000 konut eş değeri)	800
Sera ısıtma	1.700 MWt (5.000 dönüm)	350
Ürün kurutma	500.000 ton/yıl	100
Kaplıca	400 kaplıca eş değeri	800
Soğutma	50.000 konut eş değeri	200
Toplam	-	3.250
Yaratılabilecek yıllık ekonomik büyüklük	-	16.000
Toplam istihdam (doğrudan ve dolaylı)	-	200.000

Kaynak: "T.C. Başbakanlık DPT 9. Kalkınma Planı (2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Ham Maddeleri Alt Komisyonu Çalışma Grubu Raporu", <http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 20.04.2008).

Tablo 37'ye göre, 2013 yılı hedeflerine ulaşılması için elektrik enerjisine 1 milyar \$, konut ve termal tesis ısıtma ile kaplıca uygulamalarına 800'er milyon \$ yatırım yapılması gerekmektedir. Diğer uygulamalar da hesaba dahil edildiğinde, 2013 yılına kadar yapılması gerekli yatırımların toplam tutarı 3,25 milyar \$ olmaktadır. Bu rakam, Türkiye'nin petrol ve doğal gaz ağırlıklı yıllık enerji dış alımı tutarıyla karşılaştırıldığında oldukça düşük bir değerdir. Yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjiye yönelik bu yatırımların gerçekleşmesi durumunda, Türkiye yalnızca enerji dış alımını azaltmış olmayacak, aynı zamanda 200.000 kişiye doğrudan ve dolaylı bir şekilde istihdam sağlayarak, yıllık 16 milyar

\$ büyüklüğünde bir ekonomik hacim de yaratılmış olacaktır. Haziran 2007’de yürürlüğe giren “5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu” da, bu yatırımların etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi bakımından konunun yasal boyutuna düzenleme getirmektedir.

4.2.4. Türkiye’de Biyokütle Enerjisine Yönelik Yatırımlar

Türkiye’de klasik biyokütle uygulamalarının yanı sıra, çağdaş biyokütle enerjisine yönelik çalışmaların geç de olsa başladığı görülmektedir. Bu anlamda, biyomotorin, biyoetanol ve biyogaz gibi tüm dünyada üretimi yaygınlaşmaya başlayan biyoyakıtlara ilişkin yatırımlar artık Türkiye’de de artmaya başlamıştır⁴⁰².

Söz konusu yakıtlardan biyomotorin üretimi ilk olarak 1934 yılında, Büyük Önder Atatürk’ün, enerjide diğer ülkelere bağımlı olunmaması amacıyla bitkisel yağların tarım traktörlerinde yakıt olarak kullanılması konusunda başlattığı çalışmayla Türkiye’nin gündemine girmiştir. Ancak, Türkiye’de gerçek anlamda biyomotorin tesislerinin kurulması 2000’li yılların başına rastlamaktadır. 2007 yılına kadar olan süreçte ise, gerek dünyadaki gelişmelerin etkisi, gerekse konuya ilişkin ülke içinde yapılan yoğun çalışmalar ve verilen destekler⁴⁰³, biyomotorin üretiminin

⁴⁰² Bu bölümde; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 140-153; EPDK, “Elektrik Piyasası Lisans İşlemleri”, <http://www.epdk.gov.tr/lisansorgu/elektriklisansorgu.htm>, (Erişim Tarihi: 21.04.2008); ALBİYOBİR, “Türkiye’de Biyoyakıtlar”, <http://www.albiyobir.org.tr/biyoyakitlar01.htm> ve “Türkiye’de Biyodizel”, http://www.albiyobir.org.tr/trde_b.htm, (Erişim Tarihi: 21.04.2008); İZAYDAŞ, “Hizmetlerimiz”, <http://www.izaydas.com.tr/tr/2hz.asp?islem=incele&id=118>, (Erişim Tarihi: 22.04.2008); Tamer Afacan, “Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel”, (*Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel Sempozyumu - 16.12.2005, Ankara*), http://www.albiyobir.org.tr/files/img_etk/05-1612-albiyobir.ppt#1, (Erişim Tarihi: 21.04.2008); EİE, “EİE Biyodizel Üretim Tesisi”, http://www.eie.gov.tr/biyodizel/bd_eietesis.html, (Erişim Tarihi: 22.04.2008); “5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 25322; 20.12.2003; “5479 sayılı Gelir Vergisi Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26133; 08.04.2006; Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş., “Kurumsal Yapı”, <http://www.konyaseker.com.tr/?sayfa=icerik&pgid=152&text=152>, (Erişim Tarihi: 22.04.2008); “Mısır ve Buğday Araçlara Yakıt Olacak”, (25.11.2007 tarihli haber), http://www.patronlardunyasi.com/news_detail.php?id=37273, (Erişim Tarihi: 22.04.2008); “Biyodizel Mevzuatı”, **Biyoyakıt Dünyası dergisi**, Yıl 3, Sayı: 12, Kasım 2007, s. 36-37; adlı çalışmalardan yararlanılmıştır.

⁴⁰³ “Biyodizel” kavramına ilk olarak 2003 yılında, “5015 sayılı Petrol Kanunu”nda resmi olarak yer verilmiştir. Aynı Kanun’da, biyomotorin kullanımının Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) dışında tutulması konusunda yer alan ifade, biyomotorin yatırımlarını artırıcı bir etki yaratmıştır. Ancak, bu uygulamanın petrol piyasasında haksız rekabete yol açtığı öne sürülerek “5479 sayılı Gelir Vergisi Kanunu”nda (Mart 2006) yapılan yasal düzenlemeyle, taşıtlarda yakıt olarak kullanılan “otobiyodizele” ÖTV uygulanmasına başlanmıştır (motorine % 2 oranında karıştırılan biyomotorin yakıtının ÖTV dışında tutulması uygulamasına devam edilmektedir.)

artmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, Tablo 38, biyomotorin üretimi gerçekleştiren tesisler ve kapasiteleri hakkında bilgiler içermektedir.

Tablo 38: Türkiye’de Kurulu Biyomotorin Üretim Tesisleri ve Kapasite Rakamları
(2005)

Yer	Tesis Sayısı	Kapasite (Ton/yıl)
İzmit	7	160.645
Gaziantep	16	158.004
Ankara	11	71.040
Mersin	4	70.534
Adana	7	58.745
Bursa	5	46.062
İzmir	6	35.588
Diğerleri	34	377.818
TOPLAM	90	978.436

Kaynak: Tamer Afacan, “Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel”, (*Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel Sempozyumu - 16.12.2005, Ankara*).

Tablo 38’e göre; Kasım 2005 tarihi itibarıyla Türkiye’de biyomotorin üretimi gerçekleştirebilen tesis sayısı 90 adet olup, bu tesislerin toplam üretim kapasitesi (biyomotorin vd.) 978.436 ton/yıl seviyesindedir. Toplam kapasitenin % 10’ununa yakın bir bölümü (90.000 ton/yıl) ise biyomotorin üretimi için kullanılmaktadır. Tesis sayısı olarak Gaziantep, 16 adet tesisle ilk sırada yer alırken; kurulu kapasite bakımından ilk sırayı, yıllık 160.645 tonluk üretim kapasitesiyle İzmit almaktadır. Tabloda yer alan illerin dışında Türkiye’nin birçok yerinde de biyomotorin üretimi gerçekleştirilmektedir. Tesislerin bölgesel yaygınlığı, enerjinin sadece verimli kullanımı açısından değil, aynı zamanda biyomotorinin tüm ülkede üretilip kullanılabilir bir yakıt olması açısından da son derece önemlidir.

Nitekim, 2007 yılı sonu itibarıyla Türkiye’de biyomotorin üretim kapasitesi yaklaşık 1.5 milyon ton/yıl seviyesine yükselmiştir. Bu kapasite büyüklüğü,

Türkiye'nin, Almanya'nın ardından dünyanın "ikinci ülkesi" konumunda olduğunu göstermektedir. Biyomotorin alanında yatırım yapan işletmelerin dağılımı incelendiğinde ise bu işletmelerin büyük çoğunluğunun biyomotorin üretim amaçlı kurulmadığı görülmektedir. Söz konusu işletmelerin % 65'i yağ sıkma fabrikaları ve tarım sektöründe etkinlik gösteren işletmelerden oluşmakta olup, geriye kalan % 35'lik kesim ise kimya (madeni yağ sanayi vb.), akaryakıt ve diğer sektörlerde bulunan işletmelerdir. Bu dönüşümün ana nedenleri; işletmelerin yararlanılamayan (atıl) kapasitelerinin değerlendirilmesi ve dolayısıyla, istihdamda sürekliliğin sağlanması isteğidir.

Bununla birlikte, son yıllarda tarımsal üretici birlikleri de biyomotorin üretimine yönelmeye başlamıştır. Bunlardan **Çukurova Pamuk, Yer Fıstığı ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birliği (ÇUKOBİRLİK)**, biyomotorin üretim tesisini kurmuş, **Antalya Pamuk ve Narenciye Tarım Satış Kooperatifleri Birliği (ANTBİRLİK)** de tesisini kurmak için kapasite raporunu almıştır. Diğer birliklerin konuyla ilgili çalışmaları devam ederken, EİE de bitkisel yağlar ve yemeklik atık yağların değerlendirildiği biyomotorin üretim tesisini işletmeye sokmuştur. Biyomotorin üretim izni almak için EPDK'ya başvuran firma sayısının 200'ü geçmesi göz önüne alındığında⁴⁰⁴, konunun Türkiye ve Türk işletmeleri için önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Biyomotorinin yanı sıra, Türkiye'de yatırım konusu yapılan diğer bir biyoyakıt türü biyoetanoldur. Biyomotorin gibi ilk defa 2003 yılında yasalara giren biyoetanol, yatırım açısından henüz biyomotorin kadar gelişmemiştir. Bu durum, biyoetanol üretiminde genel olarak kullanılan şeker pancarı, buğday ve mısırın, temel besin gıdalarının ham maddeleri olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda, bu ürünlere yönelik dış alımın artması söz konusu olduğundan, ÖTV uygulamasının dışında kalabilmek için biyoyakıt üretiminin "yerli" tarım ürünlerine dayalı yapılması zorunluluğunun ve bir alkol türü olan etanolun genelde içki üretimi amacıyla kullanılmasının da Türkiye'deki yatırımları etkilediğini belirtmek mümkündür.

⁴⁰⁴ Nisan 2007 tarihi itibarıyla, EPDK'dan işleme izni alan firma sayısı 27, dağıtım izni alan firma sayısı ise 13'tür.

Bu bilgilere dayalı olarak, Türkiye'nin biyoetanol üretim tesisi sayısı oldukça azdır. Bu tesisler; şeker pancarından biyoetanol üretimi gerçekleştirmek için kurulan ve Eylül 2007'de işletmeye giren **Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş.**'ye bağlı biyoetanol üretim tesisi (yıllık üretim kapasitesi 80.000 m³) ile 2004 yılında Bursa'da kurulan 15.000 m³'lük üretim tesisi (mısırdan üretilmekte) ve 2007 yılında Adana'da yapılan 35.000 m³'lük bir başka üretim tesisidir. Biyoetanol üreticileri, sayı olarak az olan bu tesislerin üretim kapasitelerinin ise, benzine katılacak miktarın yüzde 5'inin ÖTV kapsamı dışına çıkartılması halinde Türkiye'nin biyoetanol gereksinimini karşılayacağını belirtmektedirler.

Son olarak, Türkiye'de biyogaz ve çöp gazı (metan gazı) tesislerine yönelik yatırımları incelemek gerekirse; son yıllarda her iki alanda da özel sektörün ve belediye bünyesindeki kuruluşların birtakım çalışmalar gerçekleştirdiği görülmektedir. Bunlardan biyogaz üretimine ilişkin yatırımların geçmişi ise 1980'li yıllara dayanmaktadır.

O yıllarda **Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü** tarafından başlatılan bir çalışmayla, ülke çapında 1.000 adet biyogaz tesisinin kurulması hedeflenmiş ve pek çok tesis de hizmete girmiştir. Ancak, 2000'li yıllara geldiğinde, söz konusu tesislerin hiçbiri işletme halinde bulunmamaktadır. Tesislerin çalıştırılmamasındaki en önemli nedenlerin başında; üreticilere yeterli eğitimin verilememesi ve küçük ölçekli tesislerdeki işletme zorlukları gösterilmektedir.

Günümüzde, ağırlıklı olarak hayvansal atık ve belediye atıklarından üretilen biyogaz, üretim tesislerinin elektrik (**Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi** bünyesindeki, 1,65 MW elektrik enerjisi üretme kapasiteli **Atık Su Arıtma Tesisi**) veya ısınma (**İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi bünyesindeki Tuzla Atık Su Biyolojik Arıtma Tesisi**) gereksinimlerini karşılayacak seviyelere ulaşmaktadır. Aynı şekilde, Türkiye'nin izin belgeli ilk atık yakma tesisine sahip kuruluşu **İzmit Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendirme A.Ş. (İZAYDAŞ)** da, çöp

gazından elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirmekte (5,2 MW kapasite), hatta gereksinim fazlası enerjisi şehir şebekesine aktarmaktadır.

Bu santrallerin dışında, biyogaz alanında toplam 7.57 MW kapasiteli 5 adet özel sektör işletmesi ve çöp gazı alanında 4.02 MW kapasiteli 1 adet belediye kuruluşu da elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirmektedir. Ayrıca, inşaat halinde olan ve üretim izinleri bulunan yaklaşık 29,1 MW kapasiteli toplam 6 adet biyogaz ve çöp gazı tesis projesi daha bulunmaktadır.

4.3. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ GELİŞMESİ KONUSUNDA ETKİNLİK GÖSTEREN KURUM VE KURULUŞLAR

Türkiye’de, klasik yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan hidroelektrik enerji ve klasik biyokütle enerjisi kullanımı yaygın olmakla birlikte, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi konusunda arzu edilen ilerleme henüz sağlanamamıştır. Bu amaçla, yeni nesil yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik yatırımların artırılması kadar, söz konusu teknolojilerin üretimine dönük çalışmalar (projeler) da büyük önem taşımaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde ise; Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları alanında plan ve politikaların oluşturulması, kaynak potansiyelinin belirlenmesi ve yeni yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi konularında etkinlik gösteren resmi, bilimsel ve gönüllü kurum ve kuruluşlar incelenmektedir.

4.3.1. Resmi Kurum ve Kuruluşlar

Türkiye’de, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili farklı alanlarda etkinlik gösteren resmi kurum ve kuruluşlar bulunmaktadır. Bunların birçoğu ETKB yapısı altında toplanmış, ağırlıklı olarak plan, politika ve yasaların uygulanmasından

sorumlu örgütlenmeler olup, çalışmada yalnızca temel oluşumlara ve bu oluşumların konuyla ilgili görevlerine yer verilmektedir⁴⁰⁵.

4.3.1.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Türkiye’de enerji politikalarının belirlenmesinden en üst seviyede sorumlu resmi organdır. 1985 yılında yayımlanan “3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun”, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla da ilgili olarak, Bakanlığa; “ülkenin enerji ve tabii (doğal) kaynaklarla ilgili hedef ve politikaların, ülkenin savunması, güvenliği ve refahı, milli ekonominin gelişmesi ve güçlenmesi doğrultusunda tespitine yardımcı olmak, enerji ve tabii kaynakların bu hedef ve politikalara uygun olarak araştırılmasını, geliştirilmesini, üretilmesini ve tüketilmesini sağlamak” şeklinde genel bir çerçeve çizmektedir.

Kanun’da, Bakanlığın ifade edilen amaca ulaşması ve görevlerini yerine getirmesinde bazı birimler ile bağlı ve ilgili kuruluşlara da yer verilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının gelişimi konusunda doğrudan ilgili olan bu organların ilki, ETKB’nin merkez örgütü (teşkilatı) içindeki **Enerji İşleri Genel Müdürlüğü** olmaktadır.

4.3.1.2. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü’nün (EİGM’nin) görev ve yetkileri, 3154 sayılı Kanun ile 4628 sayılı Kanun’da açıkça belirtilmektedir. Yapısı içinde **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Daire Başkanlığı**nı da bulunduran Müdürlüğün, yenilenebilir enerji de dahil olmak üzere başlıca görev alanları;

⁴⁰⁵ Yenilenebilir enerji alanındaki diğer resmi kurum ve kuruluşlardan, Çevre ve Orman Bakanlığına bağlı **Devlet Su İşleri (DSİ)**, hidroelektrik enerji potansiyeli ve HES’lerle ilgili planlama işlevi ve projelerin uygulanmasından sorumludur. Yine aynı Bakanlığa bağlı **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü**, rüzgar ve güneş enerjisi ölçümlerinin yapılmasından; ETKB’nin bağlı kuruluşu olan **Maden Tetkik Arama (MTA)**, jeotermal enerji kaynaklarının saptanmasından ve **Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)**, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik enerjisi santrallerinin lisans işlemlerinden sorumlu diğer resmi kurum ve kuruluşlardır. **Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu (MKE)** da, güneş enerjisi teknolojileri konusunda çeşitli ilk örnekler (prototipler) geliştirmektedir.

* Ülkenin her türlü enerji gereksiniminin karşılanması için gerekli planların yapılması,

* Enerji kaynaklarının ve enerjinin plan ve programlara uygun nicelik ve nitelikte üretim, iletim ve dağıtım için gerekli önlemlerin alınması,

* Enerji kaynaklarının üretim, iletim ve dağıtım tesislerinin ulusal çıkarlara ve çağdaş teknolojiye en uygun şekilde kurulması ve işletilmesi için gerekli önlemlerin alınması,

* Enerji kaynaklarının araştırılması, geliştirilmesi, işletilmesi, değerlendirilmesi, denetlenmesi ve korunması ile ilgili çalışmaların teşvik edilmesi ve uyumlaştırılması,

* Enerji fiyatlandırma konusundaki temel öğelerin belirlenmesi, kamu yararı ve piyasa gereksinimlerini dikkate alarak tüketicilere yapılan her türlü enerji satışında alt ve üst fiyatların belirlenmesi ve uygulamaların denetlenmesi,

* Enerji konusunda teknolojik araştırma ve geliştirme çalışmalarının izlenme ve değerlendirme işlemleri ile sonuçların ilgili makamlara iletilmesi ve

* Enerji kaynaklarının yol açtığı çevresel kirlenmenin azaltılması konusunda ulusal ve uluslararası boyutlarda çalışmalar yapılması ve bu çalışmaların teşvik edilmesidir⁴⁰⁶.

4.3.1.3. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

ETKB'nin bağlı kuruluşu konumundaki Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), Haziran 1935'de, "2819 sayılı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Teşkiline Dair Kanun" ile kurulmuştur. İdare, elektrik enerjisi üretim olanakları

⁴⁰⁶ "Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun", **Resmi Gazete**, Sayı: 18681; 01.03.1985; ETKB, "ETKB Organizasyon Yapısı", <http://www.enerji.gov.tr/organizasyon.asp>, (Erişim Tarihi: 02.04.2008).

konusunda mühendislik hizmetlerini yürüten, özel hukuk kararlarına bağımlı (tabi) ve ticari temellere göre yönetilen kamu tüzel kişiliğine sahip yatırımcı bir kuruluştur. EİE, elektrik enerjisi dışında, enerji verimliliği ve enerji tasarrufuyla ilgili çalışmalar ile yenilenebilir enerji kaynakları alanında da oldukça etkin bir kuruluş olarak görevini sürdürmektedir.

Bu amaçla; İdare yapısı içinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Şubesi (Enerji Kaynakları Etüt Dairesi Başkanlığı), Jeotermal Enerji Kaynakları Şubesi (Jeoloji ve Sondaj Dairesi Başkanlığı), Baraj ve Nehir Tipi HES Şubesi (Proje Dairesi Başkanlığı) ile Hidrolik Etütler Dairesi Başkanlığı, yenilenebilir enerjiyle doğrudan ilgili birimler olarak ön plana çıkmaktadır. İdare ve İdare yapısı içinde yer alan bu birimlerin temel görevleri ise şunlardır:

* Ülkenin hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, güneş, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları öncelikli olmak üzere tüm enerji kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik ölçümler yaparak yapılabirlik ve örnek uygulama projeleri hazırlamak; araştırma kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliğini sağlayarak deneme amaçlı sistemler geliştirmek, tanıtım ve danışmanlık çalışmalarını yürütmek,

* Su kaynaklarını ve diğer enerji kaynaklarını inceleyerek elektrik enerjisi üretimine uygun olanları saptamak,

* Hidroelektrik santrallerin inşaat, işletme denetimi ve danışmanlık hizmetleri ile kamulaştırma işlemlerini yürütmek,

* Görev ve uzmanlık alanı kapsamındaki ön inceleme ve araştırma işlerini kurum ve kuruluşlara ücreti karşılığında yapmak⁴⁰⁷.

⁴⁰⁷ “5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu”, **Resmi Gazete**, Sayı: 26510; 02.05.2007; EİE, “EİE Genel Müdürlüğü Yönetim Yapısı”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/orgut/organisation.html>, (Erişim Tarihi: 03.04.2008); EİE, “EİE Hakkında Özet Bilgi”, <http://www.eie.gov.tr/turkce/ozet/ozet.html>, (Erişim Tarihi: 03.04.2008).

4.3.2. Bilimsel Kurum ve Kuruluşlar

Türkiye’de, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımının artırılması amacıyla çeşitli bilimsel kurum veya kuruluşlar tarafından birçok çalışma yürütülmektedir. Genellikle bu çalışmalar, yeni nesil teknolojiler üzerinde araştırma ve denemelerin yapılarak uygulanabilir sistemler oluşturulmasına odaklanmaktadır. Bu amaçla, çalışmada; üniversitelerin ilgili bölümleri ve **Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumunun (TÜBİTAK’ın)**, konuyla ilgili etkinliklerine yer verilmektedir.

4.3.2.1. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), 1963 yılında, Türkiye’de planlı ekonomi döneminin başlangıcında kurulmuştur. Kuruluş aşamasındaki başlıca görevleri; özellikle doğa bilimlerinde temel ve uygulamalı akademik araştırmaları desteklemek ve genç araştırmacıları özendirmek olan Kurum, 2005 yılın yapılan yasal değişiklikle sadece ad değişikliğine uğramamış (eski adı Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu); aynı zamanda, etkinlik alanına sosyal ve beşeri bilimler de eklenmiştir⁴⁰⁸.

TÜBİTAK’ın, diğer alanlarda olduğu gibi yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik çalışmaları da, çeşitli araştırma merkezleri ve enstitüler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, TÜBİTAK’ın başkanlık birimleri içindeki Destek Programları Başkanlıklarına bağlı araştırma ve teknoloji gruplarında da, konuyla ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Söz konusu birimler ve destekleme programlarından bazıları şöyledir⁴⁰⁹:

* *Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı*: Sanayi Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programı; KOBİ Araştırma-Geliştirme Başlangıç

⁴⁰⁸ TÜBİTAK, “TÜBİTAK Tarihiçesi”, <http://www.tubitak.gov.tr/home.do?sid=334>, (Erişim Tarihi: 04.04.2008).

⁴⁰⁹ TÜBİTAK, “Başkanlık Birimleri”, <http://www.tubitak.gov.tr/home.do?ot=1&sid=347>; “Merkez ve Enstitüler”, <http://www.tubitak.gov.tr/home.do?ot=1&sid=346>, (Erişim Tarihi: 04.04.2008).

Destekleme Programı; Teknoloji ve Yenilik Odaklı Girişimleri Destekleme Programı; Uluslararası Sanayi Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programı.

* *Araştırma Destek Programları Başkanlığı*: Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu; Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu.

* *AB Çerçeve Programları Müdürlüğü*: Avrupa Birliği'nde çok uluslu araştırma ve teknoloji geliştirme projelerinin desteklediği başlıca Topluluk Programı olan AB Çerçeve Programlarının Türkiye'deki uygulamalarından sorumludur.

* *Marmara Araştırma Merkezi*: Enerji Enstitüsü; Kimya ve Çevre Enstitüsü.

Yukarıda belirtilen birimlerin yürütmekte olduğu yenilenebilir enerjiyle ilgili çalışmalardan (projelerden) bazıları ise şunlardır⁴¹⁰:

* *Kömür ve Biyokütle Karışımlarının Gazlaştırılması, Gazın Temizlenmesi ve Enerji Üretim Sistemlerine Entegrasyonu*

* *Biyokütle ve Biyokütle/Kömür Karışımlarını Dolaşımli Akışkan Yatakta Yakma Teknolojisinin Geliştirilmesi*

* *Avrupa Entegre Biyokütle-Kömür Gazlaştırma/Yakma Bilgi Ağı (Integrated European Network For Biomass Co-Firing – AB ile birlikte)*

* *Ulaştırma Sektöründe Sera Gazı Azaltımı*

⁴¹⁰ TÜBİTAK-MAM, "Projeler", <http://www.mam.gov.tr/enstituler/ee/index.html> ve <http://www.mam.gov.tr/enstituler/kce/index.html>; "Enerji Enstitüsü AB Projeleri ve Avrupa Hidrojen-Yakıt Pili Teknoloji Platformu", (AB 7. Çerçeve Programı Türkiye Forumu: Ulusal Açılış Konferansı – 12-13 Şubat 2007, Ankara), <http://uko.tubitak.gov.tr/Toplantidokumanlari/72fc183b-6c56-426e-af7a-8e4c937fa9f3.pdf>, (Erişim Tarihi: 04.04.2008).

* *Düşük Yayılcılı Maliyet Etkin Güneş Kolektörü Geliştirilmesi (New low-emissivity and long-lasting paints for cost-effective solar collectors – AB ile birlikte)*

* *Türkiye’de Tarımsal Artık Potansiyelinin Değerlendirilmesi (Exploitation of Agricultural Residues Potential in Turkey)*

4.3.2.2. Üniversiteler

TÜBİTAK’ın yanı sıra, üniversitelerin ilgili bölümlerinde de yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili araştırmalar yapılmakta ve çeşitli dersler okutulmaktadır. Genel olarak, üniversitelerin mühendislik fakültelerine bağlı bölümlerde bu çalışmalar sürdürülmekle birlikte; konunun ülke için taşıdığı önem doğrultusunda, bazı üniversitelerin de araştırma merkezleri ve enstitüler kurduğu görülmektedir.

Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü (İzmir-Bornova Yerleşkesi):

Güneş Enerjisi Enstitüsü, 1978 yılında, güneş enerjisi ve uygulamaları konularında lisansüstü öğrenim ve araştırma çalışmalarının yanı sıra, yurt içi ve yurt dışındaki üniversite ve diğer kuruluşlarla araştırma ve eğitim konularında iş birliği yapmak amacıyla İzmir Bornova Yerleşkesi’nde kurulmuştur. Aynı zamanda, Enstitü; araştırmacı, uzman, mühendis ve teknik elemanların eğitimini, gelişimini sağlamak için kurslar ve seminerler, çalışma konularında ulusal ve uluslararası panel, sempozyum ve toplantılar düzenlemekte, belgeleme (dokümantasyon) ve yayın çalışmaları gerçekleştirmektedir.

Enstitü; güneş enerjisi başta olmak üzere, rüzgar ve biyokütle gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları konularında teknolojik uygulama ve bilimsel araştırmalar yürütmektedir. Organik ve silikon güneş pilleri, düzlemsel güneş toplayıcı teknolojilerinin geliştirilmesi, biyokütle enerji kaynakları ve bu kaynaklardan katı, sıvı, gaz yakıt üretimi ve kullanımı, sanayide enerji tasarrufu sistemleri, binaların güneş enerjisiyle ısıtılması ve serinletilmesi ile enerji

verimliliğiyle ilgili çalışmalar yapan Enstitü, “Enerji” ve “Enerji Teknolojisi” olmak üzere iki anabilim dalından oluşmaktadır⁴¹¹.

**Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Araştırma ve Uygulama Merkezi - YEKARUM (Isparta-Batı Yerleşkesi):**

YEKARUM, 2002 yılında, Isparta’daki Süleyman Demirel Üniversitesinin Batı Yerleşkesi’nde kurulmuştur. Merkezin başlıca amaçları arasında; yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının bölge ve ülke çapındaki potansiyelinin belirlenmesi; yenilenebilir enerji konusundaki çalışmaların geliştirilmesi ve bu kaynaklardan yararlanarak enerji üretim teknolojileri konusunda araştırma, geliştirme ve uygulamaların yapılması yer almaktadır.

YEKARUM, kendi başına yürüttüğü çalışmaların dışında, TÜBİTAK ve DPT ortaklığında da birtakım araştırma ve uygulama çalışmaları gerçekleştirmektedir. Bunlardan bazıları; *Güneş Bacası ile Elektrik Enerjisi Üretimi; Isparta İli Temiz Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi; Güneş İzlemeli Fotovoltaik Pil Destekli Mobil Ölçüm İstasyonu Uygulanması; Süleyman Demirel Üniversitesi Temiz Enerji Evleri Altyapı Projesi; Biyogaz Sindirici Tasarımı ve Biyogaz Tesisi ile Rüzgar Kanadı Tasarımı* gibi çalışmalardır⁴¹².

**Dokuz Eylül Üniversitesi Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama
Merkezi – JENARUM (İzmir-Bornova Yerleşkesi):**

JENARUM, Dokuz Eylül Üniversitesine bağlı olarak, 1998 yılında Ege Üniversitesinin Bornova Yerleşkesi’nde kurulmuştur. Merkez; jeotermal enerjinin tanıtılması ve desteklenmesi; benzeri akademik veya teknolojik kuruluşlarla ortak bilimsel-teknolojik çalışmalar gerçekleştirilmesi; jeotermal alanında dünyadaki gelişmelerin izlenmesi; danışmanlık hizmetleri verilmesi; yayın, eğitim, bilimsel toplantı, kurs,

⁴¹¹ Ege Üniversitesi “Güneş Enerjisi Enstitüsü”, http://egeweb.ege.edu.tr/~gd/TanitimVideosu/Y:/_run/gunesenerjisiens.htm, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

⁴¹² Süleyman Demirel Üniversitesi YEKARUM, <http://yekarum.sdu.edu.tr/index.php>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

yaz okulu düzenlemeleri gibi akademik amaçlarla etkinliklerini devam ettirmektedir⁴¹³.

Dumlupınar Üniversitesi Alternatif Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi – ALTEK (Kütahya-Merkez Yerleşkesi): Dumlupınar Üniversitesine bağlı olan ALTEK, 2005 yılında Kütahya Merkez Yerleşkesi'nde çalışmalarına başlamıştır. Merkezin amaçları; jeotermal, rüzgar, güneş, hidrojen, biyokütle ve hidroelektrik enerji gibi alternatif enerji kaynakları konusunda araştırma, inceleme, ölçüm, izleme çalışmaları yapmak ve enerji sıkıntısına karşı çözüm önerileri üretmektir. Bununla birlikte; çevre odaklı sürdürülebilir enerji tüketimini teşvik etmek amacıyla enerji teknolojisinin geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapmak ve bölgesel, ulusal, uluslararası etkinliklerde bulunmak da Merkezin amaçları arasındadır⁴¹⁴.

Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi – HÜGEM (Şanlıurfa-Osmanbey Yerleşkesi): HÜGEM, Şanlıurfa Harran Üniversitesine bağlı bir merkez olarak, 2003 yılında Osmanbey Yerleşkesi'nde kurulmuştur. Merkezin amacı; temiz ve alternatif enerji kaynakları konusuna giren güneş enerjisi başta olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım ve tasarruf alanlarında araştırma yapmaktır. Aynı zamanda; teknolojik gelişmelerin izlenerek, özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde uygulanabilir, temiz, alternatif enerji kaynaklarının belirlenmesine ve kurulacak uygulama sistemlerine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmesi de Merkezin diğer amaçlarını oluşturmaktadır.

Temiz Enerjili Kampüs Projesi ise, HÜGEM'in oldukça önem verdiği bir çalışma olarak dikkat çekmektedir. Buna göre; Harran Üniversitesinin yeni yerleşim alanı olan ve çeşitli hizmet binalarının kuruluşunun devam ettiği Osmanbey Yerleşkesi'nin, T.C.'nin yüzüncü yılında, dünyanın en temiz ve en ekonomik enerjili yerleşkesi konumuna ulaştırılması hedeflenmiştir. Uygulama ve araştırma-geliştirme

⁴¹³ Dokuz Eylül Üniversitesi JENARUM, <http://www.eng.deu.edu.tr/jenarum/turkish/giris.htm>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

⁴¹⁴ Dumlupınar Üniversitesi ALTEK, <http://altek.dpu.edu.tr/amac.html>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

çalışmalarının eş zamanlı yürütüldüğü çalışmada, bir taraftan hazır yenilenebilir enerji teknolojileriyle enerji tüketiminin azaltılması sağlanırken, diğer taraftan yeni üretim teknolojisi ve yeni kullanım yöntemi oluşturma hedefleri üzerinde çalışılmaktadır. Çalışmada yararlanılmakta olan başlıca yenilenebilir enerji kaynağı ise güneş enerjisidir⁴¹⁵.

4.3.3. Gönüllü Kuruluşlar

Türkiye'deki ve dünyadaki yenilenebilir enerji kullanımı ve teknolojileri hakkında ilgililerin ve kamuoyunun bilgilendirilmesi amacıyla, çeşitli dernek, vakıf veya birlikler tarafından birtakım sergi, sempozyum, konferans vb. etkinlikler düzenlenmektedir. Toplumda yenilenebilir enerji konusunun daha fazla ilgi çekmesi ve bilinçlenme seviyesinin yükselmesi açısından yararlı olan bu çalışmalar ve çalışmaları düzenleyen belli başlı gönüllü kuruluşlar, araştırmanın diğer konusunu oluşturmaktadır.

4.3.3.1. Türkiye Çevre Vakfı

Türkiye Çevre Vakfı (TÇV), kar amacı olmayan, bağımsız bir gönüllü kuruluş olarak 1978 yılından bu yana çalışmalarını sürdürmektedir. TÇV'nin hizmetleri; araştırma, yayın ve kamuoyunu aydınlatma şeklinde devam ederken, çevre konusunun hemen her yönünü işleyen kitaplar, Türkiye'deki çevre anlayışının şekillendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle, 1981 yılında, Türkiye'nin ilk çevre sorunları dökümünü (envanterini) yayımlayan TÇV, kendi ülkesinin çevre sorunlarıyla ilgili böyle bir çalışma gerçekleştiren dünyadaki ilk gönüllü kuruluş olma özelliğini taşımaktadır.

TÇV, “sürdürülebilir kalkınma” ve “biyolojik zenginlikler” gibi yeni kavramların Türkiye'de yerleşmesini sağlamakla birlikte, çevre konusuyla ilgili olarak yenilenebilir enerji kaynakları alanında da çeşitli çalışmalar yürütmektedir. 1984 yılında yayımlanan **Türkiye'nin Yeni ve Temiz Enerji Kaynakları** adlı

⁴¹⁵ Dicle Üniversitesi HÜGEM, <http://hugem.harran.edu.tr/index.htm>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

kitabın yanı sıra; Türkiye’deki ve dünyadaki en son gelişmelerin yer aldığı, 2006 yılı basımı **Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları** adlı eser de, bu alanda hazırlanmış oldukça değerli bir çalışmadır⁴¹⁶.

4.3.3.2. Temiz Enerji Vakfı

Diğer bir gönüllü kuruluş olan Temiz Enerji Vakfı (TEMEV), 1994 yılında Ankara’da kurulmuştur. Vakfın çalışmaları; temiz ve tükenmeyen enerji kaynakları ile enerjinin daha verimli kullanımı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu amaçla, temiz ve tükenmez enerji kaynaklarının yaygın, etkin ve verimli kullanımını sağlayacak; araştırma, geliştirme, uygulama, eğitim, bilgilendirme, tanıtım ve bilgi-belge derleme gibi çalışmaları yapma, yaptırma veya desteklemeye yönelik etkinlikler gerçekleştirilmektedir.

Bu etkinliklerden başlıcalarını; *Anadolu’da Güneş Mimarlığı ve Biyogaz ile Güneş Pilleri ve Uygulamaları* adlı üç çalışma kümesinin kurulması; 1999 yılında Marmara Bölgesi’nde gerçekleşen deprem sonrasında, güneş enerjisinden sıcak su ve elektrik enerjisinin sağlanmasına yönelik çalışmalar; çeşitli illerdeki bazı otobüs duraklarının güneş enerjisiyle çalışan lambalarla aydınlatma çalışmaları ile çok sayıda seminer ve sempozyumun düzenlenmesi oluşturmaktadır⁴¹⁷.

4.3.3.3. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği

Türkiye rüzgar enerjisi endüstrisinin mesleki organı olarak 10 yıl önce kurulmuş olan Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB), Türkiye’deki en büyük rüzgar enerjisi birliği konumundadır. TÜREB, öncelikli amacını, Türkiye’de rüzgar enerjisi kullanımı teşvik etmek şeklinde belirtmektedir.

Bu nedenle, TÜREB, üyeleri için bilgi merkezi ve hükümet düzeyinde rüzgar enerjisinin teşvik edilmesi amaçlı bir çıkar grubu (lobi) olarak etkinlik göstermekte;

⁴¹⁶ TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 4,7.

⁴¹⁷ TEMEV, “Dünden Bugüne Temiz Enerji Vakfı”, <http://www.temev.org.tr/tarihce.htm>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

gündemdeki konularla ilgili araştırmalar yaparak çözümler sunmaktadır. Bunlara ek olarak; konferans, seminer, sempozyum vb. etkinlikler düzenleyerek rüzgar enerjisini tanıtmak, bu konuda araştırma, geliştirme ve kullanım çalışmalarını hızlandırmak için gerekli her türlü çalışmayı ulusal/uluslararası kuruluşlarla ortaklaşa yürütmek de TÜREB'in ana çalışma alanını ifade etmektedir⁴¹⁸.

4.3.3.4. Rüzgar Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği

Rüzgar Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği (RESSİAD), Türkiye'de rüzgar ve su enerjisi (hidroelektrik, dalga vb.) alanlarında etkinlik gösteren özel sektör temsilcileri tarafından 2005 yılında kurulmuştur. Derneğin merkezi Ankara'da olup, Nisan 2008 tarihi itibariyle 26 üyesi bulunmaktadır.

RESSİAD'ın amacı; rüzgar ve su enerjilerinden elektrik üretimi, iletimi ve dağıtımını, bunlarla ilgili çevrim sistemleri ve çeşitli rüzgar ve su türbinleri ile yardımcı donanımlarının üretimi, santrallerin kurulması ve işletilmesi alanlarında çalışan özel sektör kuruluşlarını bir çatı altında toplamaktır. Bu şekilde; üyelerin birbirleriyle yerli ve yabancı ticari, bilimsel, teknik, mesleki kuruluşlar ve kamu kuruluşlarıyla ilişkilerini ve iş birliğini daha düzenli, dengeli ve disiplinli bir biçimde sürdürmesi hedeflenmektedir. Aynı zamanda; ülkedeki rüzgar ve su enerjileri kaynaklı elektrik enerjisi sorunlarına ulusal ve uluslararası çözümler, kalıcı politikalar oluşturulmasını sağlamak ve söz konusu kaynaklardan elektrik enerjisi üretim ve satışı çevreyle uyumlu, güvenilir ve kamu yararına uygun bir şekilde gerçekleştirmek için çalışmalar yapmak da, RESSİAD'ın ilgilendiği temel konular arasındadır⁴¹⁹.

4.3.3.5. Türkiye Jeotermal Derneği

Türkiye Jeotermal Derneği (TJD-eski adı Jeotermal Derneği), jeotermal enerjinin bilimsel, teknolojik ve ekonomik boyutlarda doğru olarak kullanımını sağlamak amacıyla 1992 yılında Ankara'da kurulmuştur. 1998 yılında IGA'ya üye

⁴¹⁸ TÜREB, <http://www.ruzgarenerjisisibirligi.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

⁴¹⁹ RESSİAD, <http://www.ressiad.org.tr/genel.php?ID=3>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

olan Derneğin kendi üye sayısı ise, Haziran 2005 tarihi itibarıyla 82 kişiye ulaşmıştır. Üyelerin büyük çoğunluğu, özel sektör ile kamu kurum ve kuruluşlarında görev yapmaktadır.

TJD, asıl olarak; çevre kirliliğine kesin çözüm getirebilir nitelikteki ucuz, temiz, yeni ve yenilenebilir bir enerji kaynağı konumundaki jeotermal enerjinin elektrik enerjisi üretiminde, ısıtmada (sera, şehir, konut vb.), soğutmada, sanayide (süt, ilaç, deri, kimyasal madde vb.) ve sağlık turizmi kapsamındaki kaplıca turizminde kullanımı hakkında tanıtım işlevi yürütmektedir. Bu kapsamda, Dernek, ulusal ve uluslararası katılımlı sempozyum ve seminerler düzenlemekte ve konuyla ilgili bildirimler hazırlamaktadır. Özellikle, 2005 yılında Antalya’da gerçekleştirilen Dünya Jeotermal Kongresi – World Geothermal Congress (WGC), TJD’nin IGA ile birlikte düzenlediği önemli bir etkinliktir⁴²⁰.

4.3.3.6. Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği

Haziran 2005 tarihinde kurulan Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği (ALBİYOBİR), ağırlıklı olarak biyokütle enerjisi alanında çalışmalarını sürdürmektedir. 39 ilde 67 üyesi bulunan Birliğin temel amacı; Türkiye’nin dışa bağımlı enerji yapısını dikkate alarak, toprak büyüklüğü ve ekolojik zenginlik ile alternatif enerji kaynakları ve biyoyakıtların önemini vurgulamak, biyoyakıtların yerli kaynaklara bağlı sağlıklı gelişimine katkıda bulunarak, ülkenin enerji arz güvenliği ve sürekliliğini yerli ve yenilenebilir kaynaklardan sağlamaya dönük çalışmalar yapmaktır. Birlik; biyoyakıtlar konusunda dünyadaki her türlü gelişmeyi izleyerek üyelerinin ve kamuoyunun doğru bilgilendirilmesinin yanı sıra, uygulamadaki yasal düzenlemelere ve aksaklıkların giderilmesine katkı sağlamayı da amaçlamaktadır.

ALBİYOBİR tarafından gerçekleştirilen çalışmalardan bazıları; ulusal ve uluslararası ölçekli sempozyum ve paneller ile teknik kurslar olmaktadır. Bunların dışında; aspir ve kanola gibi biyodizel üretiminde kullanılan bitkilerin daha fazla

⁴²⁰ TJD, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

yetiştirilmesi ve Çevre ve Orman Bakanlığından alınan izinle, biyodizel ve biyogazda önemli bir ham madde olan atık bitkisel yağların toplanmasına yönelik etkinlikler devam etmektedir⁴²¹.

Sonuç olarak; Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı ve teknolojilerinin geliştirilmesi ile bu konulara ilişkin tanıtım çalışmaları, yukarıda açıklananların dışında da birçok resmi, gönüllü veya bilimsel kurum ve kuruluş tarafından gerçekleştirilmektedir. Söz konusu kurum ve kuruluşların yürüttüğü etkinliklerin sayısının artması, Türkiye için şüphesiz ki olumlu bir gelişmedir. Buradaki temel sorun ise, çok sayıdaki örgütlenme arasında güçlü bir iş birliği ve uyumu sağlayacak düzenin oluşturulması noktasındadır. Bunun başarılması halinde, gelecekteki çalışmalardan daha verimli sonuçlar elde edilmesi ve sınırlı olan mali-finansal desteklerin daha etkin değerlendirilmesi mümkün olabilecektir.

4.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDA TÜRKİYE’NİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ İLE ORTAYA ÇIKAN FIRSAT VE TEHDİTLER

Çalışmanın şu ana kadarki kısmında, Türkiye’nin geleceğe yönelik yenilenebilir enerji politikalarının oluşturulması amacıyla; ilk olarak yenilenebilir enerjinin Türkiye için önemi üzerinde durulmuş olup, ardından Türkiye’nin yenilenebilir kaynaklarla ilgili yatırımları ve bu alanda çalışmalar yürüten kurum ve kuruluşlar incelenmiştir.

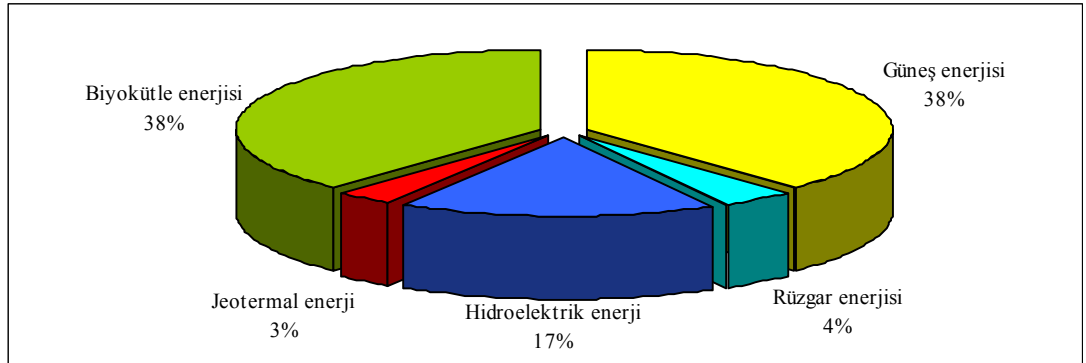
Bu bölümde, gerek önceki kısımlarda yer alan bilgilerden yararlanarak, gerekse yeni bilgiler ortaya koyarak, Türkiye’nin yenilenebilir enerji açısından güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilmekte ve bu konuda taşıdığı fırsat ve tehditler irdelenmektedir. Böylece, Türkiye’nin, gelecek yıllarla ilgili yenilenebilir enerji politikalarının temelini daha nesnel ölçütlere göre oluşturmak mümkün olacaktır.

⁴²¹ ALBİYOBİR, <http://www.albiyobir.org.tr/hakkimizda.htm>, (Erişim Tarihi: 05.04.2008).

4.4.1. Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye'nin Güçlü Yönleri

Türkiye'yi yenilenebilir enerji alanında en güçlü yapan nedenlerin başında, sahip olduğu yenilenebilir kaynak potansiyelinin büyüklüğü ve çeşitliliği gelmektedir. Buna göre, Türkiye'nin ekonomik olarak yararlanılabilecek toplam yenilenebilir enerji potansiyeli yaklaşık 66 Mtpe (dalga enerjisi hariç)⁴²² seviyesindedir. Yenilenebilir enerji potansiyeline ilişkin bu olası değer, Türkiye'nin 2006 yılındaki birincil enerji kaynakları talebinin % 66,1'ine denk gelirken, yıllık elektrik enerjisi üretiminin ise tamamının karşılanabileceğini göstermektedir. Sadece, resmi olarak ifade edilen hidroelektrik enerji ekonomik potansiyelinin tamamının işletmeye alınması halinde bile, Türkiye'nin yıllık elektrik enerjisi üretiminin % 73,9'unu su kaynaklarından elde etmesi mümkündür.

Şekil 36: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ekonomik Potansiyelinin Dağılımı



Türkiye'nin toplam yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yapısal olarak incelendiğinde ise, ifade edilen potansiyel büyüklüğünün tek bir enerji kaynağına dayanmadığı görülmektedir (Şekil 36). Bu açıdan Türkiye, başta güneş (% 38) ve biyokütle (% 38) enerjileri olmak üzere, hidroelektrik (% 17), jeotermal (% 3) ve rüzgar (% 4) enerjileri bakımından zengin olduğu kadar, fazla seçeneğe de sahip bir ülkedir. Söz konusu kaynak çeşitliliği, her bir yenilenebilir kaynağın tek başına kullanımının yanı sıra, dünyada yerleştirilmeye çalışılan enerji verimliliği anlayışına

⁴²² “Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli” adlı bölümde yer alan verilerin derlenmesi sonucu elde edilmiştir. Hiç şüphesiz bu değer kesin olmayıp, genel bir fikrin oluşmasına yöneliktir.

uygun olan, iki veya daha fazla enerji kaynağının bir arada değerlendirildiği karma sistemlerin Türkiye’de de uygulanabilirliği açısından oldukça önemlidir.

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları alanında güçlü olduğu diğer bir durum, kaynakların coğrafi olarak dağılımıyla ilgilidir. Ülkenin hemen her kesiminde yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bulunurken, bazı bölgeler belirli kaynakların sahip olduğu ekonomik potansiyel açısından ön plana çıkmaktadır. Örnek olarak; rüzgar enerjisinde Ege ve Marmara ile Batı Karadeniz bölgeleri; güneş enerjisinde Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgeleri; hidroelektrik enerjide Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile Doğu Akdeniz ve Doğu Karadeniz bölgeleri; jeotermal enerjide İç Anadolu ve Ege bölgeleri; orman ve tarım ürünleri, tarımsal ve hayvansal atık ve artıklar, evsel ve kentsel atıkların dahil olduğu biyokütle enerjisinde de Türkiye’nin tüm bölgeleri gösterilebilir.

Kaynakların bu coğrafi dağılımı, özellikle geleneksel enerji düzeninin dayandığı merkezi tipteki santral yapılarının yerine, yerel hatta küçük ölçekli ev tipi enerji sistemlerinin kurulmasına olanak tanımaktadır. Böylece, fosil enerji kaynaklarının sadece taşıma ve aktarma maliyetlerinde (karayolu ve denizyolu taşımacılığı veya boru hattıyla taşımacılık) bile önemli ölçüde tasarruf sağlanabilir, elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımında oluşan kayıplar en alt seviyeye indirebilir ve gerek elektrik enerjisi gerekse ısı ve yakıt enerjilerine, istenilen yer, zaman ve miktarlarda ulaşılması (emre amadelik) daha mümkün hale gelebilir.

Türkiye’nin, enerji dış alımının temel öğeleri olan petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynak rezervlerinin düşüklüğü de, yenilenebilir enerjiyi Türkiye açısından daha cazip kılmaktadır. PİGM’nin 2006 yılına ilişkin açıkladığı veriler, Türkiye’nin geriye kalan ve üretilebilir nitelikteki ham petrol rezervinin 41,54 milyon ton, aynı nitelikteki doğal gaz rezervinin ise yaklaşık 7,1 Mtpe (7,74 milyar m³) olduğunu ortaya koymaktadır⁴²³. Her iki değer toplandıktan sonra elde edilen yaklaşık 48,64 Mtpe rezerv değerinin, Türkiye’nin ekonomik olarak yararlanabileceği toplam

⁴²³ PİGM, “2006 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Arama ve Üretim İstatistikleri”, <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler.php>, (Erişim Tarihi: 14.04.2008).

yenilenebilir enerji potansiyelinin altında kalması dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının konumu daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

AB'ye uyum çerçevesinde, 2000'li yılların başından itibaren enerji piyasasının serbestleştirilmesine yönelik yapılan yasal düzenlemeler ve 2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı Kanun sonrasında, özel sektörün yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlara daha fazla ilgi göstermeye başlaması, bu alanda Türkiye'nin güçlü yönlerinden bir diğerini oluşturmaktadır.

Bu düzenlemeleri izleyen dönem boyunca, özellikle küçük ölçekli HES, rüzgar ve biyokütle enerji tesisleri gibi yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesi amacıyla, gerekli üretim ve satış izni başvurularında önemli ölçüde artış yaşanmıştır. Yasal gerekliliklerin yerine getirilmesi bakımından, bu başvuruların önemli bir kısmının kabul edilmediği veya değerlendirme sonucu uygun bulunmadığı görülmektedir. Buna karşın, özel sektörün artan ilgisinin yatırıma dönüştüğü noktada, Türkiye'nin gereksinim duyduğu enerji yatırımlarında kamu kesiminin eksikliği telafi edilebilecek ve sürdürülebilir ekonomik büyüme amacına ulaşmasına katkı sağlanabilecektir.

Özel sektörün bu ilgisinin yanı sıra, Türkiye'de yenilenebilir enerji alanında etkinlik gösteren resmi, bilimsel ve gönüllü kurum ve kuruluşların bulunması ve bu kuruluşların yürütmekte olduğu çalışmalar da, Türkiye'nin söz konusu alanda gücünü artırmaktadır. Resmi kurum ve kuruluşların, Türkiye'de yenilenebilir enerjinin gelişimi konusunda piyasayı düzenleyici konumlarına ek olarak, yeni nesil teknolojilerin Türkiye koşullarına uygun hale getirilmesi açısından yapılan araştırma, geliştirme ve uygulama çalışmalarına da ağırlık vermeye başlaması oldukça önemlidir.

Özellikle, TÜBİTAK ve üniversiteler gibi bilimsel kurum ve kuruluşların da aynı doğrultuda sürdürmekte olduğu çalışmalar bulunurken; gönüllü kuruluşların, kamuoyunun konuyla ilgili doğru bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi temelinde gerçekleştirilen seminer, sempozyum, konferans vb. etkinliklerinin de göz ardı

edilmemesi gerekmektedir. Ancak bu çalışmaların daha da artmasıyla birlikte, Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasında bilimsel ve teknolojik bir temel oluşturulabilecek; aynı zamanda, kamuoyunda yenilenebilir enerjinin daha olumlu algılanmasına dönük sağlam bir zihinsel altyapı da geliştirilebilecektir.

Kamuoyunun bilinçlendirilmesi bağlamında, özellikle yazılı ve görsel medyanın yenilenebilir enerjiye yönelik yaklaşımı da, artık, Türkiye’nin bu alandaki güçlü yönlerinden biri olarak değerlendirilebilir. Toplumun konuyla ilgili duyarlılığının artmasında medyanın sorumluluğu oldukça önemli olup, belirli dönemler itibariyle bazı medya kuruluşlarında yer almış olan yenilenebilir enerjiyle ilgili haber sayıları ve değişim oranları Tablo 39’da gösterilmektedir⁴²⁴.

Tablo 39: Türk Medyasında Yenilenebilir Enerji Haberleri (2000-2008)

Medya kuruluşları	Haber sayısı		Değişim oranı	
	2000-2004	2005-2008*	Miktar	Oran (%)
Hürriyet	88	384	296	336
Sabah	21	170	149	710
Zaman	65	413	348	535
NTVMSNBC	87	126	39	45
Toplam	261	1.093	832	319

* 30.04.2008 tarihine kadar.

Konu hakkında genel bir fikir vermesi açısından örneklem sayısı kısıtlı tutulan araştırmanın sonuçlarına göre; yaklaşık son 3,5 yıldır ilgili medya kuruluşlarında yer alan yenilenebilir enerji konulu haber sayısında ciddi bir artış

⁴²⁴ Araştırma 02.05.2008 tarihinde yapılmış olup, bu çalışmada yer verilen medya kuruluşlarının seçiminde, AC Nielsen araştırma şirketinin “*Medyanet Kullanıcı Profili Araştırması Mayıs-Temmuz 2006*” adlı çalışmasında yer alan “sık takip edilen haber siteleri” başlıklı bölümlerden yararlanılmıştır (<http://www.medyanet.net/c/arastirma.asp?s=4>). Buna göre; söz konusu çalışmada internet gazeteciliği alanında ilk üç sırada bulunan **Hürriyet** ve **Sabah** gazetelerine, haber sitesi alanında ilk sırada bulunan **NTVMSNBC**’ye ve Türkiye’de ilk internet gazeteciliğini başlatan **Zaman** gazetesine çalışmada yer verilmiştir. İnternet gazeteciliğinde ilk üç sırada yer alan, ancak Hürriyet gazetesiyle aynı medya kuruluşuna bağlı olan Milliyet gazetesi araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Yenilenebilir enerjiyle ilgili haberlerin taranmasında, kuruluşların internet sitelerinden yararlanılmıştır (Hürriyet gazetesi, <http://www.hurriyet.com.tr/anasayfa/>; Sabah gazetesi, <http://www.sabah.com.tr/>; NTVMSNBC, <http://www.ntvmsnbc.com/news/default.asp?cp1=1>; Zaman gazetesi, <http://www.zaman.com.tr/anasayfa.do>).

kaydedilmiştir. 2000-2004 döneminde yer verilen toplam haber sayısı ile karşılaştırıldığında, 2005-2008 döneminde niceliksel olarak 832 adet, oransal olarak ise % 319'luk bir artış olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 39'da yer alan medya kuruluşları ayrı ayrı değerlendirildiğinde, haber sayısı artışında 348 haberle Zaman gazetesi, oransal artışta % 710'luk oranla Sabah gazetesi ilk sırada bulunmaktadır. İnternet gazetelerine göre içeriği daha dar kapsamlı olan NTVMSNBC'de ise, konuyla ilgili haber sayısı artışı oransal olarak % 45 seviyesinde kalmıştır. Bu durum, NTVMSNBC'nin konuyla ilgili istikrarlı bir yaklaşımının bulunduğu; buna karşın, yazılı medyanın yenilenebilir enerji haberlerine ilgisinin son dönemlerde artmış olduğu şeklinde değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, her iki dönemde ilgili medya kuruluşlarında yer alan haber sayılarında belirgin farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkta;

* Türkiye'de, 2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı Kanun'un yürürlüğe girmesinden önce ve sonra yaşanan tartışma süreci ile Kanun'un özel sektörün yenilenebilir enerji yatırımlarını harekete geçirici etkisi,

* ABD'nin Irak'ı işgalinden sonra petrol fiyatlarının 2005 yılından itibaren gösterdiği hızlı yükseliş ve bunun sonrasında yenilenebilir kaynaklara yönelik ilginin artması,

* Türkiye'nin, 2004 yılı sonunda AB'ye aday ülke konumunu (statüsünü) elde etmesi ve 2005 yılında AB ile üyelik görüşmelerine (müzakerelere) başlaması sonucu, özellikle AB üyesi ülke yatırımcılarının Türkiye'ye dönük yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelmeleri,

* Türkiye'nin, enerjide dışa bağımlılığının daha da artacağı ve elektrik enerjisi arz-talep dengesinin yakın gelecekte sağlanamayacağı konularında yaşanan tartışmalar ile

* Küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi konularda yenilenebilir enerjinin tercih edilmesine yönelik yaklaşımlar etkili olmuştur.

Türkiye'nin, son döneme kadar yenilenebilir enerji alanında zayıf yönünü oluşturan medya ilgisinin (veya ilgisizliğinin) son dönemde olumlu bir görünüm sergilemesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer kaynaklara göre öncelikli olarak kullanımı konusundaki haberlere daha fazla yer verilmesi önemli bir gelişmedir. Şüphesiz ki bu haberlerin sayısında gelecek dönemde yaşanacak artış, yenilenebilir enerjinin toplumun tüm kesimleri tarafından daha fazla bilinmesine ve toplumdaki bilinçlenme seviyesi yükseldikçe, siyasi karar vericiler ve yatırımcılar üzerinde bir baskı ögesi olmasına yardımcı olacaktır.

Türkiye'nin sahip olduğu iş gücü miktarının büyüklüğünü ise, özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesi konusunda belirleyici bir özellik olarak değerlendirmek mümkündür. Bunun yanı sıra, genç nüfus (15-24 yaş arası) ve 15 yaş altı nüfusun büyüklüğü de, yenilenebilir enerji olgusunun topluma daha kolay aktarılabilmesi ve bireylerin bu konuda daha erken yaşlarda bilgi sahibi olabilmesi bakımından önemlidir.

TÜİK verilerine göre; Ocak 2008 döneminde Türkiye'deki iş gücü büyüklüğü 22,68 milyon kişiye ulaşırken, 2007 yılı nüfus istatistiklerinde 15-24 yaş arası genç nüfus 12,40 milyon kişi, 15 yaş altı nüfus ise 18,64 milyon kişi olarak belirtilmektedir⁴²⁵. Kısaca, Türkiye'de 24 ve 24 yaş altı nüfus büyüklüğü 30 milyonu geçerken, iş gücü büyüklüğü de 27 üyeli AB'nin 21 üyesinin nüfuslarından, 9 üyesinin ise nüfusları toplamından daha fazladır⁴²⁶.

Bu açıdan, Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanındaki gücü, sadece ekonomik gerçekliklere değil, aynı zamanda nüfus bilimsel (demografik) verilere de dayanmaktadır. Bu değerlendirmelere; istenilen seviyelere ulaşılmamakla birlikte

⁴²⁵ TÜİK, "Hanehalkı İş gücü Araştırması 2008 Ocak Dönemi Sonuçları (Aralık 2007, Ocak, Şubat 2008)", (15.04.2008 tarihli Basın Bülteni); TÜİK, "Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi 2007 Nüfus Sayımı Sonuçları", <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitimapp/adnks.zul>, (Erişim Tarihi: 03.05.2008).

⁴²⁶ Bu değerlendirme, EUROSTAT, 2007 (Yearly); s. 37-387 adlı çalışmada yer alan verilerden yararlanılarak yapılmıştır.

Türkiye’de gelenekselleşmiş bir tarım ve yarım yüzyılı aşan bir sanayileşme kültürünün oluşu ile Türk insanının yeni teknolojilerin üretim ve kullanımı konusundaki eğilimini de eklemek mümkündür.

4.4.2. Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye’nin Zayıf Yönleri

Birçok alanda olduğu gibi yenilenebilir enerji alanında da Türkiye’nin en zayıf yönlerinin başında, istikrarlı bir şekilde sürdürülemeyen enerji politikaları gelmektedir. 85 yıllık ülke tarihi boyunca; toplumsal kargaşa ve huzursuzluğun arttığı dönemlerde gerçekleştirilen askeri müdahaleler ve demokratik işleyişteki aksaklıklar, siyasi yönetimlerin görev sürelerinin kısa ömürlü oluşu (çok partili siyasi sistemin başladığı 1950’li yıllardan itibaren günümüze kadar görevde bulunan 60 siyasi yönetim), ekonomik krizler ve istikrar programları ile özellikle ülkenin tarım ve hayvancılık sektörlerinin ana noktaları olan Doğu ve Güneydoğu Anadolu’daki terör olayları gibi sorunlar, sadece enerjide değil, diğer birçok alanda sürdürülebilir politikaların uygulanmasını engellemiştir.

Bu açıdan, genel çerçevede enerji, özelde ise yenilenebilir enerji konusunda istikrarlı politikalar oluşturulamamış (veya uygulanamamış), yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesi amacıyla en somut adımların atılması ise 1980’li yılların ortasını bulmuştur. Ancak, yukarıda yer alan gelişmeler doğrultusunda, söz konusu yatırımların tamamlanması ve bu yatırımlara yenilerinin eklenmesi bağlamında önemli siyasi ve finansal engeller ortaya çıkmıştır.

Son iki noktadan hareket ederek, Türkiye’nin yenilenebilir enerji alanında zayıf bir görüntü sergilemesine neden olan diğer bir etken, yenilenebilir enerjiyi enerji politikalarının merkezine yerleştirmeyen siyasi yönetimler olarak değerlendirilebilir. Bu yönetimler, bölgesel ve bölgeler arası huzursuzlukların ana nedenlerinin başında yer alan, en basit matematiksel hesaplamayla rezervlerinin bu yüzyılın sonuna kadar bitmesi beklenen ve bu gelişmelerin de etkisiyle fiyatları son beş yılda iki, hatta üç kat artan petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji kaynakları ile ulusal ve uluslararası boyutta hakkındaki kaygıların henüz giderilemediği nükleer

enerjiyi, ülkenin enerji arz-talep dengesinin sağlanmasında bir “zorunluluk” olarak görmekte ve yenilenebilir enerjiyi arka plana almaktadırlar.

Nitekim, 5346 sayılı Kanun’un yürürlüğe girmesinden bir yıl önce (2004 yılı), Ekonomiden Sorumlu Devlet Bakanının yenilenebilir enerjiyle ilgili dernek ve vakıf temsilcileriyle yaptığı bir görüşmede, yenilenebilir enerjinin dünya enerji kaynakları kullanımında önemli bir yer tutmadığı ve gelecek yıllarda da tutmayacağını ifade ettiği; bu nedenle yenilenebilir enerji yatırımlarının devlet tarafından teşvikine olumlu yaklaşmadığı belirtilmektedir.

Aynı görüşmede, ilgili Bakanın, AB’de yenilenebilir enerjiye yönelik teşviklerin çevrecilerin baskısını azaltmaya dönük olduğu ve konuyla ilgili yasal düzenlemelerin AB’ye tam üyelik öncesinde de gerçekleştirilebileceği, ABD’de Shell ve BP gibi petrol şirketlerinin başkanlarıyla yaptığı görüşmelerde kendisine yenilenebilir enerjinin Türkiye için gerekli olmadığından bahsedildiği ve yasa tasarısında yer alan, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretimine alım garantisi getiren düzenlemenin, özelleştirme sürecinde TEDAŞ’ın piyasa değerini düşürücü bir etki yapacağına yönelik kullandığı ifadeler de basında yer almıştır⁴²⁷.

Şüphesiz bu yaklaşımın, günümüze kadarki siyasi yönetimlerde üst düzey görevler sürdüren birçok yetkili tarafından benimsenmiş olduğu açıktır. İşte bu anlayışın doğal bir sonucu olarak, yenilenebilir enerji yatırımları çok daha hızlı bir gelişme süreci içinde olabilecek iken (son yıllarda artan yeni nesil teknoloji yatırımlarına -rüzgar, biyogaz- karşın), yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji kaynakları kullanımı içindeki payı % 10,6 seviyesine gerilemekte, enerjide dış ülkelere olan bağımlılık oranı % 73,2’ye yükselmektedir (2006 yılı)⁴²⁸.

Türkiye’de, yenilenebilir enerjinin zayıf yönlerinden bir diğerini ise yatırımların finansmanındaki zorluklar (teşviklerin yetersizliği dahil)

⁴²⁷ Yalçın Bayer, “Çevreciler Babacan’dan Nefret Edebilir”, **Hürriyet gazetesi** (17.10.2004). Bakanlığın konuyla ilgili karşı tavrı konusunda; Güntay Şimşek, “Hükümet YEK’ten Kaçıyor”, **Sabah gazetesi** (09.04.2005); “CHP’den Yenilenebilir Enerji Sorusu”, **Sabah gazetesi** (11.04.2005).

⁴²⁸ ETKB, “Enerji İstatistikleri”, <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, (Erişim Tarihi: 04.05.2008).

oluşturmaktadır. Söz konusu zorlukların bir boyutu, siyasi yönetimlerin yenilenebilir enerji yaklaşımının da bir uzantısı olarak ilgili yatırımların gerçekleştirilmesi için gerekli parasal sermaye desteğinin azlığıdır.

Diğer bir zorluk, Türkiye'deki özel sermaye birikiminin yetersizliği ve bu birikimin yatırımlara aktarılması konusunda yaşanan sıkıntılar olmaktadır. Her ne kadar son yıllarda, ulusal ve uluslararası ölçekte etkinlik gösteren finansal kurum ve kuruluşlardan özel sektörün yenilenebilir enerji yatırımlarına dönük krediler sağlansa da, bu kredilerin kullanım koşullarına uygun proje sayısı da henüz istenilen seviyelere ulaşmamıştır. Bu durum, projelerin teknik ve ekonomik koşullara uygunluğu kadar, finansal koşulların yerine getirilmesi noktasında işletmelerin sermaye yapılarıyla da yakından ilgilidir.

Tüm bu gelişmelerin de etkisiyle, Türkiye her yıl, hidroelektrik enerji ekonomik potansiyelinin % 64,5'ini, jeotermal enerji potansiyeli açısından dünyanın en zengin 7. ülkesi olmasına karşın olası potansiyelinin % 93'ünü ile güneş ve rüzgar enerjileri ekonomik potansiyelinin yaklaşık % 98,5'ini değerlendirememektedir.

Türkiye'de, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimine ilişkin çıkartılan 5346 sayılı Kanun'un ardından sektörde ciddi bir hareketlenme yaşanmasına karşın, özellikle Kanun'da tüm yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini aynı doğrultuda destekleyecek ayrıntılı düzenlemelerin yer almadığı ve ağırlıklı olarak rüzgar ve küçük ölçekli HES yatırımlarının ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Kanun'un yürürlüğe girmesinden sonraki dönemde konuyla ilgili başka kanunlar ve yasal düzenlemeler uygulamaya konulmuş olup, 5346 sayılı Kanun'daki eksiklikler giderilmeye çalışılmıştır. Ancak, gelinen noktada, bu düzenlemelerden olumlu sonuçlar elde edilip edilemeyeceği gelecek yıllar içerisinde belli olacaktır.

Bu çalışmalarla birlikte, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik özel sektör başvurularının yapılması ve değerlendirmeye alınması noktasında da, birçok yatırım

alanında olduğu gibi bürokratik süreçteki aksaklıklar dikkat çekmektedir. Projelerin hazırlanmasından üretime geçiş ve işletme aşamalarına kadarki bürokratik işleyişin uzun ve karmaşık yapısı, bu alanda yatırım yapmayı planlayan bazı girişimcileri zorlamakta, hatta bu yatırımları yapmaktan vazgeçirmektedir. Şüphesiz, sektörün plansız gelişiminin önlenerek, sektörde sağlıklı bir büyümenin sağlanabilmesi ve kamu yararının korunabilmesi amacıyla birtakım teknik, ekonomik ve finansal koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir. Ancak, Türkiye, yeni nesil yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda birçok ülkenin gerisinde kaldığından dolayı, söz konusu işleyişin hem girişimciler hem de kamu yararına uygun bir şekilde yapılandırılması önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji alanında Türkiye'nin zayıf olduğu bu yönlerinin dışında başka eksik taraflar da bulunmaktadır. Bu eksiklikleri; yeni yenilenebilir enerji teknolojileri ve işletmelerin sermaye yapılarıyla ilgili olarak, araştırma ve geliştirme çalışmalarına dönük finansal yetersizlikler; sanayi sektöründeki istikrarsız gelişim; yenilenebilir enerji alanında etkinlik gösteren kurum ve kuruluşlar arasındaki iş birliği eksikliği; etkin bir yenilenebilir enerji lobisinin olmayışı; sektörle ilgili mesleki-teknik eğitim eksikliği; kamuoyunun konuyla ilgili bilinçlenme seviyesinin henüz istenilen seviyelere ulaşmaması olarak değerlendirmek mümkündür.

4.4.3. Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye'nin Sahip Olduğu Fırsatlar

Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanındaki fırsatları incelendiğinde, ilk olarak bazı yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetler açısından geleneksel enerji kaynaklarıyla rekabet edebilir bir düzeye gelmesi gösterilebilir. Çalışmanın önceki bölümlerinde belirtildiği gibi, hidroelektrik santrallerin yanı sıra, özellikle rüzgar türbini, güneş pili ve biyoyakıtlar birim enerji üretim maliyetleri açısından birçok ülkede tercih edilebilir bir konuma gelmiştir. Yine, düşük sıcaklıklı jeotermal alanlardan ısı enerjisi üretimine yönelik olarak geliştirilen ısı pompası sistemleri de, Avrupa'da yüz binlerce konutta ısınma ve su ısıtma amaçlı kullanılmaktadır.

Bu teknolojilerin dışında, güneş, jeotermal ve biyokütle kaynaklı birleşik ısı-güç uygulamaları da enerjinin verimli kullanımını açısından, başta ABD ve Batı Avrupa ülkeleri olmak üzere gelişmiş ekonomilerde ön plana çıkmaktadır. Deniz ve okyanuslardaki dalga, gelgit ve ısı farklılığı gibi olaylardan yararlanılarak elektrik enerjisi üretimine dönük sistemler üzerinde de çalışmalar devam etmektedir.

Ancak, bu tip sistemler, geleneksel enerji santralleriyle gerek ilk yatırım maliyetleri, gerekse üretim ve işletme maliyetleri olarak rekabet edebilir bir seviyeye ulaşmamış olmakla birlikte, geleceğin enerji sistemleri olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin, her türlü yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeline sahip bir ülke olması, bu sistemlerin teknik yönden uygulanabilirliği ve sistem verimlilik oranlarının yüksekliği bakımından oldukça önemli bir özelliktir.

Yenilenebilir enerji teknolojileri – geleneksel enerji teknolojileri rekabetiyle ilgili olarak, teknolojiadaki hızlı değişim ve gelişim de, ısı ve elektrik enerjilerinin sadece endüstriyel amaçlı tüketiminde değil, aynı zamanda konutlardaki tüketiminde de yeni yaklaşımlar ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, şu an için konut sektöründe bir “niş (niche) pazar” olarak değerlendirilebilecek; ancak, dünyada hızla yaygınlaşmaya başlayan ve gelecek yıllarda önemli bir pazar büyüklüğüne ulaşması olası olan “ekolojik-çevreci konut (ecological-green house)” yapıları oldukça ilgi çekmektedir. Şekil 37 ise, dünyadaki ekolojik konutlarla ilgili bazı örnekleri göstermektedir.

Şekil 37: Ekolojik Konutlar





Kaynak: <http://www.ecodesign.co.uk>, <http://www.ecobob.co.nz>, (Erişim Tarihi: 05.05.2008).

Bu tip yapılarda petrol, doğal gaz, kömür veya nükleer kaynaklı enerji yerine, tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak bir konutun ısı ve elektrik enerjileri gereksinimi karşılanmaktadır. Ekolojik konutların normal tipteki konutlarla maliyetler açısından rekabet edebilirliği henüz sınırlı seviyede olsa da, söz konusu konutların tercih edilmesine yönelik olarak çeşitli teşvikler verilmektedir. Örneğin; ABD’de bu tip bir konutun satın alınması durumunda devlet tarafından vergi indirimini uygulanmakta, konutun kişinin kendisi tarafından yapılması durumunda da izin belgesi (ruhsat) için daha düşük bir bedel ödenmektedir.

Türkiye’de ise, ekolojik konut yapımına ilişkin bazı girişimler olmakla birlikte konuyla ilgili en güncel çalışma, 2007 yılı sonunda **Temiz Dünya Ekoloji Derneği** ve **İstanbul Büyükşehir Belediyesi** iş birliğiyle başlatılan ve “Türkiye’nin ilk çevreci evi” olarak ifade edilen konut çalışmasıdır. 240 m² olarak yapılacak ve tüm enerji gereksinimini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacak olan konutun toplam maliyeti 200.000 YTL⁴²⁹ olup (arsa bedeli hariç), maliyetin destekçi firmalar tarafından karşılanacağı belirtilmektedir. Söz konusu konut tipinin gelecek yıllarda gayrimenkul firmaları tarafından seri üretimine geçilmesi durumunda, metrekare başına birim fiyatın yaklaşık 500-700 € aralığına kadar düşeceği öngörülmektedir⁴³⁰.

⁴²⁹ Albayrak firması tarafından Mavişehir’de (İzmir) yapılan 87,33 m² büyüklüğünde bir konutun fiyatı 220.000 YTL, 179,33 m² büyüklüğündeki bir konutun fiyatı ise 424.000 YTL olarak hesap edildiğinde (<http://www.albayrakmavisehir.com/>, Erişim Tarihi: 05.05.2008), Türkiye’de ekolojik konut yapımının gelişmesi ve bu tip konutlara yönelik talep potansiyeli göz ardı edilmemelidir.

⁴³⁰ Meltem Kara, “Türkiye’nin İlk Çevreci Evi”, **Hürriyet gazetesi-Hürriyet Emlak Yaşam Eki** (13.12.2007).

Türkiye’de, birincil enerji tüketiminin (enerji çevrim sektörü hariç) % 30.7’sinin (2006 yılı) konutlarda gerçekleştirildiği⁴³¹ düşünüldüğünde, konut sektöründeki son eğilimler, konutların enerji gereksinimlerinin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ve küçük ölçekli sistemlerle karşılanabilmesi açısından önemli bir fırsat yaratmaktadır⁴³².

Ekolojik konut veya benzeri diğer uygulamalar, sadece teknolojiadaki hızlı gelişimle değil, aynı zamanda dünyada çevre kirliliğine yönelik kaygıların artmasıyla da yakından ilgilidir. Özellikle son yıllarda, yüksek miktardaki sera gazı salınımlarının neden olmaya başladığı ani küresel iklim değişikliği ve bu değişikliğin yarattığı olumsuz etkiler, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de görülmektedir.

Bu etkilerin başında, hava sıcaklıklarının normal seyrinin dışına çıkarak daha yüksek veya düşük değerlere ulaşması gelmektedir. Sıcaklık artışının güneş enerjisi teknolojilerinden daha verimli bir şekilde yararlanılması konusunda katkı sağlayabileceği, sıcaklık değerlerindeki ani değişimlerin de rüzgar oluşumlarını güçlendirerek rüzgar enerjisi kullanımının yaygınlaşmasına olumlu etki edeceği düşünülebilir. Ayrıca, küresel sıcaklıktaki yüksek artışın su kaynaklarının kurumasına neden oluşu, özellikle gıda amaçlı tarımsal üretim miktarını azaltmakta; bu durum, biyoyakıt üretiminde kullanılmakta olan ve fazla miktarda suya gereksinim duymayan C₄ tipi enerji bitkilerinin yetiştirilerek, hem düşük verimli tarım arazilerinin değerlendirilmesine hem de ekonomik kazanç elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Her ne kadar, Türkiye, kişi başına düşen CO₂ gazı salınımı açısından AB ve OECD ülkeleri ortalamalarına göre alt sıralarda yer almasına karşın, gaz

⁴³¹ ETKB, “Enerji İstatistikleri”, [http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/gecmis_yillar/SEKTÖREL%20ENERJİ%20TÜKETİMİ\(Bin%20Tep\).xls](http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/gecmis_yillar/SEKTÖREL%20ENERJİ%20TÜKETİMİ(Bin%20Tep).xls), (Erişim Tarihi: 05.05.2008).

⁴³² Ekolojik konutların yanı sıra, dünyada tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı ekolojik kasabalar da bulunmakta, yeni ekolojik kentlerin yapımına yönelik Çin ve Dubai’deki çalışmalar da devam etmektedir. NTVMNSNBC, “Dünyanın İlk Ekolojik Kenti Çölde Kuruluyor”, <http://www.ntvmsnbc.com/news/432703.asp>, (Erişim Tarihi: 30.04.2008).

salınımindaki artış hızı gelecek için kaygı verici boyutlara ulaşmıştır⁴³³. Bu açıdan, fosil enerji kaynaklarının ekolojik yaşam üzerindeki olumsuz etkileri ve yukarıda ifade edildiği üzere bu etkilerin olumlu bir yapıya dönüştürülebilme olasılığı, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına ağırlık vermesi için önemli bir fırsat yaratmaktadır.

Türkiye'nin, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılması konusunda sahip olduğu en önemli fırsatlardan bir diğeri, petrol ve doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarının fiyatlarında görülen uluslararası çaptaki yükselişler olmaktadır. Bu yükselişler, yenilenebilir enerji teknolojilerinin maliyetlerindeki düşüşle karşılaştırıldığında ise daha büyük bir anlam ifade etmektedir.

Nitekim, Türkiye'nin sadece 2008 yılındaki petrol tüketiminin 35,69 milyon ton, doğal gaz tüketiminin 36,86 milyar m³ olacağı öngörülmektedir⁴³⁴. Bu tüketimin günümüzdeki parasal karşılığı hesaplandığında ise yaklaşık 45 milyar \$ düzeyinde bir büyüklüğe ulaşılmaktadır⁴³⁵. Bu değerlerin bir sonucu olarak, Türkiye'de son dönemde gıda kaynaklı fiyat artışlarının yanı sıra, enerji kaynaklı yüksek fiyat artışları da kaydedilmektedir. Tablo 40, TÜİK'in yayımladığı Nisan 2008 dönemi enerji alt sektörleriyle ilgili fiyat değişimlerini göstermektedir.

⁴³³ 2003 yılı verilerine göre kişi başına düşen CO₂ salınımı miktarı; OECD ülkelerinde ortalama 11,1 ton, dünyadaki ortalama 4 ton ve Türkiye'de 3,3 ton olarak öngörülmektedir. Türkiye'nin, 1990-2004 dönemi boyunca CO₂ salınımindaki artış hızı ise % 74,3 seviyesindedir. Günay Apak ve Bahar Ubay (Edit.), **Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi**, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2007, s. 63-64.

⁴³⁴ ETKB, "Enerji İstatistikleri",

[http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/projeksiyonlar/BİRİNCİL%20ENERJİ%20KAYNAKLARI%20TÜKETİM%20HEDEFLERİ\(Orjinal%20Birimler\).xls](http://www.enerji.gov.tr/istatistik_belge/enerji_istatistikleri/projeksiyonlar/BİRİNCİL%20ENERJİ%20KAYNAKLARI%20TÜKETİM%20HEDEFLERİ(Orjinal%20Birimler).xls), (Erişim Tarihi: 06.05.2008).

⁴³⁵ Petrol fiyatı için varil başına (1 ton=7 varil) ortalama **111,03 \$** (US Energy Information Administration, 25.04.2008 tarihli dünya ortalama ham petrol varil fiyatı, http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm, Erişim Tarihi: 06.05.2008), doğal gaz fiyatı için ise Başkent Doğalgaz Dağıtım A.Ş. tarafından Mayıs 2008 döneminde konut ve resmi daireler için ilan edilen **0,566703 YTL/m³** temel alınmıştır (<http://www.baskentdogalgaz.com.tr/dogalgazfiyatları.asp>, Erişim Tarihi: 06.05.2008). **1 ABD doları=1,2502 YTL** olarak hesaplanmıştır (TCMB 06.05.2008 tarihli dolar alış kuru, <http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/200805/06052008.html>, Erişim Tarihi: 06.05.2008).

Tablo 40: Türkiye’de Enerji Alt Sektörlerinde (Petrol ve Doğal gaz) Yaşanan Fiyat Hareketleri (Nisan 2008)

Enerji Alt Sektörleri	Mart 2008- Nisan 2008 (%)	Aralık 2007- Nisan 2008- (%)	Nisan 2007- Nisan 2008 (%)
Ham petrol ve doğal gaz çıkarımı	10,12	16,58	47,75
İşlenmiş (Rafine edilmiş) petrol ürünleri (kok kömürü dahil)	11,63	29,32	47,81
Elektrik-gaz üretim ve dağıtımı	5,12	31,38	15,28

Kaynak: TÜİK, “Üretici Fiyatları Endeksi”,

<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=1968>, (Erişim Tarihi: 06.05.2008).

Tablo 40’da da görüldüğü üzere, petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artışın ilgili alanlardaki etkisi oldukça yüksek olmaktadır. Elektrik ve gaz üretim-dağıtım fiyatları, sadece son 4 ayda % 30’un üzerinde artış göstermiş, ham petrol ve doğal gaz çıkarımı ile işlenmiş petrol ürünleri alanlarındaki fiyat artışları son bir yılda % 50’lere yaklaşmıştır.

Söz konusu durum, enerjinin, sanayinin en önemli üretim girdilerinden biri olması nedeniyle üretim maliyetlerinin yükselmesine, ulaşım sektöründe akaryakıt fiyatlarının artmasına, konutlarda daha yüksek maliyetlerle ısı ve elektrik enerjileri gereksinimlerinin karşılanmasına ve dolayısıyla, Türkiye’de enflasyon rakamlarının tekrar iki basamaklı değerlere ulaşmasına neden olmaktadır⁴³⁶. Bu açıdan, Türkiye’de, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının ağırlıklı olarak tercih edilmesiyle birlikte, hem uluslararası enerji fiyatlarındaki artışlardan daha düşük oranlarda etkilenilmesine olanak sağlanabilecek hem de yüksek fiyat artışlarının yaratacağı toplumsal huzursuzlukların oluşumu engellenebilecektir.

⁴³⁶ Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE) Nisan 2007-Nisan 2008 döneminde % 9,66; Üretici Fiyatları Endeksi (ÜFE) ise aynı dönemde % 14,56 oranında artış göstermiştir. TÜİK, “Üretici Fiyatları Endeksi”, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=1968>; “Tüketici Fiyatları Endeksi”, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=1969>, (Erişim Tarihi: 06.05.2008).

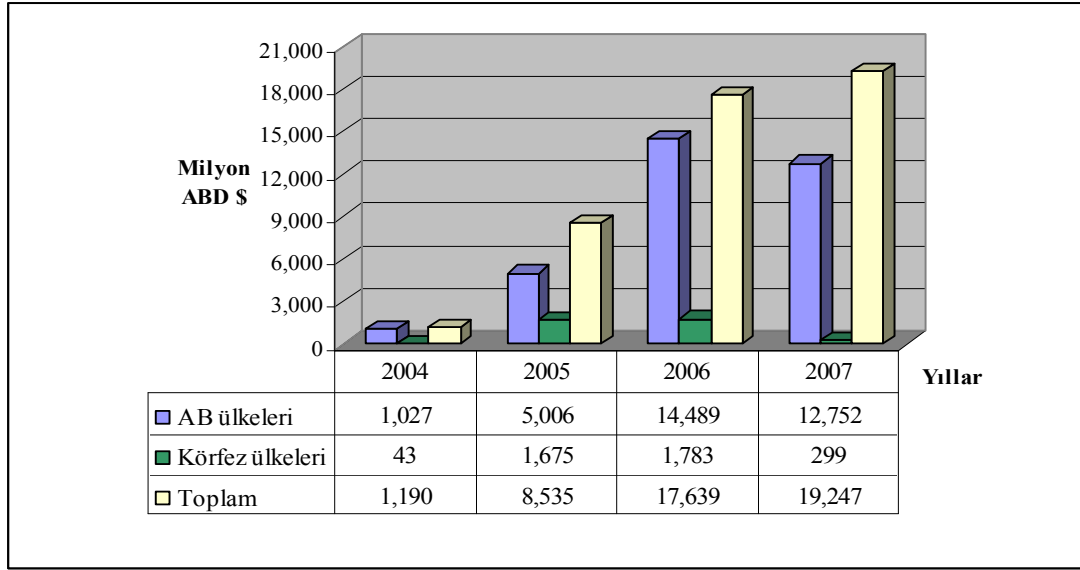
Uluslararası enerji fiyatlarındaki yükseliş ile AB'ye giriş sürecinde Türkiye'nin aday ülke konumunu elde etmesi, yenilenebilir enerji kaynakları açısından yeni bir fırsatın ortaya çıkmasına da neden olmuştur. Bu fırsat ise, petrol fiyatlarındaki hızlı yükseliş sonucu uluslararası petrol şirketleri ve büyük petrol rezervlerine sahip Körfez ülkelerinin (Suudi Arabistan, Bahreyn, Katar, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri) zenginleşmelerinden ve oluşan sermaye birikiminin yatırım fonları aracılığıyla gelişmekte olan ülke ekonomilerine aktarılmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim, yapılan öngörüler, ağırlığını Körfez ülkelerinin oluşturduğu İslami finans piyasası büyüklüğünün 700 milyar \$⁴³⁷ seviyesine ulaştığı yönündedir.

Özellikle Körfez ülkelerinin, gerek coğrafi ve dini yakınlık, gerekse AB ile görüşmelerin (müzakerelerin) başlamış olması nedeniyle (yatırım risklerinin azaldığı düşüncesi), Türkiye'yi yatırım açısından daha uygun bir ülke olarak algılamaları olasıdır. Üyelik süreciyle birlikte, AB üyesi ülkelerin de Türkiye'de yatırım yapma potansiyeli 2005 yılından itibaren artmaya başlamıştır. Nitekim, söz konusu süreç ile milli gelir, faiz ve enflasyon gibi temel makro ekonomik göstergelerde Türkiye'nin kaydettiği olumlu gelişmeler, ülkedeki yabancı yatırım miktarına da yansımaktadır (Şekil 38). Bu görünüm, AB'nin yenilenebilir enerji yatırımlarına verdiği önem, petrol ve doğal gaz kaynaklı enerji fiyatlarındaki artış ve ulusal ekonomideki olumlu başarımın korunmasıyla birlikte bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'nin, diğer alanlarda olduğu gibi yenilenebilir enerji alanında da yatırım yapılabilir bir ülke olması mümkündür⁴³⁸.

⁴³⁷ Gökben Altaş, "İslami Finans Sistemi", **Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği (TSPAKB) Sermaye Piyasasında Gündem dergisi**, Yıl: 8, Sayı: 69, Mayıs 2008, s. 23.

⁴³⁸ Nitekim, uluslararası denetim ve danışmanlık şirketi **Ernst&Young** tarafından Mayıs 2007 tarihinde yayımlanan "*Renewable Energy Country Attractiveness Index (Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Ülkelerin Cazibe Göstergeleri)*" adlı listede Türkiye de ilk kez yer almıştır. Polonya, Brezilya, Yeni Zelanda ve Japonya ile birlikte yenilenebilir enerji yatırımlarında yükselen yıldızlardan biri olarak gösterilen Türkiye, özellikle rüzgar enerjisi potansiyeliyle, 25 ülkenin yer aldığı listede 24. sıradan girmiştir. *Ernst&Young*, "China and India Will Be Most Attractive Countries for Renewable Energy Investment by 2012", (*Press Release of 09.05.2007*), http://www.ey.com/global/Content.nsf/UK/Media - 07_05_09_DC - China_and_India_attractive_countries_for_renewable_energy_investment_by_2012, (Erişim Tarihi: 03.05.2008).

Şekil 38: Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar (2004-2007)



Kaynak: T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı., “Uluslararası Doğrudan Yatırım Verileri Bülteni” (Şubat 2008), http://www.hazine.gov.tr/stat/yabser_ist.htm, (Erişim Tarihi: 06.05.2008), adlı çalışmadan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Sonuç olarak, Türkiye’nin yenilenebilir enerji alanındaki fırsatları, sadece ülke içi gelişmelere değil, aynı zamanda ve ağırlıklı bir şekilde ülke dışı gelişmelere de bağlı olmaktadır. Tüm bu değerlendirmelerin yanı sıra, coğrafi konum itibarıyla Avrupa, Orta Asya ve Orta Doğu ülkelerine yenilenebilir enerji dış satımı (özellikle elektrik enerjisi) potansiyelinin olması Türkiye açısından önemli bir fırsat sağladığı kadar, enerji dış alımının yıllar itibarıyla hem niceliksel hem de parasal değer açısından yükselmesi ve enerjide dış ülkelere olan bağımlılığın artması da, yenilenebilir enerjinin Türk kamuoyunda tartışılması açısından başka bir fırsat yaratmaktadır.

4.4.4. Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye’nin Taşıdığı Tehditler

Türkiye’deki yenilenebilir enerji yatırımlarının ve dolayısıyla, yenilenebilir enerji kullanımının artması önündeki başlıca tehditler incelendiğinde, bu tehditlerin, özellikle ulusal ve uluslararası ölçekli gelişmelerden kaynaklandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, bazı gelişmeler iki yönlü etki yaratarak, yenilenebilir enerji

kaynaklarından daha fazla yararlanılması konusunda birtakım fırsatlar ortaya çıkarırken, aynı zamanda çeşitli tehditler de içerebilmektedir.

Yukarıda genel olarak ifade edilen tehditlerin başında ise uluslararası enerji fiyatlarındaki hızlı yükselişi belirtmek mümkündür. Son yıllarda petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki yükseliş, bu kaynaklara sahip ülkelerdeki sermaye birikimlerini ve küresel ölçekli enerji firmalarının elde ettikleri karları artırmasına karşın; uluslararası mal ve hizmet fiyatları üzerinde enflasyonist (enflasyonla ilgili) bir baskı yaratmaya başlamıştır. Bu gelişmenin neden olduğu kaygılarla birlikte, ABD kaynaklı konut kredisi sistemindeki (Mortgage sistemi) sorunlar ve bu sorunların özellikle küresel finans piyasalarına etkileri de, yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanı konusunda önemli tehdit öğeleri olarak değerlendirilebilir⁴³⁹.

Söz konusu olayların yenilenebilir enerji yatırımlarına etki derecesi ise, Türkiye'nin kendi ekonomik ve siyasi yapısına göre değişiklik gösterecektir. 2008 yılının ilk dört buçuk ayının genel bir değerlendirmesi yapıldığında, Türkiye'deki ekonomik ve siyasi gelişmelerin bu olumsuz görünümü daha da kuvvetlendirdiği ve tüm bu gelişmelerin de etkisiyle, yılın ilk iki aylık döneminde Türkiye'ye gelen yabancı yatırım tutarının, 2007 yılının aynı dönemine göre % 79,5 oranında azaldığı görülmektedir⁴⁴⁰. Bununla birlikte, ekonomideki cari açık sorununun gittikçe derinleşmesi⁴⁴¹ ile enflasyon ve borçlanma faiz oranlarındaki yükselişin de, hem yabancı hem de yerli girişimcilerin gerçekleştirmeyi planladıkları yenilenebilir enerji yatırımları açısından olumsuz etkiler yaratması olasıdır.

⁴³⁹ Örneğin, bilanço büyüklüğü itibarıyla dünyanın en önemli finans kuruluşlarından biri olan Citigroup, konut kredilerinin geri ödenmesinde yaşanan sorunlar nedeniyle 2008'in ilk çeyreğinde 5,1 milyar \$ net zarar, gelirlere de 2007 yılının aynı dönemine göre % 48'lik düşüş kaydettiğini açıklamıştır. Citigroup, "Citi Reports First Quarter Net Loss of 5.1 Billion", (*Press Release of 18.04.2008*), <http://www.citi.com/citigroup/press/2008/080418a.htm>, (Erişim Tarihi: 07.05.2008).

⁴⁴⁰ Türkiye'ye gelen yabancı yatırım tutarı, Ocak-Şubat 2007 döneminde 8,10 milyar \$ olarak gerçekleşirken, 2008 yılının aynı döneminde bu rakam 1,59 milyar \$ seviyesine gerilemiştir. T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı, "Uluslararası Doğrudan Yatırım Verileri Bülteni" (Şubat 2008), http://www.hazine.gov.tr/stat/yabser_ist.htm, (Erişim Tarihi: 06.05.2008),

⁴⁴¹ Nitekim, TCMB'nin 09.05.2008 tarihinde yayınladığı ödemeler dengesi verilerine göre; Nisan 2007 döneminde yıllık 32,01 milyar \$ olan cari işlemler hesabındaki açık tutarı, Mart 2008 döneminde yıllık 40,38 milyar \$ büyüklüğe ulaşmıştır. Cari açığı artıran artışa karşın, yabancı yatırım tutarında kaydedilen düşüş, cari açığın finansmanı açısından gelecek dönem için önemli bir risk oluşturmaktadır. TCMB, "Ödemeler Dengesi İstatistikleri", <http://www.tcmb.gov.tr/odemedenge/odemelerdengesi.xls>, (Erişim Tarihi: 09.05.2008).

Türkiye'nin bölgesel olarak konumu da, yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılması konusunda iki yönlü etkiye sahip diğer bir ögedir. Daha önce de belirtildiği üzere, Türkiye'nin Avrupa, Orta Asya ve Orta Doğu'ya olan coğrafi yakınlığı, özellikle yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi dış satımı konusunda Türkiye'ye önemli bir fırsat sağlayabileceği gibi; bunun tersi bir etkiyle, Orta Doğu ve Orta Asya kaynaklı petrol ve doğal gazın Batılı ülkelere aktarılmasında Türkiye'nin önemli bir geçiş ülkesi olmasını da sağlayabilecektir.

Bu bağlamda, başta Azeri petrolü olmak üzere Orta Asya petrolünün dünya pazarlarına ulaşması amacıyla gerçekleştirilen **Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Boru Hattı Projesi**⁴⁴², yine Orta Asya'daki doğal gazın AB ülkeleri ve ABD'ye taşınmasına yönelik planlanan **Nabucco Doğal Gaz Boru Hattı Projesi**⁴⁴³ ile Azeri doğal gazının Gürcistan üzerinden Türkiye'ye getirilmesi için planlanan **Şahdeniz Doğal Gaz Boru Hattı Projesi**⁴⁴⁴ gibi projeler, Türkiye'nin, bölgede önemli bir enerji üssü işlevine sahip olması açısından yararlı olacaktır. Ancak, bu projelere, gerek devlet, gerekse özel şirketler tarafından aktarılan parasal kaynaklar, yenilenebilir enerji yatırımlarının gelişimi açısından tehdit yaratmaktadır.

Nitekim, projelerin ilk yatırım maliyetleri hesaplandığında; BTC Boru Hattı Projesi yaklaşık 3 milyar \$ ve Nabucco Doğal Gaz Boru Hattı Projesi yaklaşık 5 milyar € seviyesinde olup, bu iki değer toplamı, Türkiye'nin rüzgar enerjisi ekonomik potansiyelinin yarısından fazlasının (yaklaşık 6.300 MW) değerlendirilmesine yetebilecek büyüklüktedir⁴⁴⁵.

⁴⁴² BTC Proje Direktörlüğü, "BTC Projesi", <http://www.btc.com.tr/proje.html>, (Erişim Tarihi: 09.05.2008).

⁴⁴³ Nabucco Gas Pipeline Project, "Project Description/Pipeline Route", <http://www.nabucco-pipeline.com/project/project-description-pipeline-route/project-description.html>, (Erişim Tarihi: 09.05.2008).

⁴⁴⁴ BOTAS, "Azerbaycan-Türkiye (Şahdeniz) Doğal Gaz Boru Hattı Projesi", <http://www.botas.gov.tr/projeler/tumprojeler/azerbaycan.asp>, (Erişim Tarihi: 09.05.2008).

⁴⁴⁵ Bu hesaplamada, EPDK'nın, elektrik enerjisi üretim izni başvurularında kullanılmakta olan, kaynakların birim yatırım tablosundaki rüzgar enerjisiyle ilgili veriden yararlanılmıştır. EPDK, "Kaynak Bazındaki Toplam Birim Yatırım Tutarı Tablosu", <http://www.epdk.org.tr/lisans/elektrik/kaynakbazinda/kaynakbazinda.html>, (Erişim Tarihi: 29.04.2008). ABD \$=1,2640 YTL, 1 €=1,5461 ABD \$ olarak hesaplanmıştır. (TCMB'nin 09.05.2008 tarihli döviz alış kurları, <http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/200805/09052008.html>, Erişim Tarihi: 09.05.2008).

Türkiye'nin coğrafi konumuyla ilgili diğer tehdit öğeleri ise bölgede yaşanan istikrarsızlıklardır. Özellikle, Orta Doğu ülkelerinin petrol ve doğal gaz rezervleri bakımından zengin olmaları nedeniyle, bu ülkelere yönelik askeri ve siyasi müdahaleler, bölgenin ekonomik, siyasi ve toplumsal dengelerini olumsuz yönde etkilemektedir.

ABD'nin 1990 ve 2003 yıllarında Irak'a yönelik saldırıları ile İsrail'in, başta Filistin olmak üzere birçok Arap ülkesiyle yaşadığı sorunların yanı sıra, son olarak ABD ve İran arasındaki gerginlik de bölgede yeni bir askeri müdahalenin olabileceğine yönelik kaygıları artırmaktadır. İran'ın nükleer silahlanma içinde olduğu ve terörizme açıkça destek verdiği savı ABD'de gittikçe etkili olmaya başlamakta, ABD'nin Irak'taki Merkez Komutanı (CENTCOM) Başkanlığına, "savaş yanlısı" olarak nitelendirilen General **David Petraeus**'u getirmesi de müdahale olasılığının arttığı şeklinde değerlendirilmektedir⁴⁴⁶. Bu gerginliğin ileri boyutlara dönüşmesi durumunda, Türkiye'de sadece yenilenebilir enerji yatırımlarının değil, birçok sektöre dönük yatırımların da olumsuz etkileneceği açıktır.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde değerlendirilmesinde engel oluşturabilecek tüm bu öğelerin dışında, ulusal çıkarların korunarak yerli enerji kaynaklarının kullanılması noktasında, siyasi karar vericilerin istikrarlı ve Türkiye'nin ekonomik-siyasi bağımsızlığını ön planda tutabilecek bir tutum sergileyememeleri de önemli bir tehdit ögesidir. Ayrıca, küresel sıcaklıktaki hızlı artışın gelecek yıllarda da devam etmesi durumunda, yağış miktarındaki azalma ve su kaynaklarındaki buharlaşmanın artması, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de en çok yararlanan yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjinin verimli bir şekilde kullanımını kısıtlayacaktır.

⁴⁴⁶ William M. Arkin, "War with Iran ? That Will Be for the Next President", **The Washington Post** (01.05.2008), http://blog.washingtonpost.com/earlywarning/2008/05/war_with_iran_that_will_be_for_1.html#more, (Erişim Tarihi: 08.05.2008).

Sonuç olarak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanında sadece kaynak açısından değil, aynı zamanda diğer birçok konuda da oldukça güçlü yönleri bulunmaktadır. Zayıf yönlerin, genel olarak siyasi iktidarların olaya bakış açılarından kaynaklandığı; fırsat ve tehditlerin ise uluslararası gelişmeler doğrultusunda şekillendiği görülmektedir. Burada önemli olan nokta, tehditlerin fırsatlara, fırsatların ve zayıf yönlerin de daha kalıcı güçlü özelliklere dönüştürülmesine dönük politikalar geliştirilebilmesidir. Gelecek yıllara ilişkin politika önerileri çalışmanın bundan sonraki kısmını oluşturmakla birlikte, Türkiye'nin yenilenebilir enerjideki konumu son olarak Tablo 41'de özetlenmektedir.

Tablo 41: Yenilenebilir Enerji Alanında Türkiye'nin Güçlü ve Zayıf Yönleri ile Taşıdığı Fırsat ve Tehditler

<u>Güçlü Yönler</u>	<u>Zayıf Yönler</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin büyüklüğü • Güneş, rüzgar, jeotermal vb. gibi çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarının olması • Yenilenebilir enerji kaynaklarının coğrafi olarak geniş bir alana yayılması • Petrol ve doğal gaz rezervlerinin yetersizliği • Enerji piyasasının serbestleştirilmesine dönük çalışmalar • Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını düzenleyen bir kanunun yürürlükte olması • Özel sektörün yenilenebilir enerji yatırımlarına olan ilgisinin artması • İş gücü ve genç nüfus miktarının büyüklüğü 	<ul style="list-style-type: none"> • Enerji politikalarındaki istikrarsızlık • Yenilenebilir enerji odaklı enerji politikalarının olmaması • Yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin geleceğe yönelik öngörülerdeki eksiklikler • Finansal yetersizlikler (teşviklerin yetersizliği, ulusal sermaye birikiminin azlığı vs.) • Yasal ve yönetsel düzenlemelerdeki eksiklikler • Bürokratik sürecin karmaşık yapısı ve yavaş işlemesi • Araştırma ve geliştirme çalışmalarının finansmanında yaşanan zorluklar • Sanayi sektöründeki istikrarsız gelişim ve dış alıma dayalı yapı

<ul style="list-style-type: none"> • Resmi, bilimsel ve gönüllü kurum ve kuruluşların yenilenebilir enerjinin gelişimine yönelik çalışmaları • Medya kuruluşlarının yenilenebilir enerji konusuna duyarlı yaklaşımı • Gelenekselleşmiş bir tarım ve yarım yüzyılı aşan bir sanayi kültürünün olması • Türk insanının yeni teknolojilerin üretim ve tüketimi konusundaki eğilimi 	<ul style="list-style-type: none"> • Konuyla ilgili kurum ve kuruluşlar arasındaki iş birliği eksikliği • Etkin çalışan bir yenilenebilir enerji lobisinin olmaması • Sektörle ilgili mesleki ve teknik eğitim yetersizliği
<p><i>Fırsatlar</i></p>	<p><i>Tehditler</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Maliyetler açısından, birçok yenilenebilir enerji teknolojisinin, geleneksel enerji kaynakları teknolojileriyle rekabet edebilir bir seviyeye gelmesi • Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki hızlı gelişim ve bu gelişimin ortaya çıkardığı yeni yaklaşımlar (ekolojik konut, ekolojik yerleşim birimleri vb.) • Küresel sıcaklıktaki hızlı artış ve yarattığı (yaratabileceği) etkiler • Çevre kirliliğine yönelik kaygıların artması • Uluslararası enerji fiyatlarındaki hızlı yükselişin küresel sermaye birikimine yönelik olumlu etkisi • Türkiye'nin AB'ye giriş süreci 	<ul style="list-style-type: none"> • Son dönemde ülke içindeki ekonomik ve siyasi dengelerin bozulmaya başlaması • Bölgedeki huzur ve istikrar ortamının giderek kötüleşmesi • Uluslararası enerji fiyatlarındaki hızlı artışın, mal ve hizmet fiyatları üzerinde oluşturmaya başladığı enflasyonist baskı • Son dönemde küresel finans piyasalarında yaşanan sorunlar (Konut kredilerinin geri ödenmesinde yaşanan güçlükler vb.) • Türkiye'nin coğrafi konumunun, Orta Asya ve Orta Doğu kaynaklı petrol ve doğal gazın Batılı ülkelere taşınmasına olanak sağlaması

<ul style="list-style-type: none">• Son yıllarda yabancı sermaye girişinde artış kaydedilmesi• Türkiye'nin coğrafi konumunun, bölge ülkelerine yenilenebilir kaynaklı enerji dış satımı olanağı yaratması• Enerjide dış alımın artmasının, yenilenebilir enerji konusunun kamuoyunda tartışılmasını sağlaması	<ul style="list-style-type: none">• Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması noktasında, bağımsız bir ekonomik ve siyasi yapının olmaması• Küresel sıcaklıktaki hızlı yükselişin yağışlar ve su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi
---	--

4.5. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ ARTIRILMASINA YÖNELİK POLİTİKA ÖNERİLERİ

Çalışmanın genelinde ifade edildiği üzere, dönemsel gelişmelerin de etkisi sonucu yenilenebilir enerji kaynaklarının gerek ülkesel, gerekse küresel önemi sürekli artmaktadır. Gelecek yıllarda, özellikle küresel sıcaklık ile petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artışın devam etmesi durumunda, “yenilenebilir enerji” ve “yenilenebilir enerji kaynakları” kavramlarının tüm ülke kamuoylarında daha yoğun bir şekilde tartışılacağı açıktır. Bu açıdan, 21. yüzyılda, Türkiye'nin ülke imgesine (imajına), diğer bir deyişle uluslararası düzeydeki algılanma biçimine katkı sağlayabilecek bir yenilenebilir enerji politikasının belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu politikanın içeriği ise şu temel öğeler üzerine kurulmalıdır:

* Askeri ve diplomatik konularda olduğu gibi, devletin tüm resmi kurum ve kuruluşları tarafından benimsenmiş, istikrarlı bir enerji politikasının belirlenmesi,

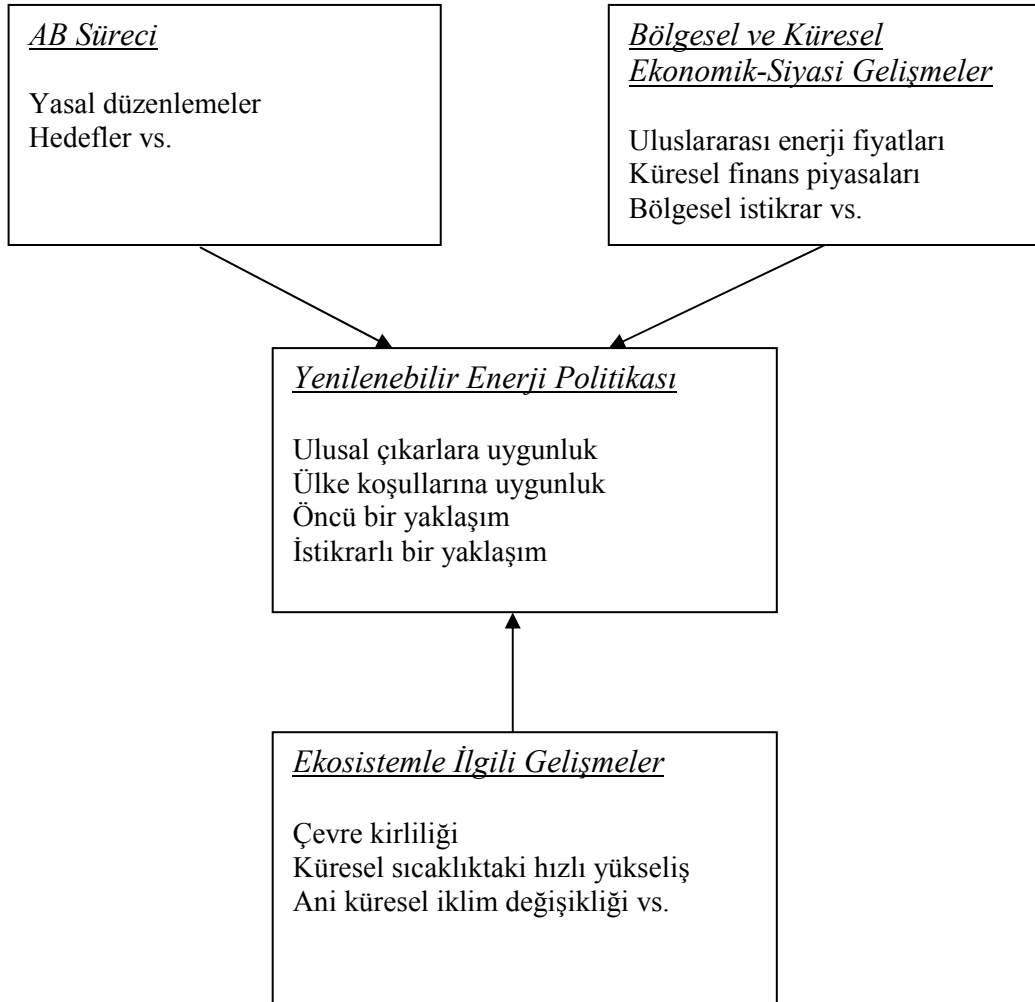
* Bu enerji politikasının odak noktasına petrol, doğal gaz veya nükleer enerjinin yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının yerleştirilmesi,

* Ulusal çıkarlar temelinde, ancak, AB'nin yenilenebilir enerji politika ve hedeflerini dikkate alan bir yenilenebilir enerji politikasının oluşturulması,

* Yenilenebilir enerji politikasının oluşturulmasında uluslararası gelişmeler göz ardı edilmemekle birlikte, edilgen değil etken (veya reaktif değil proaktif) bir yaklaşımın benimsenmesi,

* Bu yaklaşımın bir uzantısı olarak, günümüzde yenilenebilir enerji olgusunu şekillendirmekte olan enerji-ekonomi-çevre boyutlarına, ülke içi toplumsal gerçeklikler de dikkate alınarak sosyal boyutun eklenmesi ve böylece, Türkiye'ye özgü bir anlayışın yaratılmasıdır.

Şekil 39: Türkiye'ye Yönelik Yenilenebilir Enerji Politikasının Ana Çerçevesi



Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, yenilenebilir enerji politikasına yönelik bu ana felsefeye uygun öneriler maddeler halinde ortaya konulmaktadır.

Toplam 55 maddelik bu politika önerileri, ilk olarak her bir yenilenebilir enerji kaynağı temelinde geliştirilmekte olup⁴⁴⁷, ardından tüm yenilenebilir enerji kaynaklarını kapsayıcı genel öneriler üzerinde durulmaktadır.

Güneş Enerjisi

1-) Güneş enerjisinin yapısal özellikleri (yoğunluğu düşük, kesikli ve kolayca ısıya dönüşebilen, depolanabilmesi güç ve yatırım maliyeti yüksek -özellikle elektrik enerjisi sistemleri-) göz önünde bulundurularak, bu enerji kaynağının özgün niteliklerine göre kullanılmasına dikkat edilmelidir.

2-) Bu noktada, maliyetleri diğer enerji kaynaklarına göre daha uygun olan düzlemsel güneş toplayıcı ve su ısıtıcı sistemlerin kullanımı özendirilmelidir. Bunun için, güneş enerjisi sektöründe etkinlik gösteren birçok küçük ölçekli işletmenin yasa dışı üretimini (korsan veya merdiven altı üretim) engelleyici teknik, mali ve finansal içerikli düzenlemeler gerçekleştirilmelidir.

3-) Teknik düzenlemeler, üretim ölçünlerinin (standartlarının) iyileştirilmesi ve uygulanmasının zorunlu hale getirilmesi anlayışına dayanmalıdır. Bunun nedeni, üretim ölçünlerinin, gelişen teknolojinin gerisinde kalması ve sadece yurt içi tüketimi değil, aynı zamanda dış satımı da olumsuz yönde etkilemesidir.

⁴⁴⁷ Bu bölümde; TÇV, 2006 (Yenilenebilir); s. 63-64; 126-127; 161-162; 214; TÜSİAD, 1998 (Enerji); s. 113-116; 125, 133; 141-142; 146-147; Ergün Özkat, “Yenilenebilir Enerji Güneş, Rüzgar, Jeotermal Kaynaklarının Yaygın Kullanıma Açılabilmesi için Anayasa Değişikliği Önerisi”, (Edit. : İsmail H. Karamenderesi, Hikmet Yavaş ve Mustafa Görgün), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001, s. 109-110; Özbalta, a.g.m., s. 27; Babür ve Özüdoğru, a.g.m., s. 46-47; “Uluslararası Enerji Stratejisi Oluşturulmalı”, **Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK) İşveren dergisi**, Cilt: 45, Sayı: 4-5, Ocak-Şubat 2007; s. 94; Abdurrahman Satman, “Türkiye, Enerjide Dışa Bağımlıdır”, **TİSK İşveren dergisi**, Cilt: 45, Sayı: 6, Mart 2007, s. 27-28; Durak, a.g.m., s. 6; Nadi Bulut, “Hidroelektrik Perspektifinden Türkiye ve AB Politikalarına Bakış”; Mustafa Özcan Ültanır, “AB Müzakere Kapısı Açıldı da Enerji Yolu Nasıl Görünüyor”; Ü.Tolga Bilgin, “Rüzgar Daha Cazip Kılınmalı”, <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php>, (Erişim Tarihi: 15.05.2008); İlhami Çolak vd., “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, (TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu - 19-21.10.2005, Mersin), s. 4-5, http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/cc980b0f894bd0c_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 13.04.2008); Yücel Çağlar, “Enerji Ormancılığı”, **EMOENERJİ Toplumsal Haber ve Araştırma dergisi**, Sayı: 3, Ekim 2007, s. 43-44; ALBİYOBİR, <http://www.albiyobir.org.tr/>; TJD, “Jeotermal Hakkında”, <http://www.jeotermalderneği.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 16.05.2008); adli çalışmalardan yararlanılmıştır.

4-) Finansal düzenlemeler ise; KDV indirimi, tüketici kredisi uygulaması, gerek üretici ve gerekse toplu tüketici için vergi kolaylıkları şeklinde olmalıdır. Böylece, yasa dışı üretimlerin önüne geçilmesi ve tüketicilerin daha kaliteli ürünler kullanması mümkün olabilecektir.

5-) Konutlar ile resmi ve özel kurum ve kuruluşlarda ısı yalıtım uygulaması etkin bir şekilde denetlenmeli; bu doğrultuda, özellikle güneş mimarisine uygun binaların yapılması teşvik edilmelidir. Örneğin, bazı gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, güneş mimarisine uygun olarak yapılan binalarda vergi indirimi uygulaması getirilmelidir. Ayrıca, yeni yerleşim bölgelerindeki kent ve konut planlamasında güneş enerjisinden yararlanmayı sağlayacak yasal düzenlemeler yapılmalı; Toplu Konut İdaresi (TOKİ) ve belediyelerce yapılan binalarda da güneş enerjisi uygulamaları desteklenmelidir.

6-) Kırsal kesimdeki çoğu uygulamalar (sı, bina ve sera ısıtma, kurutma, soğutma vs.) ümit verici nitelikte olduğundan, güneş enerjisi uygulamaları öncelikle kırsal kesime kaydırılmalıdır.

7-) Güneş pili sistemleri ise, yüksek maliyetli yapıları nedeniyle Türkiye’de fazla tercih edilmezken, yeni nesil güneş enerjisi santrallerinin yakın bir gelecekte kurulması da aynı gerekçeden dolayı henüz mümkün görülmemektedir. Bu nedenle, özellikle güneş enerjisinin rüzgar veya başka enerji kaynaklarıyla (fosil kaynaklar dahil) birlikte değerlendirilebileceği karma enerji sistemleri, verimlilik ve maliyet özellikleri bakımından günümüz koşullarına daha uygun olacaktır. Bunun için bazı finansal ve mali teşvikler verilebileceği gibi, teknoloji aktarımını da kolaylaştırıcı düzenlemelere gereksinim duyulmaktadır.

8-) Güneş enerjisi sistemlerinde teknoloji aktarımına yönelik düzenlemelerin yanı sıra, üretimde girdi olarak kullanılan saç levha, alüminyum, bakır, poliüretan, cam yünü, özellikle beyaz ve geçirgenliği yüksek cam ve diğer tesisat malzemelerinin kolaylıkla sağlanabilmesi konusunda önlemler de alınmalıdır.

9-) Uluslararası teknolojik gelişmelerden ve bilgi birikiminden etkili bir şekilde yararlanabilmek amacıyla, ulusal plan ve programlar çerçevesinde, güneş enerjisi alanında çeşitli uluslararası kuruluşlar tarafından yürütülmekte olan araştırma ve geliştirme çalışmalarına dahil olunmalıdır. Örneğin, 2007-2013 dönemini kapsayan AB 7. Çevre Programı içindeki enerji ve çevre konulu çalışmalar için güneş enerjisi projeleri geliştirilmelidir. Böylece, hem Türkiye'nin AB'ye giriş sürecine katkı sağlanması hem de birtakım finansal desteklerden yararlanılması mümkün olabilecektir.

10-) Güneş enerjisi sistemleri ve uygulamalarının toplum tarafından daha iyi bilinmesine dönük tanıtım çalışmaları yapılmalıdır. Güneş enerjili su ısıtıcılarının dışında, güneş pili veya güneş enerjisi santrallerinden üretilen elektrik enerjisi ve soğutma teknikleri, kitle iletişim araçlarıyla kamuoyuna etkin bir şekilde duyurulmalıdır. Söz konusu çalışmalar, devletin ilgili birimleri tarafından yürütülebileceği gibi, konuyla ilgili gönüllü kuruluşlar ve/veya sektör temsilcilerinin de öncülüğünde gerçekleştirilebilir.

Rüzgar Enerjisi

11-) Rüzgar enerjisi potansiyeli açısından dünyanın sayılı ülkelerinden biri olan Türkiye'de, rüzgar enerjisi konusunda devletin bir politika oluşturması ve bu politikayı destekleyici düzenlemeleri uygulamaya koyması gerekmektedir. Bu nedenle, ilk olarak, 1990'lı yılların sonundan itibaren Türkiye'nin gündeminde olan, ancak henüz yasalaşmayan rüzgar enerjisiyle ilgili yasa tasarısı en kısa süre içerisinde Meclise gönderilmeli ve yasalaştırılmalıdır.

12-) Rüzgar enerjisi yatırımlarının artması amacıyla, rüzgar kaynaklı elektrik enerjisi üreticisine yönelik teşvik sistemleri üzerinde durulmalıdır. Bu teşvikler; birçok ülkede olduğu gibi, uzun dönemli (15-20 yıl) ve ilk yıllarda daha yüksek miktarda olmak koşuluyla azalan miktarda (stepped price) alım garantisi sisteminin getirilmesi ve alım fiyatlarının yatırımcılar için daha cazip bir seviyeye (6,5 €-Cent/KWh) çıkartılması; uygun koşullu banka kredilerinin sağlanması; yatırımlarda

vergi indirimi, erteleme veya verginin uzun dönemlere yayılması olanağının tanınması şeklinde olabilir.

13-) Rüzgar enerjisi santrallerine yönelik teşviklerden sadece tüzel kişiler değil, bu yatırımları gerçekleştirebilecek gerçek kişiler de yararlandırılmalıdır. Böylece, rüzgar enerjisi kullanımının yaygınlaştırılması da mümkün olabilecektir.

14-) Özellikle, küçük ölçekli ve ulusal şebeke bağlantısı olmayan rüzgar türbinlerinin kuruluş izinleriyle ilgili olarak, yetkilerin Ankara'daki tek bir merkezde toplanması yerine yerel yönetimlere devredilmesi izin alma sürecini kısaltacak ve yatırımları daha cazip kılacaktır.

15-) Rüzgar enerjisi santralleri, başta Ege ve Marmara kıyıları olmak üzere rüzgar kaynaklı elektrik enerjisi üretimine elverişli tüm bölgelere yayılmalı ve bu şekilde ulusal elektrik şebekesinin sürekli beslenmesi sağlanmalıdır.

16-) Şebeke bağlantılı rüzgar enerjisi santralleri için rüzgarlı yörelerdeki enerji iletim hatları artırılmalı ve yeni hatların yapımı özel sektörle birlikte planlanmalıdır.

17-) Karasal alan rüzgar enerjisi potansiyelinin etkin olarak değerlendirilmesi ve ilgili teknolojinin verimli bir şekilde kullanımının öğrenilmesinin ardından, kıyı ötesi rüzgar santrali çalışmalarına da hızla başlanmalıdır. Bunun için, öncelikle elektrik enerjisi üretimine elverişli kıyı ötesi rüzgar enerjisi potansiyeline ilişkin ölçüm çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. Nitekim İngiltere, Danimarka, Almanya ve Fransa gibi AB ülkeleri, rüzgar enerjisi yatırımlarında karasal sistemler yerine artık, kıyı ötesi sistemlere ağırlık vermeye başlamıştır.

18-) Günümüzde, uluslararası ölçekli rüzgar türbini üreticileri artan talep karşısında kapasitelerinin tamamına yakınına yakınını kullanmakta olup, türbin siparişlerini 2014 yılından önce teslim edememe noktasına gelmiştir. Bu açıdan, gerek karasal gerekse kıyı ötesi rüzgar türbinlerinin yapımında yerli sanayi teşvik edilmeli (vergi

kolaylıkları, düşük faizli kredi vb.) ve kalite-maliyet dengesinin sağlanarak uluslararası pazarlara dış satım olanakları araştırılmalıdır.

Rüzgar türbinlerine yönelik talebin artması türbin fiyatlarına da yansımış ve iki yıl öncesine göre fiyatların yaklaşık % 30 oranında artmasına neden olmuştur. Bu noktada, Türkiye, konuyla ilgili teknik bilgi aktarımına önem vermeli, Türk girişimcilerin küresel piyasada daha etkin bir konuma gelmesi için, sektörün hem içsel hem de dışsal ölçek ekonomisi yapısına uygun olarak, küçük ölçekli yerli türbin üreticileri birleşme veya yabancı işletmelerle ortaklık kurma gibi seçenekleri zaman kaybetmeden değerlendirilmelidir.

Böylece, ülkeye döviz girişi sağlanmakla birlikte istihdam olanakları da geliştirilebilecektir. Özellikle, rüzgar enerjisi sektörünün istihdam yaratma boyutu göz ardı edilmemeli, Sadece Almanya'daki rüzgar enerjisi sektörünün doğrudan ve dolaylı olarak toplam 214.000 kişiye istihdam sağladığı gerçeği unutulmamalıdır.

Hidroelektrik Enerji

19-) Türkiye'nin en önemli yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidroelektrik enerji, enerjide diğer ülkelere olan bağımlılığın azaltılmasında kilit bir konuma sahiptir. Bu nedenle, hidroelektrik enerji ekonomik potansiyelinin tamamının işletmeye alınması amacıyla devlet payını aşağıya çekici ve bu alana yerli ve yabancı özel sermayenin girmesini kolaylaştırıcı yasal ve yönetsel düzenlemeler hızla gerçekleştirilmelidir. Yapılacak hidroelektrik santrallerde gecikme oluşmaması gibi gerekçelerle, devlet ağırlığının sürdürülmesine dönük yaklaşımlar dikkate alınmamalıdır.

20-) Bu noktada, mevcut yasal düzenlemelerdeki küçük HES-büyük HES ayrımı da ortadan kaldırılmalı ve küçük ölçekli HES'lerin yanı sıra, büyük ölçekli HES yatırımları da teşvik kapsamına alınmalıdır. Mevcut düzenlemenin AB düzgülerinin benimsenmesi amacına dönük olduğu bilinmekle birlikte, AB'nin ilk 15 üyesinin büyük HES potansiyelinin neredeyse tamamına yakını

değerlendirdiğinden ve girişimcilerin küçük HES yatırımlarına teşvik edilmesinin istenmesinden dolayı böyle bir düzenlemeye gereksinim duyulmuştur. Türkiye’de ise, büyük HES yatırımlarına uygun ekonomik potansiyelin % 64,5’inin kullanılmamasından dolayı, teşviklerde bu tür bir ayrıma gidilmesi özel sektör yatırımlarının artırılması önündeki en büyük engellerden birini oluşturmaktadır.

21-) Söz konusu düzenlemeler, kredi ödemelerinin yoğun olduğu ilk 8-10 yıl boyunca hidroelektrik tesislerinin ürettiği her KWh enerji için yatırımların teşvik kapsamına alınması şeklinde gerçekleştirilebilir. Daha sonraki dönemler için böyle bir teşviğe de gerek duyulmayacaktır. Bunu karşılamak için ise, çevreye yönelik olumsuz etkilerinden dolayı, termik santrallerin ürettiği her KWh enerji için 1,5-2 cent dolayında bir zamlı tarife (sur charge) uygulanabilir.

22-) Bununla birlikte, özellikle bazı büyük HES projelerinin, kurulacakları alanın ekolojik yapısını olumsuz yönde etkileyeceği (Hasankeyf-Ilisu Baraj projesi) gerçeği göz ardı edilmemeli, tarihi ve kültürel zenginliklerin bulunduğu benzeri alanların hidroelektrik enerji üretimi için tahrip edilmesi önlenmelidir. Nitekim, Türkiye’de, hidroelektrik enerji potansiyelinden daha etkin bir şekilde yararlanılmasına olanak verecek başka hidroelektrik santral projeleri bulunmaktadır.

23-) Küçük ölçekli HES yatırımlarının sağlıklı bir şekilde planlanabilmesi ve yatırımcıların bu alana yönlendirilebilmeleri için öncelikle Türkiye’deki küçük HES yapımına elverişli brüt, teknik ve ekonomik enerji potansiyelinin belirlenmesi gerekmektedir. Özel sektörün konuyla ilgili çalışmaları olmasına karşın, devletin DSİ ve EİE gibi resmi kurum ve kuruluşları da bu yönde bir çalışmayı en kısa süre içerisinde tamamlamalıdır.

24-) Hidroelektrik santrallerin yapılması; inşaat işleri ve elektromekanik donanım kurulması olmak üzere iki ana bölümde gerçekleştirilmektedir. Hidroelektrik santral inşaatı için yerli teknoloji yeterli durumdadır. Ancak, küçük güçlü elektromekanik donanım için yerli olanak bulunmasına karşın, orta ve büyük güçler için bu olanak yeterli değildir. 50-250 MW güç kademesi için yerli

elektromekanik endüstrisinin desteklenerek geliştirilmesi, hidroelektrik projelerin gerçekleştirilmesine büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu noktada, yerli elektromekanik endüstrisinin, yabancı sermaye ve teknoloji aktarımının katılımıyla geliştirilmesine önem verilmelidir.

25-) AB ülkelerine yenilenebilir kaynaklı ve özellikle, talebin en üst seviyede olduğu saatlerde (puant saatlerde) elektrik dış satımını gerçekleştirmek ve teşvik etmek amacıyla, Avrupa ülkeleriyle bağlantının kapasite ve kalitesi hızlı bir şekilde artırılmalıdır. Bağlantının kalite ve kapasitesini artırmak tek başına yeterli olmamakla birlikte, Türkiye kendi şebekesinin işletme ölçününü AB seviyesine çıkarmak zorundadır.

Bu nedenle, Türkiye'deki elektrik şebekesinin Avrupa'nın elektrik şebekesine uyumunun bir an önce gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, TEİAŞ, **Avrupa Elektrik İletimi Enterkonnekte Birliği - Union for the Coordination of Transmission of Energy (UCTE)** üyeliği için başvurusunu yapmış olup, ulusal elektrik şebekesinin 2010 yılında, bu üyeliğin gerektirdiği seviyeye ulaşacağı öngörülmektedir.

Söz konusu seviyeye ulaşabilmek için, TEİAŞ, sahip olduğu veri tabanını geliştirmeli, ek denetim ve ölçüm sistemi, haberleşme, bilgi işlem ve hesaplama otomasyonu işlerinin sistem tasarımı ve projelendirilmesi çalışmaları en kısa süre içinde tamamlanmalıdır. Bu çalışmaların gerçekleştirilmesi ile ulusal şebekenin Avrupa şebekesine bağlanması ve uyumu, başta hidroelektrik enerji kaynağı olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından da üretilecek elektriğin AB ülkelerindeki herhangi bir kuruluşa serbestçe satılabilmesine ve satış anlaşmalarının uluslararası bankalar tarafından garanti olarak kabul edilerek, Türkiye'de yapılacak hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman sorununun büyük ölçüde çözümlenmesine olanak sağlayacaktır.

26-) Hidroelektrik santraller, birçok ülkede elektrik enerjisi talebinin en yoğun olduğu durumlarda (puant talep-puant yük) devreye girmektedir. Türkiye gibi

su kaynakları açısından zengin olan ülkelerde, bir ölçüde sistemi besleyen santraller olarak kullanılmaları olağandır. Ancak, Türkiye’de de puant talebin karşılanması sorunu bulunmakta olup, hidroelektrik santrallerin sürekli aşırı yüklenerek çalıştırılması, puant talebin karşılanmasında olumsuzluklar yaratmaktadır.

Bu sorunun çözümü için ise, başta ABD ve Avrupa ülkeleri olmak üzere Japonya, Çin ve Hindistan gibi ülkelerde “pompalı depolamalı hidroelektrik santraller (pumped storage systems)” kullanılmaktadır. Baraj dışında, türbinden geçen suyun (kuyruk suyu) belirli bir kısmının ayrı bir rezervuar alanına pompalanıp depolanması ve gereksinim durumunda elektrik enerjisi üretilmesi temeline dayalı bu sistem, özellikle, enterkonnekte sistemi besleyen termik santrallerin devreden çıkması veya yetersiz kalması durumlarında önemli bir çözüm aracı olmaktadır. Sistem, yatırım maliyetleri açısından da kabul edilebilir seviyelere gelmiş olduğundan (ABD’de 16-26,5 \$/m³), Türkiye’de de bu sistemlerin kurulmasına yönelik çalışmalara hız verilmelidir.

27-) Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrünün ortalama 50 yıl olmasına karşın, bakım ve yenileme çalışmalarıyla bu ömür, yaklaşık 75-100 yıl seviyesine kadar yükselbilmektedir. Bu nedenle, işletmede olan santrallerin bakım ve yenileme işlemlerine önem verilmeli, mevcut santrallerin ünite güç ve verimlerini yükseltecek çalışmalara, özek sektörün de katılımını sağlayacak bir düzenlemenin ardından bir an önce başlanmalıdır.

Jeotermal Enerji

28-) Jeotermal enerji potansiyeli bakımından Avrupa’nın ve dünyanın başat ülkelerinden biri olan Türkiye’de, jeotermal enerji yatırımlarının artırılması amacıyla birtakım köklü değişimlerin yapılması kaçınılmazdır. Türkiye’nin, yılda yaklaşık 9 milyar \$ seviyesinde ekonomik kazanıma eşit jeotermal enerji potansiyeli⁴⁴⁸ bulunmakta olup, bu potansiyelin özellikle özel sektör girişimcilerini teşvik edici

⁴⁴⁸ Isıtma amaçlı kullanılan petrol ve doğal gazın parasal karşılığını ifade etmektedir.

düzenlemeler yoluyla kullanılması, gerek ilgili yerli sanayinin gelişmesi, gerekse ulusal gelirin artırılması açısından yararlı olacaktır.

29-) Yapılan hesaplamalar, DPT'nin 2013 yılı için belirlediği jeotermal enerji kullanımına yönelik hedeflere ulaşılabilmesi için yaklaşık 3,25 milyar \$ yatırım yapılması gerektiğini ortaya koymakta; ilgili yatırımların gerçekleştirilmesi durumunda yaklaşık yılda 16 milyar \$ seviyesinde bir ekonomik katkı değerine ve 200.000 kişilik bir istihdam büyüklüğüne ulaşılacağı öngörülmektedir.

Bu bağlamda, yerel yönetimler başta olmak üzere, jeotermal enerjiden yararlanmak isteyen kuruluşların yatırımlarına yeterli destek sağlanmalı, kamu kuruluşlarınca belli bir bedel karşılığında yapılmakta olan jeotermal ön inceleme ve aramalar ile sondajların daha düşük bir bedelle yapılmasını sağlayacak olanaklar geliştirilmelidir.

30-) Jeotermal enerji alanında özel sektör yatırımlarını kısıtlayan etkenlerin başında, arama çalışmalarının yarattığı risk ve bu riskin maliyetleri önemli ölçüde artırması gelmektedir. Bu doğrultuda geliştirilebilecek bir başka çözüm önerisi ise, dünyanın birçok ülkesinde uygulanmakta olan, arama ve kuyu riskinin devlet tarafından üstlenildiği “arama veya kuyu riski sigortası” sisteminin Türkiye’de de yerleştirilmesidir.

31-) Türkiye’de işletilmekte olan jeotermal saha sayısı oldukça azdır. Günümüzde toplam 172 adet jeotermal saha bulunmakta olup, bu sayının artırılması için özel sektörle birlikte kamu kesiminin de teşvik edilmesi gerekmektedir. Konuyla ilgili Türkiye’de yetkili kurum olan MTA’da, öncelikle yapısal anlamda birtakım düzenlemeler gerçekleştirilerek jeotermal enerji konusunda ayrı bir daire başkanlığı kurulmalıdır. Ayrıca, MTA’nın yeterli araştırma yapabilmesi ve kuyu açabilmesi (veya açtırabilmesi) için gerekli bütçe olanaklarının sağlanması gerekmektedir.

32-) Türkiye’deki jeotermal sahalar ağırlıklı olarak ısı enerjisine uygundur. Bu nedenle, Türkiye, başta alan ısıtma ve termal tedavi olmak üzere diğer jeotermal

uygulamalar için de önemli bir potansiyele sahiptir. Bu açıdan, dünya turizminde özellikle sağlık temasının ön plana çıktığı bir dönemde, Türkiye, termal tesis yatırımlarını hızlandırıcı düzenlemeleri en kısa süre içerisinde gerçekleştirmelidir.

Bu noktada, termal tesis için gerekli arsalar, valilik ve belediyeler tarafından sağlanıp yatırımcıya kiralanması, yine valilik ve belediyelerin, Kültür ve Turizm Bakanlığının finansal desteğiyle, jeotermal sıcak su üretim kuyusu taşıma, dağıtım, geri basım ve benzeri sistemleri kurup düşük maliyetle işletmesi sağlanmalıdır. Ayrıca, Almanya'da belediye şirketlerinin yaptığı gibi sadece belediyeler veya özel idare, belediye ve özel sektör birlikteliğinde dinlenme, eğlenme ve termal tedavi amaçlı bütünleşik (entegre) tesisler kurulmalıdır.

33-) Buna ek olarak; sera ısıtma, ürün kurutma, kültür balıkçılığı gibi farklı uygulamalarda da jeotermal enerjiden daha fazla yararlanılmalıdır. Türkiye'de elektrik enerjisi üretimine uygun yüksek sıcaklıklı jeotermal sahalar az olduğundan dolayı, bu kaynaklardan yapılacak elektrik enerjisi üretimine, merkezi ısıtma ve sera ısıtma gibi diğer uygulamaların da eklenmesi, hem verimlilik hem de maliyetler üzerinde olumlu etki yapacaktır. Özellikle, orta sıcaklı sahalardan elektrik enerji üretiminin verimli bir şekilde sağlanabilmesi bakımından da birleşik ısı-güç ve ikili çevrim gibi teknolojilerden günümüzde birçok ülke yararlanmaktadır.

34-) Türkiye'de konu üzerinde uzmanlaşmamış kişilerin yetersiz makine ve malzemelerle yapmaya çalıştıkları jeotermal sondajlar; jeotermal kaynaktan yeteri kadar yararlanılamaması, rezervuarların kirletilerek üretim potansiyelinin azaltılması, çevreye ve tatlı su kaynaklarına zarar vermesi gibi sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle, sektörde, özellikle arama ve sondaj alanlarında etkinlik gösteren firmalar üzerinde etkin bir denetim sistemi kurulmalıdır.

35-) Jeotermal enerji alanında yatırım yapacak işletmelere, gerekli donanımların daha düşük maliyetlere sağlanabilmesi için verilecek teşviklerin yanı sıra, tüketicilerin jeotermal enerjiyi daha fazla tercih etmelerine yönelik olarak da KDV indirimi vb. kolaylıklar sağlanmalıdır.

Biyokütle Enerjisi

36-) Türkiye’de biyokütle enerjisinden etkin bir şekilde yararlanabilmek için, öncelikle bölgesel temelde hazırlanmış bir gelişim planına gereksinim bulunmaktadır. Bu doğrultuda, biyokütle enerji potansiyeli açısından oldukça zengin olan Türkiye’nin belirli bölgelere ayrılarak, her bir bölgedeki biyokütle enerji kaynakları en verimli ve etkili şekilde kullanılmalı; özellikle enerji tarımı ve enerji ormancılığı gibi çağdaş biyokütle uygulamalarına ağırlık verilmelidir.

37-) Enerji ormancılığının ülke çapında ve büyük ölçekte uygulanabilmesini sağlamak üzere, vatandaşların kendi arazilerinde enerji ormancılığı işletmeciliğini yapabilmesi için; tarımda olduğu gibi, fidan, gübre ve makine sağlama ile bakım ve hasat çalışmalarının sorunsuz gerçekleştirilebilmesi için yeterli seviyede ve düşük faizli kredi sağlanmalıdır.

38-) Birçok ülkede olduğu gibi, enerji ormancılığı uygulamalarıyla üretilecek odun, ormanlarda hasat çalışmalarından sonra genellikle çürümeye bırakılan dal ve kabuk ile orman endüstrisinin yonga, talaş, kabuk gibi atıklarından ısı enerjisi üretiminin gerçekleştirilebileceği ısı tesisleri ülkenin çeşitli yörelerinde de kurulmalıdır. Böylece, özellikle kırsal kesimdeki işsizlik sorununa da belirli bir ölçüde çözüm getirilebilmesi mümkün olacaktır.

39-) Hızlı büyüyen ağaç türleriyle yapılacak özel ağaçlandırmalar ve enerji ormancılığı desteklenmekle birlikte, çok bölünmüşlükten ve terk edilmişlikten kaynaklanan ve Türkiye genelindeki büyüklüğü yaklaşık 1,9 milyon hektar olan, tarıma elverişli olduğu halde kullanılmayan alanlar toplulaştırma yöntemiyle enerji tarımına yönlendirilmelidir. Bu gibi çağdaş biyokütle uygulamalarının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, tarımsal üretim ve orman planlamasına gereksinim bulunmaktadır. Yapılan hesaplamalar, kısa dönemli projelerde 0,5-1,2 milyar \$ ve 10 yıla kadar uzanan uzun dönemli çalışmalar için de 6-12 milyar \$ yatırım finansmanına gerek olduğunu göstermektedir.

40-) Biyomotorin üretiminde kullanılan kanola, ayçiçeği ve soya gibi yağlı tohum üretimine daha fazla destek verilerek ve bu ürünlere yönelik dış alımda uygulanan gümrük vergileri yükseltilerek yağlı tohum üretiminin hızlı bir şekilde artırılmasına çalışılmalıdır. Üretimin yerli tüketimin üzerinde kalan kısmı için ise dış pazar olanakları araştırılmalıdır.

Daha önce de belirtildiği üzere, küresel biyomotorin üretiminde ilk sırada bulunan Almanya'da kanola bitkisi üretimine uygun tarım arazisinin kalmamış olmasından dolayı, Ukrayna tarafından üretilen tüm kanolalar sadece bu ülke tarafından satın alınmaktadır. Gerekli teşviklerin sağlanması durumunda, geniş çaplı kullanılmayan tarım alanlarına sahip Türkiye'nin, dünyanın biyomotorin ham madde üssü olması mümkündür. Böylece, hem kırsal kesimdeki istihdam artırılırken hem de köyden kente göç eden nüfus miktarı azaltılabilir.

41-) 01.07.2006 tarihinden itibaren Türkiye'de de uygulanmaya başlanan AB'nin şeker üretimine ilişkin yeni düzenlemesine göre, Türkiye'de miktar sınırlandırmasına (kotaya) uygun şeker üretimi için 3,5 milyon dönümlük arazide yapılacak şeker pancarı üretimi yeterli olmaktadır. Bu nedenle, geriye kalan 4,5 milyon dönümlük arazideki şeker pancarı tarımı biyoetanol üretimine yönlendirilmelidir.

42-) Şeker fabrikalarındaki alkol üretim sistemlerinin biyoetanol üretimine de uygun bir donanıma sahip olması sağlanmalıdır. Tam kapasiteyle çalışmayan şeker fabrikalarının bu şekilde daha verimli işletilmesi mümkün olup, yeni tesisler de bu özelliklere uygun bir şekilde kurulmalı ve bu yönde teşvik (vergi indirimi veya erteleme) edilmelidir.

43-) Enerji ormancılığının ekolojik düzene zarar vermeyecek bir şekilde gerçekleştirilmesi konusunda gerekli yasal önlemler alınmalıdır. Biyoyakıt üretimi amaçlı enerji tarımı ise özellikle son dönemde oldukça sık tartışılmakta olup, küresel gıda fiyatlarındaki artışın başlıca nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Bu noktada, gıda üretimi amaçlı tarımsal alanların biyoyakıt üretiminde kullanılması

önlenmeli ve söz konusu uygulamaların gerçekleşmesi durumunda üreticiler hakkında caydırıcı cezalar uygulanmalıdır. Böylece, biyoyakıt sektörünün daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir şekilde büyümesi sağlanabileceği gibi, biyoyakıtlar konusunda oluşmaya başlayan ön yargıların da önüne geçilebilecektir.

44-) Hayvan çiftliği gübrelerinin ve şehir çöplerinin değerlendirilmesi için araştırma ve tanıtım gösterisi (demonstrasyon) çalışmaları yürütülmeli, çöpler düzenli bir şekilde toplanıp depolanarak, çevre kirliliğine yol açmayacak bir şekilde işlemden geçirilmeli ve ısı-elektrik enerjileri (biyogaz veya çöp gazı) elde edilmelidir.

Özellikle belediyeler, kamu sorumluluğu bilinci içerisinde hareket ederek, kentsel ve evsel atıklar ile kullanılmış kızartma yağlarının toplanıp işlenmesi ve enerji amaçlı değerlendirilmesi konusunda daha girişimci olmalıdır. Bu alanda yatırım yapacak olan özel sektör işletmelerinin önündeki bürokratik engeller azaltılmalı, söz konusu işletmelere işletme dönemi boyunca sıkı bir denetim sistemi uygulanmalıdır.

45-) Biyokütle enerjisinin gerek üretim, gerekse kullanımında düşük maliyetli ve enerji verimliliği yüksek teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulamaya konulabilmesi amacıyla araştırma ve geliştirme çalışmaları desteklenmeli, özellikle biyogenetik çalışmalarına dönük finansal kaynaklar artırılmalıdır.

46-) Jeotermal enerji santrallerinde olduğu gibi, biyokütle enerji santrallerinde de enerji verimlilik seviyesinin yükseltilmesi amacıyla birleşik ısı-güç uygulamalarına ağırlık verilmelidir. Aynı zamanda, katı biyoyakıt olarak kullanılacak biyokütlenin sanayi tesislerinde ve termik santrallerde yüksek verimle yakılabilmesi için akışkan yataklı kazanlar geliştirilmesi üzerinde durulmalıdır.

47-) Biyokütlelerin taşınması, hacim büyüklüğü nedeniyle masraflı ve zahmetli olmaktadır. Bu nedenle, biyokütle enerji dönüşüm tesislerinin biyokütle kaynağına yakın yerlerde kurulmasına yönelik düzenlemeler gerçekleştirilmelidir.

Yenilenebilir enerjinin kaynaklar temelinde geliştirilmesine yönelik söz konusu politika önerilerinin yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının tümünü kapsayacak öneriler de aşağıda yer almaktadır:

48-) Her şeyden önce, yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi konusunda ekonomik ve siyasi açıdan bağımsızlığın ve ulusal çıkarların korunması ilkelerinin, bölgesel veya uluslararası oluşumlar ile yabancı yatırımları dışlayan bir politika olarak algılanmaması gerekmektedir. Ulusal bağımsızlık ve ulusal çıkar kavramları, istikrarlı ve uzun dönemli yenilenebilir enerji politikalarının ülke gerçeklikleri göz önünde bulundurularak belirlenebilmesi ve bu politikaların genel enerji politikaları içerisinde her zaman öncelikli sırada yer alması şeklinde anlaşılmalıdır.

Bu doğrultuda; rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, hidroelektrik ve dalga gibi “yenilenebilir” özellikli kaynakların yatırımında kamu ağırlıklı anlayıştan vazgeçilmelidir. Devletin bu alandaki temel işlevlerinden biri, özel sektörün mali araçlarla, özellikle vergi kaybı oluşturmayacak, hatta yatırımların artmasıyla birlikte uzun dönemde vergi gelirlerini artırıcı etki yaratabilecek vergi indirimi, erteleme veya taksitlendirmesi gibi yollarla desteklenmesi olmalıdır.

49-) Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımların artırılması noktasında devletin diğer bir işlevi de, yerli ve yabancı sermaye arasındaki farklılıkları ortadan kaldıracak yasal düzenlemelerin yapılması ve bürokratik işleyişin hızlandırılması olmalıdır. Türkiye’de, yabancı sermaye girişinin artırılması konusunda önemli düzenlemeler gerçekleştirilirken (ki bu düzenlemeler de yeterli olmamaktadır), ne yazık ki, yerli sermayeyi Türkiye’de yatırım yapmaya teşvik edici girişimlere daha az önem verilmektedir. Bu nedenle, Türk girişimcileri, son dönemde yatırım açısından daha elverişli koşullar sunan D.Avrupa (Macaristan, Polonya) ve K.Afrika (Mısır, Cezayir) ülkelerine yatırım yapmaya başlamışlardır.

50-) Yenilenebilir enerji yatırımlarında kamu kurum ve kuruluşlarının diğer bir görevi, kamu yararı ilkesinin gözetilmesi bağlamında gerekli yatırımların

gerçekleştirilmesi olmalıdır. Diğer bir deyişle, devlet, bölgesel gelişmişlik farklılıkları ile göç ve işsizlik sorunlarına uzun dönemli çözümler getirecek büyük ölçekli ve ekolojik düzenin korunmasına yardımcı olacak (biyogaz santralleri, çöp gazı santralleri) yatırım projelerine kaynak aktarmalıdır.

51-) Farklı türdeki yenilenebilir enerji kaynaklarına dönük yatırımların benzer bir gelişme seviyesi gösterebilmesi amacıyla da birtakım düzenlemelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. 5346 sayılı Kanun'un yürürlüğe girmesinin ardından, bu Kanun'u destekleyici nitelikte, her bir yenilenebilir enerji kaynağına yönelik ayrı yasal düzenlemelere gereksinim bulunmaktadır. Bu nedenle, Haziran 2007'de yürürlüğe giren "5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu" gibi, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla da ilgili yasal düzenlemeler, ilgili kesimlerin de görüşleri alınarak en kısa süre içerisinde hazırlanmalıdır. Tüm bu çalışmaların tamamlayıcısı olarak da, imza için Meclise sunulan Kyoto Protokolü en kısa süre içinde yasalaştırılmalıdır.

52-) Devletin konuyla ilgili birimleri, özellikle yeni nesil yenilenebilir enerji teknolojilerinin (dalga enerjisi santralleri, kıyı ötesi rüzgar santralleri vs.) araştırma, geliştirme ve deneme amaçlı çalışmalarında da öncü olmalıdır. Bu amaçla, üniversitelerin yürütmekte olduğu çalışmaların finansmanı⁴⁴⁹ kadar, kamu ve özel kesimde araştırma yapan kişilerin birlikte çalışma ortamı bulduğu TÜBİTAK'ın da daha fazla desteklenmesi gerekmektedir. Böylece, toplumun farklı kesimleri (akademisyenler, girişimciler, bilim insanları vs.) arasındaki bilimsel ve teknik bilgi temelli iş birliği geliştirilebileceği gibi, parasal kaynakların daha etkin ve denetimli bir şekilde kullanımı da mümkün olabilecektir.

53-) Farklı kesimler arasındaki iş birliğinin geliştirilmesi noktasında, yenilenebilir enerji konusunda etkinlik gösteren farklı meslek örgütleri (RESSİAD, ALBİYOBİR, TJD, TÜREB vs.) arasında da daha yakın bir ilişkinin kurulması gerekmektedir. Bu bağlamda en uygun önerilerden biri, tüm bu örgütlerin tek bir

⁴⁴⁹ Finansman kaynakları olarak AB ve Dünya Bankası fonları örnek gösterilebilir. Bu fonlardan daha fazla yararlanabilmek için gerekli koşullara uygun projelerin gerçekleştirilmesinde, kurumlar arası bilgi paylaşımı ile iş birliği ve eş güdümün önemi de büyüktür.

oluşum altında toplanarak (**Türkiye Yenilenebilir Enerji Derneği** gibi), ilgili yapı içinde yenilenebilir enerji kaynaklarına göre farklı birimler oluşturulmasıdır.

Bu şekilde, karar verme süreci içerisinde siyasi yönetimler üzerinde baskı yaratabilecek, etkili bir lobi yapılanması ortaya çıkabilecektir. Ayrıca, bu tip bir yapılanmayla, örgüt kaynaklarının daha verimli kullanılması ile medya ve toplumla olan ilişkilerin daha etkin bir şekilde yürütülmesi de mümkün olabilecektir.

54-) Medya ve toplumla ilişkilerin geliştirilmesinden hareketle, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik eğitim ve tanıtım çalışmaları, söz konusu etkinlikler içerisinde öncelikli bir yere sahip olmalıdır. Özellikle, yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke ekonomisine ve çevreye olan katkılarının topluma daha iyi aktarılması açısından devletin ilgili birimleri kadar, yukarıda ifade edilen mesleki bir örgütlenmeye de gereksinim bulunmaktadır. İlgili kesimlerin yürüteceği bu çalışmaların yazılı ve görsel medyada daha fazla yer alması amacıyla basın-yayın kuruluşlarıyla ilişkiler geliştirilmelidir.

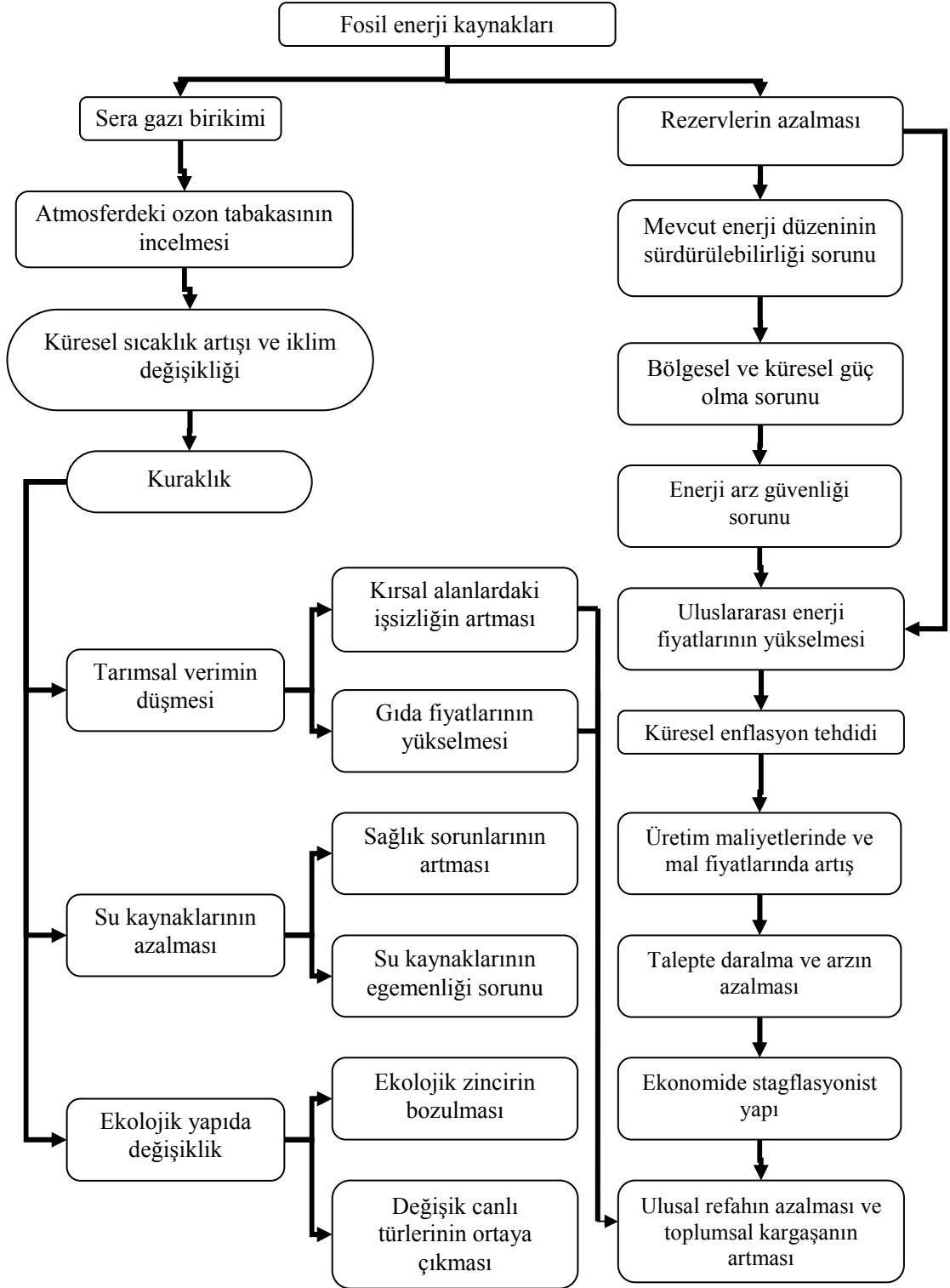
55-) Bu anlayış temelinde; medyanın ilgi duyacağı yenilenebilir enerji projeleri (ekolojik konut veya köylerin kurulması ve bu yerlere ziyaretler gerçekleştirilmesi), devletin televizyon ve radyo kanallarında konuyla ilgili programların yayınlanması, ETKB'nin internet sitesinde çocuklara yönelik ayrı bir internet sayfasının hazırlanması (ABD'de benzeri bir uygulama bulunmakta), ilköğretimden başlamak üzere tüm eğitim düzeylerinde yenilenebilir enerji konusunun seçmeli veya zorunlu ders olarak okutulması, mesleki ve teknik eğitim kurslarının düzenlenmesi gibi uygulamalar, Türkiye'de yenilenebilir enerji konusunun hem bireysel hem de toplumsal bilince yerleşmesi açısından yararlı olabilecek çalışmalardır.

SONUÇ

Son dönemde iki temel olgu; petrol ve doğal gaz kaynaklı uluslararası enerji fiyatlarındaki hızlı yükseliş ile atmosferdeki sera gazı birikiminin yarattığı etkiler, dünya kamuoyunda en sık tartışılan ve geleceğe yönelik kaygıları artıran konuların başında gelmektedir. Bu kaygılar ise, fosil enerji kaynaklarına dayalı sanayi düzeninin ekonomik açıdan sürdürülebilirliği ve ani küresel iklim değişikliğinin canlılar ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Şüphesiz ki, bu kaygılar ayrıntılı olarak incelendiğinde, ortaya çıkan tablonun çok ciddi boyutlara ulaştığı ve gelecek 15-20 yılda da bu olumsuz görünümün daha da derinleşeceği görülmektedir. Nitekim, 2020 ve 2030 yılları için yapılan öngörüler de, dünyadaki fosil kaynak kullanımının tüm enerji kaynakları içindeki payının azalmayacağı ve ağırlığını koruyacağı yönündedir. Böylece, fosil enerji kaynakları kullanımının mevcut ve olası etkilerine dönük zincirleme bir yapıyı ifade etmek de mümkün hale gelmektedir (Bkz. s. 300).

Bu yapıya göre; fosil enerji kaynaklarının çok boyutlu ve karmaşık bir etki alanı olabilmekte; bu kaynakların kullanımı ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan birçok sorunu da beraberinde getirebilmektedir. Ortaya konan bu değerlendirme ise, ağırlığını fosil kaynakların oluşturduğu enerji ve sanayi düzeninin her alanda yarattığı ve yaratmakta olduğu olumsuzlukları bilimsel verilerle ve açık bir şekilde gösterirken; Evren'in ve insanoğlunun geleceğinin de farklı bir zeminde sorgulanmasına neden olmaktadır.



Fosil enerji kaynaklarının söz konusu etki alanına karşın, yenilenebilir enerji kaynakları tam tersi bir etki alanına sahip olmaktadır. Bu kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazı miktarı çok daha düşük seviyelerde olmakta ve gerek ilk yatırım maliyetleri, gerekse üretim ve tesis işletme maliyetleri açısından birçok yenilenebilir enerji kaynağı (güneş-ısı sistemleri, rüzgar enerjisi, biyoyakıtlar, hidroelektrik enerji, jeotermal-ısı sistemleri) fosil kaynaklarla rekabet edebilir bir seviyeye ulaşmaktadır. Ayrıca, bu kaynakların hemen her ülkede belirli bir potansiyel düzeyinde bulunması da, ağırlığını yenilenebilir enerji kaynaklarının oluşturacağı bir enerji ve sanayi düzenini daha mümkün hale getirmektedir.

Şüphesiz, bu tür bir enerji düzeninin gelecek elli veya yüz yılda uygulamaya konması halinde, fosil enerji kaynaklarının hem insanlar ve diğer canlılar hem de Dünya için yaratmakta olduğu tehdidin önemli miktarda azalacağı düşünülebilir. Sadece ekolojik sistemin (ekosistemin) işleyişinin normale döneceği ve “fosil kaynak egemenliği” anlayışının son bularak bölgesel-küresel ekonomik ve siyasi istikrarın sağlanabileceği düşünüldüğünde, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına zaman geçirmeden ağırlık verilmesi ekonomik, siyasi, sosyal ve çevresel açıdan hiçbir kayba neden olmayacaktır.

Bununla birlikte, yenilenebilir enerji teknolojilerinde gelinen son durum da gelecek yıllar için umut verici niteliktedir. Özellikle, güneş enerjisinden elektrik üretimi, biyoyakıtların elektrik ve yakıt enerjisi amaçlı kullanımı, yenilenebilir kaynakların diğer fosil kaynaklarla veya hidrojen gazıyla birlikte değerlendirilebileceği karma enerji uygulamaları, ekonomik açıdan olduğu kadar çevresel yönden de olumlu etkilere sahiptir. Bu noktada, son dönemde biyoyakıt üretiminin gıda fiyatlarını artırıcı yönde etki yaptığı yönündeki eleştirilerin de haklılık düzeyinin sorgulanması gerekmektedir.

Bu bağlamda, gıda fiyatlarındaki artışta biyoyakıt üretiminin dışında, kuraklığın neden olduğu tarımsal verimlilik düşüşünün üretimdeki arz-talep dengesini olumsuz yönde etkilediği gerçeği unutulmamalıdır. Bununla birlikte; IMF, Dünya Bankası ve AB gibi bölgesel ve uluslararası oluşumların, özellikle

“gelişmekte olan” ve “az gelişmiş” olarak nitelendirilen ülkelere (Türkiye de dahil olmak üzere) yönelik yıllardır uygulmakta oldukları, tarım sektörüne desteği azaltan (hatta kaldıran) ve tarım dışı istihdamı teşvik eden politikaların, gıda fiyatlarındaki yükseliş sürecinin ana çıkış noktası olduğu da göz ardı edilmemelidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bu ve benzeri eleştirilerin (kaynakların yetersizliği, yüksek yatırım ve üretim maliyetleri vd.) bundan sonraki dönemde devam edeceği ve yenilenebilir enerjinin fosil enerjinin yerini almaması için birtakım uluslararası çıkar gruplarının (büyük petrol ve doğal gaz şirketleri, silah şirketleri, askeri şirketler) etkili çalışmalar sürdüreceği de açıktır. Ancak, uygulanmakta olan enerji düzeninin ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan sürdürülebilirliğini ve etkinliğini kaybetmeye başladığı ve bu durumu birçok ülke toplumunun hissettiği bir noktada, geleceğin enerji düzeninin yenilenebilir enerji merkezli olması kaçınılmaz olacaktır.

İşte bu gerçeğin farkında olan ve geleceğin yeni enerji düzenini şimdiden tasarlamaya başlayan AB ülkeleri (özellikle ekonomik gelişmişlik seviyesi yüksek olan Almanya, İngiltere, İspanya, İtalya ve Fransa gibi ülkeler), geleneksel sanayi-yoğun üretim modellerini Doğu ülkelerine (Çin, Hindistan, Doğu Avrupa, K.Afrika, Türkiye vd.) konumlandırmaya başlarken, kendi sınırları içerisinde yenilenebilir enerji temelli hizmet ve hafif sanayi (sermaye yoğunluğu ve çevreye olan zararlı etkileri daha az olan sanayi) sektörleri oluşturmaktadır.

Her ne kadar, 2020 ve 2030’lu yıllarda, AB’nin enerji tüketim yapısının ağırlık noktasını yine fosil kaynakların oluşturacağı öngörülse de, Birliğin yetkili birimlerinin yenilenebilir enerji konusundaki istikrarlı yaklaşımı, uygulanmakta olan teşvik-destek sistemleri ve yeni nesil yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik araştırma, geliştirme ve uygulama çalışmaları ile yatırımların artması, bu görünümün uzun dönemde değişeceğinin işaretleri olarak değerlendirilebilir.

Türkiye’de ise, yenilenebilir enerjinin geçmişten günümüze kadarki gelişim süreci incelendiğinde, ortaya çıkan tablonun AB ile birtakım benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Genel olarak bu benzerlikler; yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payının düşüklüğü ve enerjide dışa bağımlılığın her geçen yıl artmasıyla ilgili olmaktadır.

Buna karşın, özellikle ekonomik açıdan gelişmiş AB ülkelerinin öncülüğünde yenilenebilir enerji konusunda bir vizyon oluşturulmakta; bu vizyonun ortak bir paylaşım aracı olmasını sağlayacak ve bu vizyonu finansal ve teknolojik bakımdan destekleyecek çalışmalara önem verilmektedir. Türkiye’nin konuyla ilgili yaklaşımının ise, sadece AB’ye tam üyelik çerçevesi içinde şekillendiği görülmektedir.

Böyle bir durum bile, yenilenebilir enerji potansiyeli açısından AB ortalamalarının üzerinde olan Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması için önemli bir fırsat yaratırken, konunun siyasi iktidarlar ve devletin ilgili birimleri tarafından henüz “içselleştirilmemiş” olması da gelecek nesiller açısından sorun yaratıcı bir yaklaşımdır. Bu nedenle, Türkiye’de yenilenebilir enerji gelişiminin önündeki birçok sorunun çözümünde (finansman, teknolojik, eğitimsel vd.) ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dönük yatırımların hızlandırılmasında kabul edilmesi gereken temel hareket noktası, devletin ilgili birimlerinin ve siyasi iktidarların konuyla ilgili sistematik ve bilimsel bir yaklaşıma sahip olmasıdır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının geleceğine yönelik ilgili kişi, kurum ve kuruluşların birlikte yapacakları çalışmalar siyasi bir iradeyle desteklenmeli; ülke gerçekliklerine ve uluslararası gelişmelere uygun, konunun ekonomik, sosyal, siyasi ve çevresel tüm boyutlarını dikkate alan bir yenilenebilir enerji politikası oluşturularak en kısa zamanda uygulamaya konmalıdır.

Bunun gerçekleşmemesi durumunda, sadece AB düzgülerine uyum doğrultusunda yapılacak çalışmalar, yenilenebilir enerji politikalarında sürekliliğin sağlanmasına zarar vermeyecek; aynı zamanda, ülkenin ekonomik ve siyasi bağımsızlığına yönelik olumsuz algılamaları da pekiştirecek ve birçok alanda olduğu

gibi yenilenebilir enerji alanında da Türkiye'nin diğer ülkelerle arasındaki gelişmişlik farkını artıracaktır.

KAYNAKLAR

“AB’nin Yeni Enerji Stratejisi: Tasarruf ve Yenilenebilir Enerji”, **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007.

ABBASİ, S.A. ve ABBASİ, Naseema., **Renewable Energy Sources and Their Environmental Impact**, Prentice Hall of India, India, 2004.

ACAROĞLU, Mustafa., “Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Uygulamaları, Gelecek Senaryoları ve Beklentiler”, (*Biyoenerji 2004 Sempozyumu - 20-22 Ekim 2004, İzmir*), <http://www.biodieselturk.com/izmir2004-Biyokutlepotansiyel.pdf>, (Erişim Tarihi: 18.03.2008).

ADALIOĞLU, Ulvi., “Nükleer Enerji Opsiyonunun Güvenliği”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

AFACAN, Tamer., “Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel”, (*Avrupa Birliği Sürecinde Biyodizel Sempozyumu - 16.12.2005, Ankara*), http://www.albiyobir.org.tr/files/img_etk/05-1612-albiyobir.ppt#1, (Erişim Tarihi: 21.04.2008).

AKALIN, Atilla., “Dünya’da Rüzgar Enerjisi Kaynak Potansiyeli”, www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/yayinlar/bilimsel/tureb/Ruz-Enj-PotansiyeliveKullanimHedefleri.pdf, (Erişim Tarihi: 06.12.2007).

AKDEMİR, Özay ve GÜNGÖR, Ali., "Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri; Verimlerini Artırmak İçin Geliştirilen Çevrimler", **TMMOB Makina Mühendisleri Odası (MMO) 5. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongre ve Sergisi (03-06.10.2001, İzmir) Bildiri Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 2001.

ALEMDAROĞLU, Nusret., **Enerji Sektörünün Geleceği, Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar**, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2007-29, İstanbul, 2007.

ALNIAK, M. Oktay., “Kontrol Edilebilen Gücün Yararı”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

ALTAŞ, Gökben., “İslami Finans Sistemi”, **Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği (TSPAKB) Sermaye Piyasasında Gündem dergisi**, Yıl: 8, Sayı: 69, Mayıs 2008.

“Alternatif Kaynaklar Değerlendirilmiyor”, **Kayseri Sanayi Odası Kayso Bilgi dergisi**, Ocak-Şubat 2007, Sayı: 67.

ALTUNTAŞOĞLU, Zerrin Taç., “Yenilenebilir Enerji, Avrupa Birliği ve Türkiye Müktesebatı”, **TMMOB V. Enerji Sempozyumu (21-23.12.2005, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB EMO Yayınları, Ankara, 2005.

APAK, Günay ve UBAY, Bahar (Ed.), **Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi**, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara, 2007.

APAN, Ahmet., “Türkiye’de İç Göç Olgusu: Nedenler ve Sonuçlar 1”, **Yerel Yönetim ve Denetim dergisi**, Cilt: 11, Sayı: 5, Mayıs 2006.

ARIN, Selçuk ve AKDEMİR, Serap., “Seralarda Doğal Gazın Isıtma Amacıyla Kullanılabilirliği”, **Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar dergisi**, B Serisi, Cilt: 3, No: 1, 2002.

ARKİN, William M., “War with Iran ? That Will Be for the Next President”, **The Washington Post** (01.05.2008), http://blog.washingtonpost.com/earlywarning/2008/05/war_with_iran_that_will_be_for_1.html#more, (Erişim Tarihi: 08.05.2008).

ARSLAN, E. Işıl, ASLAN, Sibel ve TOPAL, Murat., “Biyokütlenin Enerjiye Dönüştürülmesi” (Ed. : Ahmet ÖZTOPAL ve Zekai ŞEN), **1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - TİKDEK 2007 (11-13.4.2007, İstanbul) Bildiri Kitabı**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2007.

ASIKAINEN, Antti vd., “Forest Energy Potential in Europe (EU-27)”, **Working Papers of the Finnish Forest Research Institute**, No: 69, Helsinki, 2008.

ATIMTAY, Aysel T. ve TOPAL, Hüseyin., “Türkiye’de Biyokütleden Temiz Enerji Eldesinin Araştırılması”, (TÜBİTAK Projesi), <http://basarioykuleri.tubitak.gov.tr/dokuman/sunum/poster18.ppt>, (Erişim Tarihi: 19.03.2008).

AYHAN, Mustafa., “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **Termodinamik dergisi**, Yıl: 15, Sayı: 176, Nisan 2007.

BAŞOL Koray., **Türkiye Ekonomisi**, Anadolu Matbaası, İzmir, 2001, (7. Baskı).

BAYDOĞAN, Nilgün., “Endüstriyel ve Ekonomik Gelişmede Nükleer Teknolojinin Etkisi”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

BAYER, Yalçın., “Çevreciler Babacan’dan Nefret Edebilir”, **Hürriyet gazetesi** (17.10.2004).

BAYKARA, Sema Z., “İklim Değişikliği, Alternatif Enerji Seçenekleri ve Nükleer Enerji”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

BELYAEV, Lev S. vd., **World Energy and Transition to Sustainable Development**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands), 2002.

BERGA, Louis vd., **Dams and Reservoirs, Societies and Environment in the 21 st Century**, Published by Taylor & Francis / Balkema, The Netherlands, 2006.

BİLGİN, Mert., **Avrasya Enerji Savaşları**, IQ Kültür Sanat Yayıncılık, İstanbul, 2005.

BERTANİ, Ruggero., “World Geothermal Generation 2001-2005: State of the Art”, s. 1-11, *Proceedings World Geothermal Congress 2005 (24-29.4.2005 Antalya, Türkiye)*, <http://geothermal.stanford.edu/pdf/WGC/2005/0008.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2007).

BİLGİN, Ü.Tolga., “Rüzgar Daha Cazip Kılınmalı”, <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php>, (Erişim Tarihi: 15.05.2008).

BİLGİN, Ü.Tolga., “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sorunları” (*İstanbul 6. Enerji Arenası- 09.03.2007, İstanbul*) <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php>, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

“Biyodizel Mevzuatı”, **Biyoyakıt Dünyası dergisi**, Yıl 3, Sayı: 12, Kasım 2007.

British Petroleum (BP)., **Statistical Review of World Energy 2007**, Beacon Press, London, 2007.

BROWN, Robert C., **Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture**, Iowa State Press, Iowa, 2003.

BULUT, Nadi., “Hidroelektrik Perspektifinden Türkiye ve AB Politikalarına Bakış”; <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php>, (Erişim Tarihi: 15.05.2008).

CALLE, Frank Rosillo, BAJAY, Sergio V. ve ROTHMAN, Harry., **Industrial Uses of Bioenergy: The Example of Brazil**, Published by Taylor & Francis Inc., London, 2000.

CALLE, Frank Rosillo., **The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment**, Published by Earthscan Ltd., UK, 2007.

CHANDRASEKHARAM, D. ve BUNDSCHUH, J., “The Geothermal Potential of the Developing World”, (Ed. : D. CHANDRASEKHARAM ve J. BUNDSCHUH), **Geothermal Energy Resources for Developing Countries**, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002.

COLBURN, Bruce K., “Working Overseas on Energy Management Projects: Cultural and Financial Considerations”, (Ed.: Joyce WELLS), **Solutions for Energy Security & Facility Management Challenges**, Fairmont Press, USA, 2002.

ÇAĞLAR, Yücel., “Enerji Ormanlığı”, **EMOENERJİ Toplumsal Haber ve Araştırma dergisi**, Sayı: 3, Ekim 2007.

ÇINAR Mehmet Aytaç ve KUYUMCU, Feriha Erhan., “Elektrik Enerjisi Üretimi ve Tüketiminin Küresel Isınmaya Etkileri ve Alınması Gereken Önlemler”, (Ed. : Ahmet ÖZTOPAL ve Zekai ŞEN), **1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - TİKDEK 2007 (11-13.4.2007, İstanbul) Bildiri Kitabı**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2007.

ÇINAR, Mehmet Ali., “Canlı Hayatın En Büyük Sorunu Olan İklim Değişikliği ve Çözüm Yolları”, (Ed. : Ahmet ÖZTOPAL ve Zekai ŞEN), **1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - TİKDEK 2007 (11-13.4.2007, İstanbul) Bildiri Kitabı**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2007.

ÇOLAK, İlhami vd., “Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı”, (*TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu - 19-21.10.2005, Mersin*), http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/cc980b0f894bd0c_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 13.04.2008).

DAYDAY, Necmi., “Nükleer Teknoloji ve Uluslararası İlişkiler”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

DEMİRBAŞ, Ayhan., “Turkey’s Renewable Energy Policy”, **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects**, Volume: 28, Issue: 7, June 2006.

DICKSON Mary H. ve FANELLI, Mario., “What is Geothermal Energy ?”, <http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php> (International Geothermal Association), (Erişim Tarihi: 18.12.2007).

DREYFUSS, Robert., “The Thirty-Year Itch”, (01.01.2003), http://www.motherjones.com/news/feature/2003/03/ma_273_01.html, (Erişim Tarihi: 15.10.2007).

DÜNDAR, Cihan vd., **Türkiye Rüzgar Atlası**, DMİ Yayınları, Yayın No: 2002/4, Ankara, 2002.

DÜNDAR, Cihan., “Rüzgar Enerjisi ve Türkiye Rüzgar Atlası”, www.atmosfer.itu.edu.tr/atmos2003/bildiriler/431.pdf, (Erişim Tarihi: 14.03.2008).

EGE, A.Yavuz., **Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’nin Uyumu**, UPAV Yayınları, Ankara, 2004.

ELER, Levent., *AB’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Yansımaları Konferansı-3* (19.09.2003), Ankara: **UPAV**, Ankara, 2003.

ELLIOTT, David., **Energy, Society and Environment**, Routledge Publications, New York, 2003, (Second Edition).

“Enerji Enstitüsü AB Projeleri ve Avrupa Hidrojen-Yakıt Pili Teknoloji Platformu”, (AB 7. Çerçeve Programı Türkiye Forumu: Ulusal Açılış Konferansı – 12-13 Şubat 2007, Ankara), <http://uko.tubitak.gov.tr/ToplantıDokumanlari/72fc183b-6c56-426e-af7a-8e4c937fa9f3.pdf>, (Erişim Tarihi: 04.04.2008).

Enex & Geyser Green Energy., “Geothermal Utilization in Europe”, January 2008, http://www.idnadarraduneyti.is/media/frettir/080119_Geothermal_Europe_memo_, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

ENİŞ, Ahmet., “Enerji Politikaları; Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, **TMMOB Türkiye 5. Enerji Sempozyumu (21-23.12.2005, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 2005.

European Commission (EC)., **Electricity from Renewable Energy Sources: Encouraging Green Electricity in Europe**, Published by EC DGET, Belgium, 2004.

European Commission General-Directorate Energy and Transport (EC DGET)., **Concentrating Solar Power: From Research to Implementation**, European Communities Publications, Belgium, 2007.

European Geothermal Energy Association (EGEC)., **Geothermal Electricity and Combined Heat & Power**, EGEC Publications, Brussels, 2007.

European Renewable Energy Council (EREC) ve Greenpeace., **Enerji D(e)vrimi: Sürdürülebilir Bir Dünya İçin Enerji Yol Haritası**, (Türkçe Çeviri), <http://www.greenpeace.org/turkey/press/reports/enerji-devrimi-raporu>, (Erişim Tarihi: 25.11.2007).

European Renewable Energy Council (EREC)., **Renewable Energy in Europe: Building Markets and Capacity**, Published by James&James Ltd., London, 2004.

European Renewable Energy Council (EREC)., **Renewable Energy Scenario to 2040**, EREC Publications, Brussels, 2004.

European Wind Energy Association (EWEA) ve European Commission General-Directorate Energy and Transport (EC DGET) , **Wind Energy: The Facts**, EWEA Publications, Brussels, 2004.

European Wind Energy Association (EWEA)., **Delivering Offshore Wind Power in Europe: Policy Recommendations for Large-Scale Deployment of Offshore Wind Power in Europe by 2020**, EWEA Publications, Brussels, 2007.

FANCHI, John., **Energy in the 21st Century**, World Scientific Publishing, New Jersey, 2005.

FORSEN, Martin., “Three Important E’s: Energy-Environment-Efficiency”, *Briefing of 24.01.2008, Center for Renewable Energy Sources (CRES), Greece*, http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/GROUND_REACH/9%20M.%20Forsen,%20SVEP.pdf, (Erişim Tarihi: 16.03.2008).

GAWELL, Karl ve GREENBERG, Griffin., “2007 Interim Report Update on World Geothermal Development”, <http://www.geoenergy.org/publications/reports/GEA%20World%20Update%202007.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.12.2007).

GOEL, Malti., **Energy Sources and Global Warming**, Allied Publishers, New Delhi, 2005.

GOSWAMI, D. Yogi, KREITH Frank ve KREIDER, Jan F., **Principles of Solar Engineering**, Taylor & Francis Publications, Philadelphia, 2000, (Second Edition).

GRABL, H. vd., **World in Transition: Toward Sustainable Energy Systems**, Published by Earthscan Ltd., UK, 2004.

Greenpeace ve European Wind Energy Association (EWEA)., **Wind Force 12**, EWEA Publications, Brussels, 2005.

GRUBB, Michael ve MEYER, N.I., **Renewable Energy: Sources and Electricity**, Island Press, Washington, 1993.

GRUBB, Michael., **Renewable Energy Strategies for Europe**, Earthscan Publications Ltd., London, 1997.

GÜLER, Cengiz ve AKGÜL, Mehmet., “Enerji Üretiminde Odun ve Tarımsal Artıkların Değerlendirilmesi”, **TMMOB MMO Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi (12-13.10.2001, Kayseri) Bildiriler Kitabı**, TMMOB MMO Yayınları, Kayseri, 2001.

“Güler’den Yenilenebilir Enerjiye Çağrı”, **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007.

GÜLŞEN, Sedat., “Türkiye Enerji Sektöründe Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu”, (Ed. : İsmail H. KARAMENDERESİ, Hikmet YAVAŞ ve Mustafa GÖRGÜN), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001.

GÜNER, Sıtkı ve ALBOSTAN, Ayhan., “Türkiye’nin Enerji Politikası”, **TMMOB EMO IV. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (31.10.-02.11.2007, Gaziantep) Bildiriler Kitabı**, EMO Yayınları, Gaziantep, 2007.

GÜRBÜZ, Atilla., “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 (UPAV)**, Ankara, 2003.

GÜVEN, Şevki Y., ÜÇGÜL, İbrahim ve ŞENOL, Ramazan., “Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi”, **Mühendis ve Makina dergisi**, Cilt: 45, Sayı: 533, Aralık 2004.

HARGREAVES, Steve., “Al Gore’s \$ 100M Climate Ad Blitz”, (12.10.2007), http://money.cnn.com/2007/10/12/news/economy/energy_consumption/index.htm?postversion=2007101209 , (Erişim Tarihi: 21.10.2007).

HAU, Erich., **Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Applications, Economics**, Springer Publications, Berlin, 2006, (Second Edition).

HILGENKAMP, Kathryn., **Environmental Health: Ecological Perspectives**, Jones and Bartlett Publishers, Massachusetts, 2005.

International Energy Agency (IEA)., **Renewable Energy: RD&D Priorities**, IEA Publications, Paris, 2006.

International Energy Agency (IEA)., **Renewables for Heating and Cooling**, Renewable Energy Technology Deployment Publications, Paris, 2007.

International Energy Agency (IEA)., **Renewables in Global Energy Supply**, IEA Publications, Paris, 2007.

International Energy Agency (IEA)., **World Energy Outlook 2001**, IEA Publications, Paris, 2001.

International Energy Agency., **Key World Energy Statistics 2007**, IEA Publications, Paris, 2007.

International Energy Agency., **Renewable Energy: Market & Policy Trends in IEA Countries**, IEA Publications, Paris, 2004.

International Energy Agency., **Renewables for Power Generation**, IEA Publications, Paris, 2003.

International Energy Agency., **World Energy Outlook 2005**, IEA Publications, Paris, 2005.

İLKKARACAN, Pınar ve İLKKARACAN, İpek., **Bilanço 98: 75. Yılda Köylerden Şehirlere**, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 1998.

İNAN, Afet., **Devletçilik İlkesi ve Türkiye Cumhuriyeti'nin Birinci Sanayi Planı 1933**, Türk Tarih Kurumu Yayınları, XVI. Seri, Sayı: 14, Ankara, 1972.

JACKSON, Tim., **Power in Balance: Energy Challenges for the 21st Century**, Friends of the Earth Publications, London, 1997.

JÖRB, Wolfram vd., **Decentralised Power Generation in the Liberalised EU Energy**, Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 2003.

KARA, Meltem., "Türkiye'nin İlk Çevreci Evi", **Hürriyet gazetesi-Hürriyet Emlak Yaşam Eki** (13.12.2007).

KARAMENDERESİ, İsmail H., "Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Yasa Sorunları", (Ed. : İsmail H. KARAMENDERESİ, Hikmet YAVAŞ ve Mustafa GÖRGÜN), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001.

KARAOSMANOĞLU, Filiz., "Türkiye için Çevre Dostu - Yenilenebilir Bir Yakıt Adayı : Biyomotorin", **Kojenerasyon dergisi**, Sayı: 10, Nisan 2002.

KARLUK, Rıdvan., **Avrupa Birliği ve Türkiye**, Beta Yayınları, İstanbul, 2005.

KILIÇ, Nurel., **Dünyada ve Türkiye’de Enerji Sektörüne Bakış ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin İrdelenmesi**, İzmir Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 56, İzmir, 1998.

KJAER, Christian., “Taking Control of Our Energy Future”, **Journal of EU Power**, Issue: 2, 2006.

KOLLER-KREİMEL, Veronika., “Role of Hydropower in Austria”, (*CIS Workshop: WFD&Hydropower, Berlin, 04-05.06 2007*), http://www.ecologic-events.de/hydropower/documents/koller_kreimel.pdf, (Erişim Tarihi: 26.03.2008).

LUMIJARVI, Aleksii., “Supporting Renewable Energy Sources in Electricity Production: Experiences from the EU”, <http://www.ccad.ws/documentos/talleres/2006/VIIIncentivos/15-02/Incent>, (Erişim Tarihi: 10.03.2008).

LUND, John W., “Introduction to Geothermal Heat Pumps”, (Ed. : D. CHANDRASEKHARAM ve J. BUNDSCHUH), **Geothermal Energy Resources for Developing Countries**, Taylor&Francis Publications, Philadelphia, 2002.

LUND, John W., FREESTON, Derek H. ve BOYD, Tonya L., “World-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2005”, *Proceedings World Geothermal Congress 2005 (24-29.4.2005 Antalya, Türkiye)*, <http://geothermal.stanford.edu/pdf/WGC/2005/0007.pdf>, (Erişim Tarihi:14.12.2007).

McGOWAN, Francis., **European Energy Policies in a Changing Environment**, Printed by Physica-Verlag Co., Germany, 1996.

MENDONÇA, Miguel., **Feed-in-Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy**, Cromwell Press, UK, 2007.

MOON, Angela., “Oil Spikes to Record above \$ 99 on Dolar, US Chill”, (21.11.2007), <http://africa.reuters.com/wire/news/usnSP107079.html>, (Erişim Tarihi: 21.11.2007).

MORRİS, Neil., **Biomass Power**, Smart Apple Media, Minnesota, 2006.

Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği (MÜSİAD)., **Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği**, Araştırma Raporu: 49, Tavas Matbaacılık, 2006.

NOWAK, Stefan., “R&D Needs in Solar Photovoltaic Energy Conversion”, http://www.iea.org/Textbase/work/2005/renewable/Session2/PVPSIA_SN.pdf, (Erişim Tarihi: 02.12.2007).

OLAH, George A., GOEPPERT, Alain ve PRAKASH, G. K. Surya., **Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy**, Wiley-VCH Publications, 2006, (First Edition).

ONBAŞIOĞLU, Seyhan., “Neden Yenilenebilir Enerji ?”, **Termodinamik dergisi**, Yıl: 14, Sayı: 128, Ekim 2005.

ÖĞÜT, Hüseyin., “Enerji Güvenliğinin Sağlanmasında Biyoyakıtların Rolü”, (*TMMOB EMO İç Anadolu Bölgesi Enerji Forumu - 29.6.2007, Nevşehir*), http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/5a01195b62ec393_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 20.12.2007).

ÖZAKAT, Ergün., “Yenilenebilir Enerji Güneş, Rüzgar, Jeotermal Kaynaklarının Yaygın Kullanıma Açılabilmesi için Anayasa Değişikliği Önerisi”, (Ed. : İsmail H. KARAMENDERESİ, Hikmet YAVAŞ ve Mustafa GÖRGÜN), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001.

ÖZBAŞ, Emin., “Nükleer Santraller ve Çevre İlişkileri”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

ÖZDAMAR, Aydoğan., “Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Rüzgar Enerjisi”, **TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) İzmir Şube Bülteni**, Yıl: 17, Sayı: 179, Nisan 2005.

ÖZGENER, Önder., “Türkiye’de ve Dünya’da Rüzgar Enerjisi Kullanımı”, **Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik dergisi**, Cilt: 4, Sayı: 3, Ekim 2002.

ÖZÜDOĞRU, Süleyman ve BABÜR, Emre., “Jeotermal Enerji Arama ve İşletme Sorunları”, (Ed. : İsmail H. KARAMENDERESİ, Hikmet YAVAŞ ve Mustafa GÖRGÜN), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001.

PALA, Cenk., **20.Yüzyılın Şeytan Üçgeni (ABD-Petrol-Dolar)**, Kavram Yayınları, İstanbul, 1996.

PAMİR, Necdet., “Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler”, **Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Türkiye 5. Enerji Sempozyumu (21-23.12.2005, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 2005.

PAMİR, Necdet., “Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, **TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Metalurji dergisi**, Yıl: 22, Sayı: 134, Temmuz 2003.

PATEL, Mukund R., **Wind and Solar Power Systems**, CRC Press, USA, 1999.

PERERA, Oshani., HIRSCH, Stephen ve FRIES, Peter., **Switched on: Renewable Energy Opportunities in the Tourism Industry**, UN Publications, USA, 2003.

PLUNKETT, Jack W., **Plunkett's Renewable, Alternative & Hydrogen Energy Industry Almanac 2006**, Plunkett Research Ltd., Texas, 2005.

“Politik İrade Yenilenemiyor”, **Enerji Aylık Haber ve Araştırma dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007.

PONTES, Maria T. vd., “The European Wave Energy Resource”, (*3rd European Wave Energy Conference – 30.09-02.10.1998, Greece*), <http://www.wave-energy.net/Library/WaveEnergyBrochure.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.03.2008).

QUASCHNING, Volker., **Understanding Renewable Energy Systems**, Earthscan Publications, UK, 2005.

“Rüzgar Daha Cazip Kılınmalı”, **Enerji dergisi**, Yıl: 12, Sayı: 2, Şubat 2007.

SANALAN, Yalçın., *AB'nin Enerji Politikaları ve Türkiye'ye Yansımaları Konferansı-3* (19.09.2003), Ankara: **Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı (UPAV)**, Ankara, 2003.

SARAÇOĞLU, Nedim., “Biyokütlenin Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi”, **TMMOB IV. Enerji Sempozyumu (10-12.12.2003, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB EMO Yayınları, Ankara, 2003.

SARAÇOĞLU, Nedim., “Enerji Ormancılığı Projelerinin Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları”, **TMMOB Türkiye 1.Enerji Sempozyumu (12-14.12.1996, Ankara) Bildiriler Kitabı**, TMMOB Yayınları, Ankara, 1996.

SATMAN, Abdurrahman., “Türkiye, Enerjide Dışa Bağımlıdır”, **TİSK İşveren dergisi**, Cilt: 45, Sayı: 6, Mart 2007.

SCHELLNHUBER, Joachim., **World in Transition: Conservation and Sustainable Use of the Biosphere**, Published by Earthscan, UK, 2001.

SCHOBERT, Harold H., **Energy and Society: An Introduction**, Taylor&Francis Publications, New York, 2002.

SMEETS, Edward M.W. vd., “A Bottom-up Assessment and Review of Global Bio-energy Potentials to 2050”, **Progress in Energy and Combustion Science**, Volume: 33, Issue: 1, February 2007.

SÖKMEN, Cemal Niyazi., “Yeni Nesil Reaktörler: Tasarım Kriterleri”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

ŞÚRI, Marcel vd., “Potential of Solar Electricity Generation in the European Union Member States and Candidate Countries”, **Journal of Solar Energy**, Volume: 81, Issue: 10, 2007.

ŞEN, Zekai., **Temiz Enerji ve Kaynakları**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2002.

ŞİMŞEK, Güntay., “Hükümet YEK’ten Kaçıyor”, **Sabah gazetesi** (09.04.2005).

ŞİMŞEK, N. Esra., “Deniz Akımları Enerjisi ve Türbinleri”, (*TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu* (19-21.10.2005, Mersin), http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/ecff5455677b38d_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 04.01.2008).

ŞİMŞEK, Nevzat., “Enerji Sorununun Çözümünde Jeotermal Enerji Alternatifi”, **Ekoloji Çevre dergisi**, Cilt: 8, Sayı: 29, Ekim-Aralık 1998.

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT) Avrupa Birliği ile İlişkiler Genel Müdürlüğü., **Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne Katılım Sürecine İlişkin 2004 Yılı İlerleme Raporu ve Tavsiye Metni**, DPT Yayınları, Ankara, 2004.

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT), **7. Beş Yıllık Kalkınma Programı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2441, Mayıs 1996.

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT)., **8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu**, DPT Yayını, Yayın No: 2609, Ankara, 2001.

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT)., **Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983)**, DPT Yayını, Yayın No: 1664, Ankara, 1979.

T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı (DTM) Avrupa Birliği Genel Müdürlüğü., **Avrupa Birliği ve Türkiye**, DTM Yayınları, Ankara, 2007.

“T.C. Başbakanlık DPT Müsteşarlığı 9. Kalkınma Planı (2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Ham Maddeleri Alt Komisyonu Çalışma Grubu Raporu”, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>, (Erişim Tarihi: 20.04.2008).

T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)., **İstatistik Göstergeler 1923-2006**, TÜİK Yayınları, Yayın No: 3114, Ankara, 2007.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, **Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**, (Türkçe Basım), T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, Ağustos 2004.

“Tersinmezliklerinin İncelenmesi”, **MMO Tesisat Mühendisliği dergisi**, Sayı: 88, 2005.

The Statistical Office of the European Communities (Eurostat)., **Energy Yearly Statistics 2005**, Eurostat Statistical Books, Luxembourg, 2007.

The Statistical Office of the European Communities (Eurostat), **Energy Monthly Statistics**, Eurostat Statistical Books (Issue number 1/2008), Luxembourg, 2008.

TOFFLER, Alvin., **Üçüncü Dalga**, (çev: Ali SEDEN), Altın Kitaplar Basımevi, İstanbul, 1996.

TOMBAKOĞLU, Mehmet., “Nükleer Santrallerde Enerji Üretimi ve Personel Eğitimi”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi (TASAM)**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

TONUS, Özgür., “Genişleyen Avrupa Birliği’nin Enerji Politikaları ve Türkiye”, <http://paribus.tr.googlepages.com/tonus.doc>, (Erişim Tarihi: 10.02.2008).

TROEN, I. ve PETERSEN, E.L., **European Wind Atlas**, Published by Riso National Laboratory, Roskilde (Denmark), 1989.

TUĞRUL, A.Beril., “Türkiye’nin Nükleer Enerji Seçeneği”, *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi Semineri* (27.07.2006), İstanbul: **TASAM**, Yayın No: 25, İstanbul, 2006.

Türkiye Çevre Vakfı (Türkiye Çevre Vakfı)., **Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Yayın No: 175, Önder Matbaacılık, Ankara, 2006.

Türkiye Çevre Vakfı (TÇV)., **Kyoto Protokolü ve Türkiye**, Yayın No: 172, Önder Matbaacılık, Ankara, 2005.

Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD), **21.Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi**, TÜSİAD Yayınları, Yayın No: TÜSİAD-T/98-12/239, 1998.

“Ulusal Yakıt, Biyodizel”, **Enerji Dünyası dergisi**, Sayı: 57, Kasım 2007.

“Uluslararası Enerji Stratejisi Oluşturulmalı”, **Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK) İşveren dergisi**, Cilt: 45, Sayı: 4-5, Ocak-Şubat 2007.

United Nations (UN) Department of Economic and Social Affairs, **Increasing Global Energy Demand Market Share: Recent Trends and Perspectives**, UN Publications, New York, 2005.

United Nations (UN) Food and Agricultural Organisation (FAO), **Review of World Water Resources by Country: Water Report 23**, FAO Publications, Rome, 2003.

United States Congress Office of Technology Assessment., **Changing by Degrees: Steps to Reduce Greenhouse Gases**, US Government Printing Office, Washington, 1991.

URAS, Güngör., “Etanol Sevdasından Hububat ve Diğer Gıda Maddesi Fiyatları Artıyor”, **Milliyet gazetesi** (25.12.2007).

UYAR, Tanay Sıdkı., “Güçlenen Rüzgar Gelecek On Yılın Enerjisi”, **EMO Elektrik Mühendisliği dergisi**, Sayı: 407, Ocak 2001.

UYAR, Tanay Sıdkı ve SAĞLAM, Mustafa., “Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”, (*TMMOB EMO III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu - 19-21.10.2005, Mersin*),

http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 04.01.2008).

ÜÇGÜL, İbrahim, ACAR, Mustafa ve KOYUN, Tansel., “Jeotermal Buhar Enjektörlü Soğutma Sistemi Tersinmezliklerinin İncelenmesi”, **MMO Tesisat Mühendisliği dergisi**, Sayı: 88, 2005.

ÜÇGÜL, İbrahim, ŞENOL, Ramazan ve ACAR, Mustafa., “Güneş Pillerinin Dünü, Bugünü ve Geleceğe Bakış”, **Mühendis ve Makina dergisi**, Cilt: 47, Sayı: 560, Eylül 2006.

ÜLGEN, Koray, ÇALIŞ, A. İsmet ve KANDİLLİ, Canan., “Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Yeni AB Direktifi (2001/77/EC)”, **Soğutma Dünyası dergisi**, Yıl: 8, Sayı: 31, Ekim-Aralık 2005.

“Ülkemiz Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji”, **Su Dünyası dergisi**, Sayı: 39, Ekim 2006.

ÜLTANIR, Mustafa Özcan., “AB Müzakere Kapısı Açıldı da Enerji Yolu Nasıl Görünüyor”, <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php>, (Erişim Tarihi: 15.05.2008).

VEZİROĞLU, Nejat ve BARBİR, Frano., **Hydrogen Energy Technologies**, UNIDO Publications, Vienna, 1998.

World Energy Council (WEC)., **2007 Survey of Energy Sources**, WEC Publications, London, 2007.

“Yenilenebilir Enerji Türkiye’nin Çıkış Yolu”, **Kayseri Sanayi Odası Kayso dergisi**, Sayı: 67, Ocak-Şubat 2007.

“Yenilenebilir Enerji ve Türkiye”, **Su Dünyası dergisi**, Sayı: 31, Şubat 2006.

YILMAZER, Servet., “İzmir İli Jeotermal Enerji Alanlarının Önemi”, (Ed. : İsmail H. KARAMENDERESİ, Hikmet YAVAŞ ve Mustafa GÖRGÜN), **Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Anadolu Matbaacılık, İzmir, 2001.

3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun.

4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu.

5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu.

5067 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Fransa Cumhuriyeti Hükümeti Arasında Nükleer Enerjinin Barışçıl Amaçlı Kullanımı İçin İşbirliği Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun.

5068 sayılı Türkiye Cumhuriyeti ile Amerika Birleşik Devletleri Arasında Nükleer Enerjinin Barışçıl Kullanımına İlişkin İşbirliği Anlaşması ve Eki Mutabakat Zaptının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun.

5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun.

5479 sayılı Gelir Vergisi Kanunu.

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu.

5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun.

Benzin Türlerine Harmanlama Amaçlı Yakıt Biyoetanolünün Piyasaya Arzı Hakkında Tebliğ.

Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği Rüzgar ve Güneş Ölçümlerine İlişkin Tebliğ.

Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik.

İnternet Erişimleri:

Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği (ALBİYOBİR)., <http://www.albiyobir.org.tr/>

Australian Uranium Association Uranium Information Centre (UIC), <http://www.uic.com.au/>

Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim şirketi (BOTAş)., <http://www.botas.gov.tr/>

British Petroleum (BP)., <http://www.bp.com/>

BTC Proje Direktörlüğü., <http://www.btc.com.tr/>

BTM Consult., <http://www.btm.dk/>

Citigroup., <http://www.citi.com/citigroup/>

Dokuz Eylül Üniversitesi Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (JENARUM)., <http://www.eng.deu.edu.tr/jenarum/>

Dumlupınar Üniversitesi Alternatif Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi (ALTEK)., <http://altek.dpu.edu.tr/>

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK)., <http://www.dektmk.org.tr/>

Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü., <http://egeweb.ege.edu.tr/>

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

Elektrik Üretim Anonim şirketi (EÜAş)., <http://www.euas.gov.tr/>

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)., <http://www.epdk.gov.tr/>

Environmental and Energy Study Institute (EESI), <http://www.eesi.org/>

Ernst&Young Global., <http://www.ey.com/global/>

European Biomass Association - Association Européenne pour la Biomasse (AEBIOM), www.aebiom.org/

European Biomass Industry Association (EUBIA)., <http://www.eubia.org/>

European Commission (EC)., <http://ec.europa.eu/>

European Commission Directorate-General Energy and Transport (EC DGET)., http://www.ec.europa.eu/dgs/energy_transport/

European Environment Agency (EEA)., www.eea.europa.eu/

European Islands Network on Energy & Environment., <http://www.europeanislands.net/>

Gazi Üniversitesi Otomotiv, Bilim ve Teknoloji Topluluğu., <http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/>

General Electric (GE) Energy., <http://www.gepower.com/>

German Wind Energy Association (BWE)., <http://www.wind-energie.de/>

Global Wind Energy Council (GWEC)., <http://www.gwec.net/>

Habitat için Gençlik (Youth for Habitat) Türkiye., <http://www.youthforhab.org.tr/>

Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜGEM)., <http://hugem.harran.edu.tr/>

International Atomic Energy Agency (IAEA)., <http://www.iaea.org/>

International Energy Agency (IEA)., <http://www.iea.org/>

International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme (IEA-PVPS)., <http://www.iea-pvps.org/>

International Hydropower Association (IHA)., <http://www.hydropower.org/>

İzmit Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendirme A.Ş. (İZAYDAŞ)., <http://www.izaydas.com.tr/>

Konya Şeker Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi., <http://www.konyaseker.com.tr/>

Kyocera Group., <http://global.kyocera.com/>

Nabucco Gas Pipeline Project., <http://www.nabucco-pipeline.com/>

Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP)., <http://www.mnp.nl/>

Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PİGM)., <http://www.pigm.gov.tr/>

Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS)., www.petrobras.com.br/

Q-Cells AG., <http://www.q-cells.com/>

Rüzgar Enerjisi ve Su Santralleri İşadamları Derneği (RESSİAD)., <http://www.ressiad.org.tr/>

Shell Global., <http://www.shell.com/>

Solarbuzz Research Co., <http://www.solarbuzz.com/>

Stanford University, <http://www.stanford.edu/>

Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi (YEKARUM)., <http://yekarum.sdu.edu.tr/>

T.C. Avrupa Birliği Genel Sekreterliği (ABGS), <http://www.abgs.gov.tr/>

T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı (DPT)., <http://www.dpt.gov.tr/>

T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı., <http://www.hazine.gov.tr/>

T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)., <http://www.tuik.gov.tr/>

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ)., <http://www.meteoroloji.gov.tr/>

T.C. Merkez Bankası (TCMB)., <http://www.tcmb.gov.tr/>

Temiz Enerji Vakfı (TEMEV)., <http://www.temev.org.tr/>

The Statistical Office of the European Communities (Eurostat)., <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)., <http://www.taek.gov.tr/>

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK)., <http://www.tubitak.gov.tr/>

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), <http://www.teias.gov.tr/>

Türkiye Jeotermal Derneği (TJD), <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/>

Türkiye Kojenerasyon Derneği, <http://www.kojenerasyon.com/>

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), <http://www.tmmob.org.tr/>

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Makine Mühendisleri Odası (MMO), <http://www.mmo.org.tr/>

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Elektrik Mühendisleri Odası (EMO), <http://www.emo.org.tr/>

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), <http://www.tpao.gov.tr/>

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB), <http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/>

United Nations (UN), <http://www.un.org/>

United States Government Energy Information Administration Department of Energy (EIA-DOE), <http://www.eia.doe.gov/>

United States Department of Interior Bureau of Reclamation Power Resources Office, <http://www.usbr.gov/>

World Bank., <http://www.worldbank.org/>

World Wind Energy Association (WWEA), <http://www.world-wind-energy.info/>

Diğer İnternet Erişimleri:

<http://www.hurriyet.com.tr/>

<http://www.sabah.com.tr/>

<http://www.ntvmsnbc.com/>

<http://www.zaman.com.tr/>

<http://www.ecodesign.co.uk/>

<http://www.ecobob.co.nz>

<http://tr.wikipedia.org/>

<http://www.patronlardunyasi.com/>

<http://www.medyanet.net/>

<http://www.globalenerji.com.tr/>

<http://www.albayrak.com.tr/>