

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

TÜRKİYE’NİN ENERJİ SEKTÖRÜNÜN EKONOMİK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜMRAN ÖZDAMAR ÇAKIROĞLU

GAZİANTEP
TEMMUZ 2009

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

TÜRKİYE’NİN ENERJİ SEKTÖRÜNÜN EKONOMİK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜMRAN ÖZDAMAR ÇAKIROĞLU

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömer Özçiçek

GAZİANTEP
TEMMUZ 2009

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

Türkiye'nin Enerji Sektörünün Ekonomik Analizi

ÜMRAN ÖZDAMAR ÇAKIROĞLU

Tez Savunma Tarihi: 10.07.2009

Sosyal Bilimler Enstitüsü Onayı

Yrd. Doç. Dr. Ahmet AĞIR
SBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylarım.

Doç. Dr. Arif ÖZSAĞIR
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ömer ÖZÇİÇEK
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

İmzası

Doç. Dr. Ömer ÖZÇİÇEK (Jüri Başkanı)

Yrd. Doç. Dr. Tuba DİREKÇİ

Yrd. Doç. Dr. Bayram ÖZBEY

ÖZET
TÜRKİYE’NİN ENERJİ SEKTÖRÜNÜN
EKONOMİK ANALİZİ

ÖZDAMAR ÇAKIROĞLU, Ümran
Yüksek Lisans Tezi, İktisat Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömer Özçiçek
Haziran 2009, 166 sayfa

Enerji konusu Dünya’da ve Türkiye’de son yıllarda oldukça popüler bir konu olmakla birlikte ülkelerde büyüme ve kalkınmanın devam etmesi için de önemli bir unsurdur.

Sürdürülebilir enerji, ülke çıkarlarının korunması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, küresel ısınmanın durdurulması, çevre değerlerinin iyileştirilmesi için çevreyi daha az kirleten özellikle yenilenebilir veya alternatif yerli enerji kaynaklarına yönelmek gerekmektedir. Bununla birlikte enerjinin verimli kullanılması da enerji politikalarının içerisinde yer almaktadır.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları Dünya ve Türkiye ölçeğinde potansiyel ve kullanım miktarları açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında artış olduğu görülmüştür. Türkiye alternatif enerji kaynakları bakımından potansiyel olarak iyi durumda olmakla birlikte kullanım miktarları ve üretim açısından düşük seviyelerdedir. Dünya genelinde gelecek yıllarda toplam enerji üretimi içerisinde alternatif enerjilerin payının artması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Enerji Ekonomisi, Yenilenebilir Enerji, Enerji Politikaları

ABSTRACT
ECONOMIC ANALYSIS OF ENERGY IN TURKEY

ÖZDAMAR ÇAKIROĞLU, Ümran

M.A. Thesis, Department of Economics

Supervizor: Assist. Prof. Dr. Ömer Özçiçek

June 2009, 166 pages

Besides being a very popular matter both in Turkey and The World, the topic “Energy” is also an important element in growth and development of economies. In order to maintain sustainable energy, protect national interests, minimize energy dependence and improve ecological values; heading towards renewable or alternative local energy resources is a must. Nevertheless, effective consumption of energy also takes an important place in energy policies.

In the thesis, renewable energy resources were tried to evaluate according to their potential and usage capacity in Turkey. It has been understood that, renewable energy resources have been raising all around the world. Although Turkey has a big potential of alternative energy resources, usage and production of alternative resources are less than expected. It has been expected that alternative energy resources will increase their share of total energy production all around the world.

Key Words: Energy Economy, Renewable Energy, Energy Policies

ÖNSÖZ

Dünyadaki ülkelerin enerji istatistiklerini incelendiğinde, bir ülkenin ekonomik yapısı, büyümesi ve kalkınması ile enerji tüketimi arasında çok yakın ve doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir.

Son yıllarda oldukça konuşulan enerji darboğazının aşılmasında hiç kuşkusuz yenilenebilir enerji kaynaklarının payı büyük olacağı düşünülmekte ve çevresel olarak düşündüğümüzde de küresel ısınmanın önüne geçilmesinde önemli rol oynayacağı düşünülmektedir.

Tez çalışmamda; öncelikle bilgi, birikim ve deneyimleriyle hiçbir katkı ve desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ömer Özçiçek hocama, Gaziantep Üniversitesi İktisat Bölümünün değerli öğretim üyelerine ve hayatımın her aşamasında bana desteğini sunan eşim Sayın Özgür Çağrı Çakıroğlu'na sonsuz teşekkürlerimi arz ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT ,.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLoların LİSTESİ	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. GİRİŞ	1
2. ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ, DÜNYA'DA VE	
 TÜRKİYE'DE FOSİL ENERJİ KAYNAKLARININ POTANSİYELİ.	5
2.1. ENERJİNİN TANIMI VE ÖNEMİ.....	5
2.2. ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE ENERJİNİN SINIFLANDIRILMASI	5
2.3. ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	6
2.3.1. Enerjinin Dünya'daki Tarihsel Süreci	6
2.3.2. Türkiye'de Enerji Politikalarının Tarihsel Süreci	8
2.4. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ HAMMADDELERİN	
POTANSİYELİ	10
2.4.1. Fosil Kaynaklar	13
2.4.1.1. Petrol	13
2.4.1.1.1. Dünya'daki petrol rezervleri, petrol üretimi	
ve tüketimi	14
2.4.1.1.2. Türkiye'de petrol rezervinin durumu	20
2.4.1.1.3. Türkiye'de petrol ithalatı, üretimi, tüketimi...	21
2.4.1.2. Doğal gaz	23
2.4.1.2.1. Dünya doğal gaz rezervlerinin durumu,	
Dünya'da doğal gaz üretim ve tüketimi	23
2.4.1.2.2. Türkiye'de doğal gaz rezervi, ithalatı,	

	<u>Sayfa No</u>
3.2. HİDROJEN ENERJİSİ	74
3.2.1. Hidrojenin Depolanması	76
3.2.2. Hidrojen Yakıt Pilleri	77
3.2.3. Hidrojen ve Bor	77
3.2.4. Hidrojen Enerjisi'nin Dünya'daki Durumu	78
3.2.5. Hidrojen Enerjisi'nin Türkiye'deki Durumu	78
3.3. NÜKLEER ENERJİ	79
3.3.1. Nükleer Enerjinin Maliyeti	80
3.3.2. Dünya'da Nükleer Enerjinin Durumu	81
3.3.3. Türkiye'de Nükleer Enerjinin Durumu	83
4. ENERJİ EKONOMİSİ ve TÜRKİYE	84
4.1. İKTİSAT VE ENERJİ	84
4.2. ENERJİ YOĞUNLUĞU	85
4.3. ENERJİDE VERİMLİLİK	97
4.3.1. Verimlilik Kavramı	97
4.3.2. Enerji Verimliliği Kavramı	97
4.3.3. Binalarda Enerji Verimliliği	100
4.3.4. Sanayide Enerji Verimliliği	101
4.4. ENERJİ ETKİNLİĞİ	103
4.5. ENERJİ FİYATLARI VE ENERJİ FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	104
4.6. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TÜRKİYE'NİN KURULU GÜCÜ	105
4.7. TÜRKİYE'NİN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE KULLANDIĞI KAYNAKLAR	107
4.8. EKONOMİK BÜYÜME VE KALKINMA İLE ENERJİ İLİŞKİSİ	112
4.9. ENERJİ OLGUSUNUN ÜLKELER İÇİN DEĞERLENDİRİLMESİ...	117
4.9.1. Amerika Birleşik Devletleri	119
4.9.2. Çin ve Hindistan	121
4.9.3. Rusya ve Avrupa Birliği	123
4.10. DÜNYA'DA ELEKTRİK TÜKETİMİ	126
4.11. TÜRKİYE'DE ELEKTRİK TÜKETİMİ	128
4.12. ELEKTRİK SANTRALLERİNİN MALİYETLERİNİN KIYASLANMASI	130
4.13. ENERJİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ	132
4.14. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA VERİLEN TEŞVİKLER	137
5. DÜNYA'DA ve TÜRKİYE'DE ENERJİNİN GELECEĞİ	140
5.1. TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİNDE ENERJİNİN GELECEĞİ	140
5.2. TÜRKİYE'NİN GELECEKTEKİ ENERJİ TALEBİ	142
5.3. DÜNYA'NIN ve BAZI ÜLKELERİN ENERJİ DURUMU	143
5.4. DÜNYA'DAKİ ENERJİ TÜKETİMİNİN GELECEĞİ	148
SONUÇ ve ÖNERİLER	152
KAYNAKÇA	157
EKLER	163

	<u>Sayfa No</u>
EK 1 BÖLGESEL TANIMLAMALAR	164
EK 2 ENERJİ BİRİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	165
ÖZGEÇMİŞ (VITAE)	166

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Dünya toplam birincil enerji tüketimi 1980-2006	10
Tablo 2.2. Dünya toplam birincil enerji tüketiminde kaynaklara göre yıllar itibariyle tüketim (1980-2006)	12
Tablo 2.3. Ülke gruplarına göre dünya petrol rezervi	14
Tablo 2.4. Dünya petrol rezervi	15
Tablo 2.5. Ülke gruplarına göre dünya petrol üretimi	16
Tablo 2.6. Dünya petrol üretimi	17
Tablo 2.7. 1997-2007 arası coğrafi bölgelere göre petrol üretimi	18
Tablo 2.8. Ülke gruplarına göre 2007 yılı petrol tüketimi	18
Tablo 2.9. 2007 yılı Dünya petrol tüketimi	19
Tablo 2.10. Bazı ülkelerin 1997-2007 yılları petrol taleplerinin değişim oranı ..	20
Tablo 2.11. 2007 yılı itibariyle Türkiye’de ham petrol rezervleri	21
Tablo 2.12. Yıllar itibariyle Türkiye ham petrol ithalatı, üretimi, tüketimi	22
Tablo 2.13. Dünya 2007 doğal gaz rezervi	23
Tablo 2.14. Ülke gruplarına göre 2007 doğal gaz rezervi	24
Tablo 2.15. Coğrafi bölgelere göre 2007 doğal gaz üretimi	24
Tablo 2.16. Coğrafi bölgelere göre dünya doğal gaz tüketimi	25
Tablo 2.17. Türkiye’de 2006 yılı sonu itibariyle doğal gaz rezervleri	26
Tablo 2.18. Türkiye’de doğal gazın ithalat, üretim ve tüketim durumu	27
Tablo 2.19. Doğal gaz arz / talep projeksiyonu	27
Tablo 2.20. Dünya kömür rezervi	28
Tablo 2.21. Dünya kömür üretim ve tüketim	29
Tablo 2.22. Türkiye’nin yıllar itibariyle kömür üretim ve tüketimi	30
Tablo 2.23. Türkiye linyit üretim ve tüketimi	31
Tablo 3.1. Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre yıllar itibariyle dağılımı 1970-2007	35
Tablo 3.2. Türkiye’de üretilen toplam elektrik enerjisinde hidroliğin payı	38
Tablo 3.3. Dünya’nın hidroelektrik potansiyeli	40
Tablo 3.4. Türkiye’nin hidroelektrik potansiyeli	41
Tablo 3.5. Türkiye’deki hidroelektrik santrallerinin projelerinin durumu	41
Tablo 3.6. Hidroelektrik üretimimizde kamu ve özel sektör durumu	43
Tablo 3.7. Fotovoltaik sistemlerde şebekeye bağlı ve şebekeden bağımsız sistemlerin watt başına maliyeti	49
Tablo 3.8. IEA-PVPS’ye üye ülkelerin yıllara göre PV kurulu güçleri	51
Tablo 3.9. Yoğunlaştırıcı güç sistemleri ısı ve elektrik üretim maliyeti	53
Tablo 3.10. Yoğunlaştırıcı güneş sistemlerinin gelecekteki maliyet durumu	53
Tablo 3.11. CSP ülke kapasite durumu	54
Tablo 3.12. Şimdi ve gelecekteki CSP kurulu kapasitesi	54
Tablo 3.13. Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli	55

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.14. Türkiye'nin bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli	56
Tablo 3.15. ABD jeotermal santrali maliyeti	59
Tablo 3.16. Jeotermal akışkanın tipine göre kurulan santrallerin yatırım birim ve diğer maliyetleri	60
Tablo 3.17. Dünya'nın jeotermal kurulu ve 2010 muhtemel gücü	61
Tablo 3.18. Türkiye'de konut ısıtma maliyetleri	63
Tablo 3.19. Kara rüzgar türbininin ortalama yatırım maliyeti	65
Tablo 3.20. Kıyıda esen rüzgar türbininin yatırım maliyeti	65
Tablo 3.21. Dünya'da toplam kurulu rüzgar türbini kapasitesi	66
Tablo 3.22. Dünya rüzgar türbini kapasitesinin ülkelere göre dağılımı	67
Tablo 3.23. Rüzgar enerjisinde en yüksek büyüme oranlarına sahip on ülke	67
Tablo 3.24. Türkiye'de RES'lerin durumu ve kurulu gücü	68
Tablo 3.25. Bölgelere göre rüzgarın durumu	69
Tablo 3.26. Türkiye'nin biyokütle potansiyeli	72
Tablo 3.27. Türkiye'nin denizlerinin dalga enerjisi potansiyeli	74
Tablo 3.28. Hidrojenin diğer yakıtlarla karşılaştırılması	75
Tablo 3.29. Hidrojenin depolama yöntemleri, kapasiteleri ve uygulama alanları	77
Tablo 3.30. Dünya nükleer enerji tüketimi	82
Tablo 4.1. Bölge ve / veya ekonomi olarak enerji istatistikleri	87
Tablo 4.2. Ülkelerin enerji istatistikleri	91
Tablo 4.3.. 2004 yılında kuruluşlar ve kaynaklarına göre kurulu gücün paylaşımı	106
Tablo 4.4. Türkiye'de EÜAŞ'ye bağlı ortaklıklara ait termik santraller	107
Tablo 4.5. Enerji kaynakları	109
Tablo 4.6. Dünya fosil yakıt rezervlerinin kullanılabilir süreleri	118
Tablo 4.7. Dünya enerji tüketiminde kaynakların payı	118
Tablo 4.8. ABD'nin enerji üretim ve tüketimi	121
Tablo 4.9. Çin'nin enerji üretim ve tüketimi	123
Tablo 4.10. Hindistan'nın enerji üretim ve tüketimi	123
Tablo 4.11. Kaynaklarına göre santrallerinin, inşaat süresi, ekonomik ömrü işletme gideri, karbondioksit salınımı, ilk yatırım ve üretim maliyeti karşılaştırılması	131
Tablo 4.12. Enerji üretim sistemlerinin çevresel etkileri açısından kıyaslaması	133
Tablo 4.13. Özel sektörün 2007 yılında yaptığı çevresel harcamalar	136
Tablo 4.14. Kamu kurumlarının yatırım harcamaları	137
Tablo 5.1. Türkiye'nin dış ticaretinde enerjinin görünümü	141
Tablo 5.2. Türkiye'nin gelecekteki enerji ihtiyacı	143
Tablo 5.3. Bazı ülkelerin birincil enerji kaynaklarını tüketimleri ve oranları	144
Tablo 5.4. Enerji kaynaklarının 2030 yılında tüketimi	147
Tablo 5.5. Ülke gruplarına göre 2030 yılındaki enerji tüketimi	147
Tablo 5.6. Bölgeler göre düşük ve yüksek ekonomik büyümeye göre enerji tüketimi	148

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Dünya birincil enerji tüketimindeki kaynakların payları	28
Şekil 4.1. OECD ülkelerinin enerji yoğunluğu	90
Şekil 4.2. Enerji oranları	102
Şekil 4.3. Türkiye’de hidroelektrik güç ve elektrik	110
Şekil 4.4. OECD ülkelerinin kişi başına elektrik tüketimi	116
Şekil 4.5. Üretilen kWh başına sera gazı salınım miktar aralıkları	121
Şekil 4.6. OECD ülkelerinin kişi başına karbondioksit salınımı	128
Şekil 5.1. Türkiye’nin dış ticaret açığındaki enerjinin payı	142

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BTEP	: Bin ton eşdeğer petrol
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma AŞ
BP	: British Petrol
Btu	: British Thermal Units
BYKP	: Beş Yıllık Kalkınma Planı
CO ₂	: Karbondioksit
CSP	: Concentrating solar power
ÇHC	: Çin Halk Cumhuriyeti
DEKTMK	: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	: Devlet Su İşleri
DTM	: Dış Ticaret Müsteşarlığı
EIA	: Energy Information Administration
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim A.Ş.
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GSYİH	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
GSMH	: Gayrisafi Milli Hasıla
GWh	: Gigawatt saat
HES	: Hidro Elektrik Santral
ICHET	: International Center for Hydrogen Energy Technologies
IEA	: International Energy Agency
İTO	: İstanbul Ticaret Odası
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
Kcal	: Kilo kalori
KEP	: Kilogram petrol eşdeğeri
Kg	: Kilogram
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
LPG	: Likit petrol gazı
M ²	: Metre kare
M ³	: Metre küp
MJ	: Mega jul
Mt	: Milyon ton
MTA	: Maden Tetkik Arama

MTEP	: Milyon ton eşdeğeri petrol
MW	: Megawatt
MWe	: Megawatt elektrik
MWh	: Megawatt saat
MWt	: Megawatt thermal (Megawatt ısı)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
OES	: Oceans Enegy Systems
OPEC	: Organization of the Petroleum Exporting Countries
ÖİK	: Özel İhtisas Komisyon
PV	: Photovoltaic
PVPS	: Photovoltaic Power Systems Programme
SAREM	: Strateji Araştırmalar ve Etüt Merkezi
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TEP	: Ton eşdeğeri petrol
TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
TL	: Türk Lirası
TMMOB	: Türkiye Mimar ve Mühendis Odaları Birliği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TS	: Türk Standartları
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSİAD	: Türkiye Sanayii İşadamları Derneği
TWS	: Terawatt saat
t. y.	: tarih yok
USD	: United State Dolar
vd	: ve diğerleri
Yİ	: Yap işlet
YİD	: Yap işlet devret
WWEA	: World Wind Energy Association

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. GİRİŞ

Enerji bir cismin iş yapma yeteneği olduğundan insanoğlu tarih boyunca enerjiye ihtiyaç duymuştur. Ateşin bulunmasından, fosil enerji kaynaklarının kullanılmasına kadar geçen sürede insan ve hayvan gücünden yararlanılmıştır.

Sanayi Devrimi ile başlayan ve enerji alanındaki hızlı ilerlemelere yol açan, mekanik gücün ekonomiye uygulanması enerji kaynaklarının kullanımını hızlandırmıştır. Sanayi Devrimi ile başlayan makineleşme onu takip eden buhar makinesi icadı ve demir yolları dönemi, elektriğin bulunması ve elektrikli makinelerin kullanılması, kitle üretiminin yapılmaya başlaması, otomobil üretiminin gerçekleşmesi ve ulaşımda uçakların kullanılması ile enerji ihtiyacını günbegün arttırmıştır.

Dünya'daki enerji ihtiyaçlarının büyük bölümünü karşılamakta olan fosil kaynakların belirlenmiş rezervlerinin azalması, kullanım hızlarının da sürekli artması ve bunların da çok uzak olmayan bir gelecekte bitme ihtimali söz konusu olmaktadır. Ekonomide üretim sürecinin gerçekleştirilmesi, üretim sürecinin her aşamasında ve yaşamın çağdaş biçimde devam edebilmesi enerjiye bağlıdır.

Ekonomideki tüm birey ve sektörlerin doğrudan veya dolaylı olarak enerji taleplerinin olması ve bu taleplerin kesintisiz bir şekilde sürekli olarak karşılanma gereği enerjinin ticari bir mal olmaktan çıkarıp enerjiyi stratejik bir mal olma özelliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu nedenle ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilmesi açısından bir ekonomide enerji arz ve talebine göre belirlenen enerji dengesinin nasıl oluştuğu önemli bir mesele olmaktadır.

Gelişmiş ülkeler; petrol fiyat artışı ile sanayi ürünlerini maliyeti arttığında bu ülkelerde ihraç mal fiyatlarını arttırmaktadır. Gelişmemiş veya gelişmekte olan Türkiye gibi ülkeler petrol şoku karşısında güçlü olmayan ekonomik yapı, sınırlı döviz rezervleri, dış ticaret açıkları ve yurt dışı borçları aşırı etkilenmekte ve

ekonomik istikrarsızlıklar meydana gelmektedir. Bu da kalkınmayı olumsuz etkilemektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi Dünya barışı ve çevre konularını kapsayan geniş ekonomik politikaları da içermektedir.

Sürdürülebilir kalkınma ve enerji bağlantısı, sürdürülebilir enerji kavramını ortaya çıkararak, ihtiyaç olan enerjisinin en ekonomik, çevreye daha az zarar veren, sürekli olarak temin edilmesi üzerinde durulmaktadır.

Enerji kaynaklarına sahip olma açısından fakir veya kendi kaynakları olan ama tüketmek istemeyen, GSYİH bakımından en üste olan ülkeler dışarıya bağımlı kalmamak için enerji çeşitlemesi ile birlikte enerji arz güvenliğine dikkat etmektedirler.

Enerji arz güvenliğinin sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve ülkelerin kendi kaynaklarını kullanması gibi önemli politikalardan geçmektedir. Enerji arz güvenliği kapsamında enerji yoğunluğu, enerji verimliliği ve tasarrufunu da sayabiliriz.

Enerji yoğunluğu bir birim milli gelir başına tüketilen enerji miktarını göstermektedir. Enerji verimliliği kavramı ise, enerji kaynaklarının üretimden tüketim aşamasına kadar tüm safhalarda en yüksek etkinlikte değerlendirilmesidir. Kısaca aynı hizmet ve ürün için daha az enerji harcamaktır. Enerji yoğunluğu ile enerji verimliliği ters orantılıdır. Enerji yoğunluğu ne kadar düşükse kullanılan enerji o derece verimlidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüzde uygulanabilirliğinin az olmasında en önemli neden ilk yatırım maliyetlerin özellikle fosil kaynaklara göre çok yüksek olmasıdır. Yüksek maliyetlerden dolayı özellikle özel sektörün yenilenebilir enerjiye yatırım yapmasında sorun oluşturmaktadır. Bu sorunun aşılması için özellikle AB ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması için teşvik edici politikalar uygulamaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması; teknolojik ilerlemeyle beraber maliyetlerde bir düşme, fosil kaynaklarının tükenme olasılığının yükselmesi ve çevre duyarlılığı bilincinin artması ile gerçekleşecektir.

Küresel bir problem olan iklim değişikliği ve çevre sorunlarının oluşmasında en büyük etken enerji tüketiminin meydana getirdiği sera etkisidir. Sera gazı yayılımı arttıkça sıcaklık değerleri artmakta ve küresel ısınma meydana gelmektedir. Küresel ısınma; sel, kıtlık, bulaşıcı hastalıklar, canlı türlerinin soyunun tükenmesi, su kaynaklarının yok olması gibi sorunları ortaya çıkartmaktadır.

Bunların önlenmesi için sera gazı yayılımının azaltılmasına yönelik İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü yapılmıştır. Türkiye’de sera gazı yayılımını azaltmayı gerektiren bu anlaşmayı imzalayıp onaylamıştır.

Türkiye’nin enerji durumunu incelediğimizde; enerji tüketim oranı artarken enerji üretim oranının artmaması Türkiye ekonomisinin geleceği açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Enerji üretim ve tüketimin miktarlarına bakıldığında Türkiye’nin enerjide açıkça ithalatçı konumda olan bir ülke olduğu açıkça görülmektedir. Enerji kullanımında yurtiçi tüketimi ithalat ile karşılamada dışa bağımlılık oranı her geçen gün artmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2006 yılı dış ticaret verilerine göre dış ticaret açığının 54.041 milyon dolar olduğu ve bunun 28.571 milyon dolarının ham petrol, doğal gaz ve petrol ürünleri gibi enerji ithalatından kaynaklandığı dikkate alındığında dış ticaret açığının yaklaşık % 50’sinin söz konusu enerji mallarından ileri geldiği söylenebilir. Özellikle dış ticaret açığının önemli olduğu ve develüasyon yaşandığı kriz dönemlerinde enerji dengesinin belirleyici rolünün daha da arttığı görülmektedir.

Türkiye'nin; 2000-2008 yılları arası petrol ithalatı yaklaşık 6 kat, 2000-2006 yılları arasında enerji ithalatı ise yaklaşık 3 kat artarak Türkiye’yi daha fazla dışarıya bağımlılığına neden olmaktadır.

Ülke ekonomisi için enerji bağımlılığından kurtulmak veya bağımlılığı en aza indirmek artık bir zorunluluk olmaktadır. Bu tezde sınırlı olan fosil kaynaklar yerine sınırsız ve tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının veya alternatif enerji kaynaklarının kullanımının ülkemizde yaygınlaşarak ekonomik büyümemize ve kalkınmamıza faydalı olacağını değişik yönleriyle ortaya koymaktır.

İkinci bölümde; enerji hakkında genel bilgiler verilecek, konvansiyonel de denilen fosil enerji kaynakların Dünya’daki ve Türkiye’deki potansiyelleri ele alınıp rezerv, üretim, tüketim (Türkiye için ithalat) arasındaki bağlantıyı ortaya koyarak petrol, doğal gaz, kömür, linyit gibi kaynaklar incelenecektir.

Üçüncü bölümde; Türkiye açısından dışa bağımlılığı azaltacak alternatif enerji kaynakları hakkında bilgi verilip özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının, hidrojen ve nükleer enerjinin Dünya’daki kullanımı, Türkiye’de uygulama alanları ve maliyet analizleri hakkında ayrıntılı bilgi verilecektir.

Dördüncü bölümde ekonomi ve enerji arasındaki ilişki üzerinde durularak enerji yoğunluğu, enerji verimliliği, enerji ile çevre ve kalkınmışlık arasında ilişki

kurulacaktır. Dünya’da ve Türkiye’de elektrik tüketimi derinlemesine ele alınıp bazı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin birincil enerji tüketimlerine ve petrol üretim ve tüketimlerine değinilecek, özellikle yurt dışında yenilenebilir enerjiye verilen desteklerden ve uygulamalardan bahsedip enerji kaynaklarının ayrıntılı olarak maliyet analizi yapılacaktır.

Beşinci bölümde ise; Türkiye’de enerjinin dış ticarete yansımaları ele alınıp gelecekte Türkiye’de ve Dünya’da enerjinin ne kadar tüketileceğine ilişkin senaryolar incelenecektir.

Sonuç ve Öneriler bölümünde ise elde edilen veriler neticesinde Türkiye için çevre, sürdürülebilir kalkınma ve enerji arz güvenliği açısından en uygun enerji politikalarından bahsedilecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ, DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE FOSİL ENERJİ KAYNAKLARININ POTANSİYELİ

2.1. ENERJİNİN TANIMI VE ÖNEMİ

Bir cismin; konumu, hareketi, taşıdığı elektrik yükü, içinde bulunduğu ortamdan daha yüksek sıcaklığa sahip olması sebebiyle iş yapabilme yeteneğine sahip olmasına enerji denir (<http://tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=veritbn&kelimesec=112777-03.12.2008>). Kısaca maddede var olan; ısı ve ışık biçiminde ortaya çıkan güce enerji denir. Dolayısıyla enerji bir cismin iş yapma yeteneğini göstermektedir.

Tarih boyunca toplumların kalkınmaları, kullandıkları ve geliştirdikleri enerji kaynaklarına bağlı olmakla birlikte gelecekteki büyümenin, kalkınmanın ve gelişmelerin de benzer şekilde, enerji kaynaklarının bulunabilirliğine ve sürekliliğine göre oluşacağı kabul edilmektedir.

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önemli unsurlarından biri olan enerji, üretimde kullanılması zorunlu bir girdi ve toplumların refah düzeyinin yükselmesi için gerekli ve bir faktör olmuştur.

Enerji, toplumsal gelişme ve ekonomik kalkınma için özellikle gelişmekte olan ülkeler için en önemli faktördür. Enerjinin güvenli, sürekli, kaliteli ve çevre sorunlarını temel alan bir şekilde elde edilmesi, insanların yaşam düzeyini ve refah seviyelerini arttıracaktır. Ülkelerin, ekonomik büyümelerini sağlayabilmeleri için sürekli üretim yapmaları ve bunun devamlılığının sağlanması gerekir. Bu yüzden, üretimin önemli bir parçası olan enerjinin, güvenle sağlanması ve ucuz olması önemlidir (www.tasam.org/index.php/images/File/afrika/images/index.php?altid=1356-25.12.2008).

2.2. ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE ENERJİNİN SINIFLANDIRILMASI

Enerji, potansiyel enerji ve kinetik enerji olarak ikiye ayrılır. Potansiyel enerji pillerde olduğu gibi depolanan enerjidir. Yüksekliği olan her şeyin de

potansiyel enerjisi vardır. Bu enerji gerektiğinde kullanılarak başka enerjilere dönüşebilir. Kinetik enerji ise hareket enerjisidir. Kinetik enerjiye sahip olmak için bir cismin hareket ediyor olması gerekir. Yani kinetik enerji hızı olan cisimlerin sahip olduğu enerji çeşididir. Rüzgar, akan sular, giden arabanın enerjisi kinetik enerjiyi oluşturur. Örneğin rüzgar bir pervaneyi kinetik enerjisi ile çevirir. Bu pervaneye bağlı jeneratör de elektrik üretir. İşte rüzgarın kinetik (hareket) enerjisi elektrik enerjisine dönüşmüştür.

Enerjinin çeşitli formları bulunmaktadır. Formlar arasında çeşitli şekillerde değişimler olabilir. Fosil yakıtların yakılarak ısı enerjisi elde edilmesi ve bu enerjinin makineler ve motorlarla mekanik enerjiye çevrilmesi gibi olur (www.pplweb.com).

Enerji kaynakları kullanım yerine, amacına ve niteliklerine göre değişik şekillerde tasnif edilebilmektedir.

Enerji kaynakları niteliklerinin değiştirilip değiştirilmemesi açısından, birincil ve ‘ikincil’ enerji kaynakları olarak bir ayrıma tabi tutulabilirler. Birincil enerji kaynakları, doğada bulundukları biçimden bir değişikliğe uğramaksızın kullanılabilen kaynaklardır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının belli işlemlerden geçirilmesi ile meydana gelen enerji kaynaklarıdır (Başol, 1994:114).

Niteliklerine göre enerji kaynaklarından birincil (primer) enerji kaynaklarını; çıktığı gibi tüketilen kömür, doğalgaz ve petrol gibi enerji kaynakları oluşturur. Birincil enerji kaynağının dönüştürülerek elde edilen elektrik, kok ve havagazı gibi enerji kaynakları ikincil (sekonder) enerji kaynaklarını oluşturur (Samsun Ticaret Odası, 2008:1). İkincil enerjilere enerji taşıyıcısı da denilmektedir.

2.3. ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

2.3.1. Enerjinin Dünya’da Tarihsel Süreci

İlk buhar makineleri 17. yüzyıl sonlarında Worcester markisi ve Thomas Savery gibi mühendisler tarafından tasarlandı. Gerçek anlamda kullanışlı ilk buhar makinesinin tasarımcısı Thomas Newcomen, 1712’de ilk makinesini yaptı. İskoç alet yapımcısı ve mucit James Watt da, buhar makinesinin daha da geliştirdi. Yaptığı makinelerde buhar ana silindirin dışında yoğunlaştırılıyor, silindiri sırayla ısıtıp-soğutma gereğini ortadan kaldıran düzenleme ısı tasarrufu sağlıyordu. Ayrıca fabrika ve maden ocaklarında, pistonu harekete geçirmede buhar gücünden yararlanılması

da, makinelerin verimliliğini artırdı. Fabrikalar ve maden ocakları için önemli bir enerji kaynağı haline geldi. Zamanla boyutlarda küçülme ve basınç düzeyinde yükselme gibi yenilikler, buhar makinesinin lokomotiflerde ve gemilerde kullanılmasını başlattı (<http://xenefon.8m.com/icatlar/BuharMakinesi.html>-03.01.2009).

Sanayi devrimi, buhar gücüyle çalışan makinelerin 18. ve 19. yüzyıllarda endüstriyi meydana getirmesi ve üretimde kullanılması Avrupa'da sermaye birikiminin sağlanması ile oluşmuştur.

Sanayi devrimi ve sanayi devriminden sonra fabrika sistemi ile üretim enerji tüketimini arttırmıştır. Enerji üretimindeki artış değişik dönemlerde farklı bir enerji kaynağını öne çıkartmıştır. Kömürün tek enerji kaynağı olduğu dönemden sonra yerini petrole bırakmıştır. Nükleer enerji, bir döneme damgasını vurmuş, fakat bazı sakıncalarından dolayı ülkeler tarafından üretimi sınırlandırılmıştır. Gelişen sürdürülebilir kalkınma anlayışı ve çevre bilinci ile birlikte doğalgaz üretimi, petrol ve kömürün yanında önemli bir kaynak oluşturmuştur. Önümüzdeki yıllarda ise, yeni, yenilenebilir ve alternatif enerji kaynakları önemli bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkacaktır. Ancak kömür, petrol ve doğalgaz olarak bilinen fosil enerji kaynakları, dünya birincil enerji tüketimi içinde hala büyük bir oranda kullanılmaktadır (Pamir, 2005:70).

20. yüzyılın vazgeçilmez enerji kaynağı olan petrolün çıkarılması, ilk olarak Erwin Laurentine Drake tarafından Amerika Pensilvanya'da 1859 yılında kurulan ilk petrol kuyusunda gerçekleşmiştir (www.energyquest.ca.gov/scientists/drake.html-27.02.2009). Kuşkusuz petrolün bu yüzyıla damgasını vurmada, kömüre göre kolay çıkarılabilir olması ve taşınabilirliği etkili olmuştur. İçten yanmalı motorun sayesinde ilk otomobilin ve Wright Kardeşlerin de uçağı icat etmesi ulaşım ve taşımacılıkta petrolü daha da önemli kılmıştır.

Daha sonraki yıllarda doğalgazın bulunması ve doğalgaz boru hatlarının genişlemesi ile tüketimi artmıştır. Doğalgazın tercih edilmesinde artan çevre duyarlılığının da etkisi vardır. Nükleer enerjinin kullanımı ve üretimi 1950 yıllarına dayanmaktadır. Hala tartışılmakta olan nükleer enerjinin kullanılması, en büyük nükleer santral kazası olan Çernobil Olayından sonra nükleer santral yatırımlarında azalma görülmüştür.

Fosil kaynakların; yakın bir gelecekte tükenecek olması, yok edici çevre etkileri, 1973 ve 1980 enerji krizleri ile telaffuz edilen enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılık nedeniyle alternatif, yeni ve yenilenebilir enerjiler önem kazanmıştır.

2.3.2. Türkiye’de Enerji Politikalarının Tarihsel Süreci

Osmanlı Döneminde yeraltı enerji kaynakları yerli ve yabancı sermayeye tanınan imtiyazlarla işletilmiştir. Zonguldak-Ereğli arasındaki taşkömürü işletmeciliğine 1848 yılında Galata sarraflarının kurduğu bir özel şirket ile başlanılmıştır. Türkiye’de ilk linyit işletmeciliğini ise Almanlar başlatmıştır. Petrol aramalarına 1897 yılında özel kişilere ve yabancı şirketlere tanınan imtiyazla girilmiştir. Almanların Berlin-İstanbul-Bağdat Demir Yolu Projesi, Amerikalıların Chester Projesi, demir yolunun yapımının yanında, bu hat çevresinde petrol arama ve işletmeciliğini de içeriyordu (www.veribaz.com/view_doc.html?turkiye-de-enerji-uretim-politikalari-ve-tuketimi-445951.html-25.03.2009).

Osmanlıların doğu eyaletlerinin, yani Musul ve Bağdat eyaletleri arasındaki hat enerji kaynaklarına ilişkin jeopolitik çatışmalarda geçmişte önemli olmuştur (Visser, 2009:83).

Osmanlı İmparatorluğu dönemindeki ilk elektrik santrali 1902 yılında Tarsus’ta İsviçre ve İtalyan grubu tarafından kurulmuştur. 1910 yılında Macar Ganz şirketine verilen bir imtiyazla 1914 yılında İstanbul elektriğe kavuşmuştur. Cumhuriyet ilan edildiğinde Türkiye’de toplam kurulu gücü 32.8 MW ve yıllık üretimi 44.5 GWh olan 38 santral bulunuyordu (www.veribaz.com).

Cumhuriyetin ilan edilmesi ile birlikte 1923 İzmir (Türk) İktisat Kongresi yapılmış, ekonomide ve dolayısıyla enerjide liberal görüş benimsenmiştir. 1930 yılında Türkiye’nin kurulu gücü 74.8 MW ve elektrik üretimi 106.3 Gwh gerçekleşmiştir. Bütün dünyaya yayılan 1929 yılındaki ekonomik buhran nedeniyle liberal politikalardan vazgeçilmiştir (Ültanır, 1998:244).

Cumhuriyet ilan edilene kadar santral kurulu gücümüz 32.8 iken 1930 yılında 74.8 olmuş, kurulu gücümüz 7 yılda 2.2 kat artmıştır. Yıllık enerji üretimimiz de 44.5 Gwh’tan 106.3 Gwh’ye çıkmış ki bu da yaklaşık 2.5 kat artış demektir.

1929 Ekonomik Buhranı’ndan sonra yeteri kadar özel sermaye birikimi sağlanamadığından devletçilik görüşü ağırlık kazanmıştır. 1933 yılında da Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı uygulamaya konulmuş, sanayileşmenin ucuz enerji ile mümkün olabileceğine değinilmiş, hidrolik ve termik kaynakların araştırılması

istenmiştir. 1933 yılında petrol arama teşkilatı kurulmasına karar verilmiş, 1935 yılında Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Etibank ve Elektrik İşlemleri Etüt İdaresi kurulmuştur. 1941 yılında akaryakıt temininin güvenlik arz etmesi için Petrol Ofisi kurulmuştur. Fransız Ereğli Şirketinin Kömür Ocakları 1936 yılında Devletleştirilip Etibank'a devredilmiştir. 1940 yılında MTA Siirt-Raman'da ilk petrol yatağını bulmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrası, 1945 yılında Etibank'ın enerji projelerine yer verilmiştir. 1950 yılında Türkiye'nin kurulu elektrik gücü 407.8 MW, elektrik üretimi 789.5 GWh gerçekleşmiştir (Ültanır, 1998:244-245).

1950-1960 yılları arasında karma ekonomi politikaları benimsenmiş, buna paralel enerji politikaları biçimlenmiştir. 1949 yılında kurulan Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi'nin 1953 yılında Birinci İstişare Enerji Kongresini toplamış, ülkenin enerji ihtiyacı ve bu ihtiyacın karşılanması gibi konular etüt edilmiştir. Kamu İktisadi Teşebbüsü olarak 1957 yılında Türkiye Kömür İşletmeleri kurulmuş. 1954 yılında 6326 Sayılı Petrol Kanunu çıkarılarak petrol arama ve üretiminin özel ve yabancı sermaye ile geliştirilmesi amaçlanmıştır. Aynı yıl Petrol Dairesi Başkanlığı ve kamu sermayeli Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı oluşturulmuş. Aynı dönemde Sarıyar, Seyhan, Gediz Demirköprü, Kepez Hidroelektrik Santralleri kurulmuştur (Ültanır, 1998:246).

Ülkemizde enerji planlama çalışmaları, 1963 yılında kurulan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na (ETKB) bağlı Enerji Dairesinde başlamıştır. Zaman içerisinde daire çeşitli adlar altında faaliyet göstermiş, 1982 yılında Araştırma Planlama Kuruluna dönüştürülmüştür (Apaydın, 1994:181).

1972-73 yıllarında petrol fiyatlarının aşırı artmasının sonucunda yaşanan petrol krizi OECD bünyesinde 18 Kasım 1974 tarihinde Uluslar arası Enerji Ajansı'nın kurulmasını sağlamıştır. Bu Ajansın kurucu üyeleri arasında Türkiye'de vardır (Scotts, 1994).

1963-82 arasında Türkiye'ye Avrupa Topluluğu'ndan yapılan yardımların yüzde 29'u enerji alanına yoğunlaşmıştır (Gençkol, 2003:95).

1970-80 yılları arasındaki diğer gelişmeler; 1970 yılında elektriğin üretim, iletim, dağıtım ve ticaretini yapacak, kamu iktisadi teşebbüsü olarak, Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuş, 1974 yılında Boru Hatları ile Petrol Taşıma AŞ (BOTAŞ) kurulmuş 1970 yılında 1509.5 MW olan termik kurulu güç dev elektrik santrallerinin yapılmasıyla 1980 yılında 2987.9'a çıkmıştır (Ültanır, 1998:248).

1980 sonrası enerji politikaları özel girişimin desteklenmesi çerçevesinde oluşmuştur. Bunun içinde 1984 yılında 3096 sayılı çıkarılmış. Bu kanunda Yap-İşlet-Devret modeline yer almıştır.

Türkiye'nin 2000'li yıllardan sonra enerji politikası; ülkemizin enerji arz güvenliğinin sağlanması, çevresel etkiler gözetilerek uygun maliyetlerle ve enerjinin sürdürülebilir bir şekilde sağlanması, ülkemizin bölgesel ve küresel enerji ticaretinde söz sahibi olması, enerji verimliliğinin artırılması temel amaçlarını içermektedir.

Bu amaçlar için yapılan hukuksal değişiklikler şunlardır: Elektrik Piyasası Kanunu (2001), Doğal Gaz Piyasası Kanunu (2001), Petrol Piyasası Kanunu (2003) LPG Piyasası Kanunu (2005), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (2005), Enerji Verimliliği Kanunu (2007), Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu (2007), Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun (2007) Yerli Kömür Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesine İlişkin Yasal Düzenleme (2007) yürürlüğe girmiştir (www.enerji.gov.tr/kanun.asp-07.11.2009).

2.4. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ HAMMADDELERİNİN POTANSİYELİ

Bu kısımda birincil enerji kaynaklarından fosil kaynakları yani yenilenemeyen, tükenen kaynaklar ile nükleer kaynaklar incelenecektir.

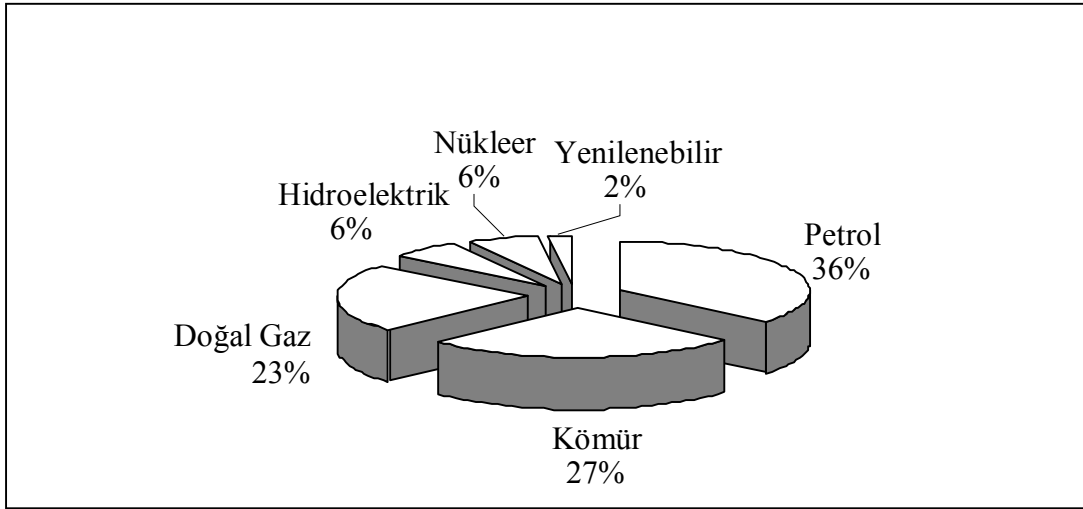
1980-2006 arasında Dünya Toplam Birincil Enerji tüketimi 1980 yılına göre 2006 yılında % 66 artmış bulunmaktadır.

Tablo 2.1. Dünya toplam birincil enerji tüketimindeki 1980 ve 2006 verileri (Tablo 2.2'den faydalanılmıştır)

Enerji Kaynak Çeşitleri	1980	2006	Artış Oranı %
Petrol	131,019	171,723	32
Doğal Gaz	53,806	107,998	100
Kömür	70,002	127,548	82
Hidroelektrik	17,897	29,728	66
Nükleer	7,576	27,758	266
Yenilenebilir (hidroelektrik hariç)	2,943	7,519	155
DÜNYA TOPLAM ENERJİ	283,227	475,274	66

Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2006 verilerine göre Dünya birincil enerji tüketimi içinde fosil kaynakların (petrol, kömür ve doğalgaz) payı % 86 ile birinci durumda bulunmaktadır. Nükleer enerji ise Dünya birincil enerji tüketimi içindeki yeri %6'dır. Yenilenebilir enerji Dünya birincil enerji tüketimi sadece %2 gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerjiye hidroelektrik enerjiyi de eklersek bu rakam %8 olmaktadır.

Grafik 2.1. Dünya birincil enerji tüketimindeki kaynakların payları (Tablo 2.1'deki 2006 verileri ile)



Küreselleşen dünyada, 1980'lerde gündemde olan finansal serbestleşme olgusu, sermayenin küresel düzeyde kısıtlamasız ve serbestçe hareket etmesini sağlamıştır. Bu durum, dünya çapında finansal istikrarsızlıkların yayılmasına yol açmaktadır (Başoğlu, 2000). 1980 dünya ekonomik bunalımında izlenen enflasyonist politikaların denetimden çıkması şiddetli bir ekonomik bunalımın ortaya çıkmasına yol açar. Gelişmekte olan ülkelerin borç krizi ve gelişmiş ülkelerin aşırı üretim yapmaları krizi doğuran en önemli etmenlerdir.

1980'de oluşmaya başlayan bu kriz Tablo 2.2.de de görüldüğü gibi Dünya toplam birincil enerji tüketiminde 1981 ve 1982 yıllarında azalma meydana getirmiştir. 1997'de Güney Doğu Asya ülkelerinden Tayland'da alınan devalüasyon kararı ile beliren, onu diğer Güney Doğu Asya ülkelerinin izlemesiyle ortaya çıkan ekonomik kriz, Rusya'da yaşanan ekonomik krizin de eklenmesiyle şiddetini arttırmıştır (Parasız ve Başoğlu, 2000). Asya krizinin yansımaları 1998 verilerinde birincil enerji tüketiminde daha az oranda bir artış meydana getirmiştir.

Tablo 2.2. Dünya toplam birincil enerji tüketiminde kaynaklara göre yıllar itibariyle tüketim 10^{15} Btu
(www.iea.doe.gov/pub/international/iealf/table18.xls-16.03.2009)

Enerji Kaynak Çeşitleri	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Petrol	131,019	125,928	122,652	120,846	123,142	123,055	127,206	129,613	133,593	135,379	136,431	137,559	138,103	137,889	140,380	142,635
Doğal Gaz	53,806	53,877	54,034	55,135	60,840	63,456	64,192	67,621	70,985	74,195	75,304	76,702	76,940	79,078	78,921	81,175
Kömür	70,002	71,389	72,627	74,557	78,930	82,431	83,766	86,370	88,907	89,067	89,230	86,078	85,474	86,686	87,529	88,492
Hidroelektrik	17,897	18,259	18,715	19,693	20,190	20,423	20,891	20,899	21,484	21,532	22,353	22,835	22,713	23,939	24,151	25,340
Nükleer Yenilenebilir (hidroelektrik hariç)	7,576	8,527	9,508	10,718	12,995	15,299	16,248	17,644	19,227	19,740	20,357	21,183	21,280	22,008	22,406	23,259
	2,943	3,098	3,284	3,582	3,727	3,810	3,822	3,839	4,008	4,391	3,980	4,078	4,342	4,378	4,546	4,698
Dünya Toplam Enerji	283,227	281,080	280,819	284,532	299,822	308,474	316,124	325,987	338,203	344,304	347,655	348,434	348,852	353,979	357,934	365,598

Enerji Kaynak Çeşitleri	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Petrol	145,789	149,158	150,513	153,476	155,449	156,749	157,908	161,139	166,700	169,879	171,723
Doğal Gaz	84,686	84,698	85,647	87,934	91,007	92,407	95,729	99,132	103,266	107,048	107,998
Kömür	90,151	92,600	90,885	91,763	93,623	94,855	98,178	106,677	115,551	121,736	127,548
Hidroelektrik	25,792	26,067	26,047	26,548	26,778	26,561	26,527	26,793	27,891	28,975	29,728
Nükleer Yenilenebilir (hidroelektrik hariç)	24,108	23,881	24,323	25,085	25,652	26,385	26,667	26,367	27,320	27,541	27,758
	4,850	4,949	4,966	5,148	5,422	5,195	5,551	5,914	6,421	6,881	7,519
Dünya Toplam Enerji	375,377	381,353	382,381	389,954	397,931	402,151	410,561	426,022	447,150	462,060	472,274

2.4.1. Fosil Kaynaklar

Fosil kaynaklar; hidrokarbon içeren katı, sıvı ve gaz halinde bulunan, yakıldıklarında elektrik enerjisine dönüştürülebilen kaynaklardır. Fosil yakıtlar (petrol, doğalgaz, kömür) sadece enerji hammaddesi değil; aynı zamanda birçok sanayinin (boya, plastik, eczacılık, kozmetik, demir-çelik, alüminyum, vs gibi) ana girdilerinin üretildiği hammaddelerdir (DPT, 2001:8).

Grafik 2.1.deki 2006 verilerine göre Dünya toplam birincil enerji tüketimindeki fosil kaynakların payı %86'dır. Başlıca fosil kaynaklar; petrol, kömür, doğalgaz, asfaltit, bitümlü şist, turbo, uranyum ve toryumdur.

2.4.1.1. Petrol

Petrol, İngilizce'de petroleum olarak kullanılan, Latince'de taş anlamına gelen petra ile yağ anlamına gelen oleum kelimelerinin birleşmesinden oluşmaktadır. Petroleum, yağlı taş anlamına gelmektedir. Hidrokarbon olarak da bilinen kompleks kimyasal yapıya sahip bir maddedir. Hidrokarbon, karbon ve hidrojenin uygun birleşimleriyle meydana gelen metan, etan, propan, bütan v.s.'dir. Petrolün insanlar tarafından kullanılmaya başlanması Milattan Önceki dönemlere kadar uzanır. Ticari anlamda petrol bulunması, işlenmesi ve kullanımının yaygınlaşması ise 1850'li yıllardan sonra olmuştur (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005:179).

Petrolün oluşumu, eskiden deniz olan yerlerde hayvan ve bitki kalıntıları gibi organik maddelerin üzerine zamanla yer tabakalarının yığılmasıyla meydana gelen, havasız ortamda uygun ısı, basınç ve bakterilerin de yardımıyla çürümesi sonucu milyonlarca yıl gibi bir süreçte oluşmuştur (Öztürk ve Karpuz, 2006:50). Basınç altında kalan petrol, boşluklu ve geçirgen tabakalara geçer ve rezervuar denilen yerde birikir. Sonuçta petrol, organik oluşumlardan meydana gelen anataş olarak tanımlanan kütlenin yeraltına doğru çökmesiyle oluşur.

Petrolün rafine edildikten sonra pek çok türevlerinin ortaya çıkması ve kullanım çeşitliliği sağlaması önemli bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu özelliği petrol kullanımının uzun süreler önemini koruyacağını bir göstergesi olarak görülebilir.

Petrol ham olarak bir enerji kaynağı olduğu gibi, rafinajından sonra elde edilen benzin, motorin, fuel-oil, likit petrol gazı gibi ürünlerde ikincil enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Dünya’da petrol, birincil enerji kaynakları tüketimi içinde %36’lık bir pay ile ilk sırada ve en önemli yeri tutmaktadır.

2.4.1.1.1. Dünya’daki petrol rezervleri, petrol üretimi ve tüketim

1980’li yılların başında 650-700 milyar varil civarında olan Dünya ham petrol rezervi 1987 yılında Orta Doğu ve Venezüella’da bulunan yeni rezervler neticesinde büyük bir artış göstererek 910 milyar varile yükselmiştir (DPT, 2001).

Dünya genelinde petrol rezervlerinin 2007 verilerine göre büyük bir kısmı Orta Doğu Ülkelerinde bulunmakta ve OPEC üretiminin çoğunu karşılamaktadır.

Coğrafi bölgelere göre rezervlerin dağılımına baktığımızda; Dünya ham petrol rezervinin % 61’ne Orta Doğu, % 11,6’sına Avrupa ve Avrasya, % 9,5’ine Afrika ülkeleri, % 9’una Güney ve Orta Amerika, % 5,6’sına Kuzey Amerika ve % 3,3’üne de Pasifik Asya ülkeleri sahiptir.

2007 yılı üretimleri ile hesaplandığında Dünya petrol rezervi 41,6 yıllık ihtiyacı karşılayacak düzeydedir. 2007 yılı üretim düzeyi ile; Orta Doğu’daki rezervler 82,2 yıl, Avrupa ve Avrasya 22 yıl, Afrika 31 yıl, Güney ve Merkez Amerika 46 yıl, Kuzey Amerika 14 yıl, Pasifik Asya ise 14 yıl tüketimlerini karşılayacak rezerve sahip bulunmaktadır (Tablo 2.4).

2007 yılında Dünya birincil enerji tüketiminde petrolün payının % 36 olması, rezervlerin her geçen gün azalması, son yıllarda Dünya’da yaşanan politik ve ekonomik olaylar, tükenecek olan petrolün verimli kullanılmasını gündeme getirmiştir. Rezerv artırmak için petrol aramalarının hızlanmasına ve bu aramalar için büyük kaynaklar ayrılmasına sebep olmuştur.

Tablo 2.3. Ülke gruplarına göre 2007 verileri Dünya petrol rezervi (BP, 2008:6)

ÜLKE GRUPLARI	Rezerv		Pay %	Rezerv/Yıllık Üretim Oranı
	Milyar Ton	Milyar Varil		
Avrupa Birliği	0,9	6,8	0,5	7,8
OECD	11,9	88,3	7,1	12,6
OPEC	127,6	934,7	75,5	72,7
OPEC dışı	23,6	175	14,1	14,3
Eski Sovyetler Birliği	17,4	128,1	10,4	27,4

Tablo 2.4. Dünya petrol rezervi (2007 verileri) (BP, 2008:6)

ÜLKELER	Rezerv		Pay %	Rezerv/Yıllık Üretim Oranı
	Milyar Ton	Milyar Varil		
ABD	3,6	29,4	2,4	11,7
Kanada	4,2	27,7	2,2	22,9
Meksika	1,7	12,2	1,0	9,6
Toplam Kuzey Amerika	9,5	69,3	5,6	13,9
Brezilya	1,7	12,6	1,0	18,9
Venezuela	12,5	87,0	7,0	91,3
Ekvator	0,6	4,3	0,3	22,5
Diğer Güney ve Orta Amerika	1,1	7,3	0,7	-
Toplam Güney ve Orta Amerika	15,9	11,2	9,0	45,9
Azerbaycan	1,0	7,0	0,6	22,1
Kazakistan	5,3	39,8	3,2	73,2
Norveç	1,0	8,2	0,7	8,8
Rusya Federasyonu	10,9	79,4	6,4	21,8
Birleşik Krallık	0,5	3,6	0,3	6
Diğer Avrupa ve Avrasya Ülkeleri	0,8	5,7	0,4	-
Toplam Avrupa ve Avrasya	19,4	143,7	11,6	22,1
İran	19,0	138,4	11,2	86,2
Irak	15,5	115,0	9,3	100+
Kuveyt	14,0	101,5	8,2	100+
Umman	0,8	5,7	0,5	21,3
Katar	3,6	27,4	2,2	62,8
Suudi Arabistan	36,3	264,2	21,3	69,5
Birleşik Arap Emirlikleri	13,0	97,8	7,9	91,9
Diğer Orta Doğu Ülkeleri	0,6	5,3	0,4	-
Toplam Orta Doğu	102,8	755,3	61,0	82,2
Cezair	1,5	12,3	1,0	16,8
Angola	1,2	9,0	0,7	14,4
Mısır	0,5	4,1	0,3	15,7
Libya	5,4	41,5	3,3	61,5
Nijerya	4,9	36,2	2,9	42,1
Sudan	0,9	6,6	0,5	39,7
Diğer Afrika Ülkeleri	1,1	7,8	0,7	-
Toplam Afrika	15,6	117,5	9,5	31,2
Avustralya	0,4	4,2	0,3	20,3
Çin	2,1	15,5	1,3	11,3
Hindistan	0,7	5,5	0,4	18,7
Endonezya	0,6	4,4	0,4	12,4
Malezya	0,7	5,4	0,4	19,4
Vietnam	0,5	3,4	0,3	27,5
Diğer Asya Pasifik Ülkeleri	0,4	2,6	0,2	-
Toplam Asya Pasifik	5,4	40,8	3,3	14,2
TOPLAM DÜNYA	168,6	1.237,9	100,0	41,6

Dünya ispatlanmış ham petrol rezervi 2007 yılı itibariyle 1.237,9 milyar varil olmuştur. Dünya petrol rezervlerinin %75,5'ine OPEC sahip bulunmaktadır.

Ülke gruplarının üretimlerine baktığımızda Dünya'da petrol üretimi içindeki en büyük pay % 43 ile OPEC'in elinde bulunmaktadır. OPEC dışı ülkeler %41 ile ikinci sırada, OECD ülkeleri ise % 23'lük pay ile üçüncü sırada yer almaktadır. Eski Sovyetler Birliği %16'lık bir pay alırken Avrupa Birliği ise yaklaşık % 3 ile en az petrol üreten gruptur. Üretimde başat güç, günlük yaklaşık 35 milyon varil üretim ile OPEC'tir (Tablo 2.5).

Tablo 2.5. Ülke gruplarına göre 2007 Dünya petrol üretimi (BP, 2008:9)

ÜLKE GRUPLARI	Üretim		Pay %
	Milyon Ton	BinVaril /Gün	
Avrupa Birliği	113,5	2.394,0	2,9
OECD	899,2	19.170,0	23
OPEC	1.681,3	35.204,0	43
OPEC dışı	1.600,2	33.524,0	41
Eski Sovyetler Birliği	624,5	12.804,0	16

Dünya petrol üretimine coğrafi bölgelere göre bakıldığında; %30.8 ile Orta Doğu birinci sıradadır. Sırasıyla Avrupa ve Avrasya %22, Kuzey Amerika %16.5, Afrika % 12.5, Asya Pasifik %9.7, Güney ve Merkez Amerika %8.5 ile son sıradadır. Dünya petrol üretiminde Orta Doğu ülkeleri 1.201,9 milyon ton ve 25.176 bin varil günlük üretim ile en büyük söz sahibidir (Tablo 2.6).

Dünya petrol üretimi 2007 yılında 3.905,9 milyon ton ve günlük 81.533 bin varil gerçekleşmiştir. 2007 verilerine göre Dünya petrol üretiminden ülke bazında en büyük pay %12.6 ile Suudi Arabistan ve Rusya Federasyonuna aittir. İkinci sırada %8 ile ABD, %5.4 ile İran üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 2.6).

Tablo 2.6. 2007 Dünya petrol üretimi (BP, 2008:8-9)

ÜLKELER	Üretim		Pay %
	Milyon Ton	Bin Varil/Gün	
ABD	311,5	6.879	8,0
Kanada	158,9	3.309	4,1
Meksika	173,0	3.477	4,4
Toplam Kuzey Amerika	643,4	13.665	16,5
Brezilya	90,4	1.833	2,3
Venezuela	133,9	2.613	3,4
Ekvator	26,5	520	0,7
Diğer Güney ve Orta Amerika	82,0	1.668	2,1
Toplam Güney ve Orta Amerika	332,7	6.634	8,5
Azerbaycan	42,8	868	1,1
Kazakistan	68,7	1.490	1,8
Norveç	118,8	2.556	3,0
Rusya Federasyonu	491,3	9.978	12,6
Birleşik Krallık	76,8	1.636	2,0
Diğer Avrupa ve Avrasya Ülkeleri	62,4	1.308	1,5
Toplam Avrupa ve Avrasya	860,8	17.836	22,0
İran	212,1	4.401	5,4
Irak	105,3	2.145	2,7
Kuveyt	129,6	2.626	3,3
Umman	35,5	718	0,9
Katar	53,6	1.197	1,4
Suudi Arabistan	493,1	10.413	12,6
Birleşik Arap Emirlikleri	135,9	2.915	3,5
Diğer Orta Doğu Ülkeleri	36,8	762	1,0
Toplam Orta Doğu	1.201,9	25.177	30,8
Cezair	86,1	2.000	2,2
Angola	84,1	1.723	2,2
Mısır	34,1	710	0,9
Libya	86,0	1.848	2,2
Nijerya	114,2	2.356	2,9
Sudan	22,5	457	0,6
Diğer Afrika Ülkeleri	61,5	1.224	1,5
Toplam Afrika	488,5	10.318	12,5
Avustralya	23,8	561	0,6
Çin	186,7	3.743	4,8
Hindistan	37,3	801	1,0
Endonezya	47,4	969	1,2
Malezya	34,2	755	0,9
Vietnam	16,5	340	0,4
Diğer Asya Pasifik Ülkeleri	32,9	737	0,8
Toplam Asya Pasifik	378,7	7.906	9,7
TOPLAM DÜNYA	3.905,9	81.533	100,0

Yıllar itibariyle 1997-2007 arası on yıllık petrol üretimine baktığımızda; 1999, 2001, 2002 ve 2007 yıllarında üretim miktarında bir düşme yaşanmıştır. Üretim miktarlarındaki bu düşüşte yaşanan ekonomik krizlerin etkisi olduğu söylenebilir.

Tablo 2.7. 1997-2007 arası coğrafi bölgelere göre petrol üretimi (milyon ton) (BP, 2008:9)

Bölgeler	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Kuzey Amerika	670	667	639	651	652	660	670	667	645	647	644
Güney,Orta Amerika	329	350	338	345	340	334	318	338	347	345	333
Avrupa											
Avrasya	689	687	700	725	747	786	819	850	845	848	861
Orta Doğu	1.051	1.111	1.079	1.141	1.111	1.039	1.123	1.193	1.215	1.224	1.202
Afrika	370	364	360	371	374	378	398	441	467	473	489
Asya Pasifik	371	369	365	381	377	378	373	377	378	378	379
TOPLAM	3.480	3.548	3.481	3.614	3.601	3.575	3.701	3.866	3.897	3.915	3.908

Dünya petrol tüketiminin ülke gruplarına göre baktığımızda en büyük pay %56,9 ile OECD'nindir. En büyük ikinci tüketici ise %17,8 ile Avrupa Birliği, sonrada %4,7 ile Eski Sovyetler Birliği gelmektedir (Tablo 2.8).

Tablo.2.8. Ülke gruplarına göre 2007 yılı petrol tüketimi (BP, 2008:12)

ÜLKE GRUPLARI	Milyon Ton	Pay %
Avrupa Birliği	703,9	17,8
OECD	2.249,0	56,9
Eski Sovyetler Birliği	183,8	4,7

Dünya petrol tüketimi, 2007 yılında 3.952 milyon ton ve günlük .85.220 bin varil ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Coğrafi bölgelere göre baktığımızda 2007 yılında petrol en çok %30 pay ile Asya Pasifik ülkelerinde tüketilmiştir. Kuzey Amerika %28,7 ve Avrupa-Avrasya %24'lük tüketimlik pay ile takip etmektedir.

ABD tek başına Dünya petrol tüketiminin % 23.9'u ile en büyük petrol tüketicisi durumundadır. Arkasından Çin %9,3 ile ikinci, Japonya % 5,8 ile üçüncü, Hindistan %3,3 ile dördüncü ve Rusya Federasyonu % 3,2 oranında tüketimle beşinci sırada yer almaktadır (Tablo 2.9).

Tablo 2.9. 2007 yılı Dünya petrol tüketimi (BP, 2008:11-12)

ÜLKELER	Tüketim		Pay %
	Milyon Ton	Bin Varil/Gün	
ABD	943,1	20.698	23,9
Kanada	102,3	2.303	2,6
Meksika	89,2	2.024	2,3
Toplam Kuzey Amerika	1.134,6	25.025	28,7
Brezilya	96,5	2.192	2,4
Diğer Güney ve Orta Amerika	64,1	3.301	4,0
Toplam Güney ve Orta Amerika	160,6	5.493	6,4
Fransa	91,3	1.919	2,3
Almanya	112,5	2.393	2,8
İtalya	83,3	1.745	2,1
Hollanda	48,5	1.044	1,2
Rusya Federasyonu	125,9	2.699	3,2
İspanya	78,7	1.615	2,0
Türkiye	31,1	666	0,8
Birleşik Krallık	78,2	1.696	2,0
Diğer Avrupa ve Avrasya Ülkeleri	649,5	6.323	7,6
Toplam Avrupa ve Avrasya	649,5	20.100	24,0
İran	77,0	1.621	1,9
Suudi Arabistan	99,3	2.154	2,5
Diğer Orta Doğu Ülkeleri	117,2	2.428	3,0
Toplam Orta Doğu	293,5	6.203	7,4
Mısır	30,6	651	0,8
Diğer Afrika Ülkeleri	107,6	2.304	2,7
Toplam Afrika	138,2	2.955	3,5
Avustralya	42,2	935	1,1
Çin	368,0	7.855	9,3
Hindistan	128,5	2.748	3,3
Endonezya	54,4	1.157	1,4
Japonya	228,9	5.051	5,8
Singapur	47,4	917	1,2
Güney Kore	107,6	2.371	2,7
Taiwan	52,5	1.123	1,3
Tayland	43,0	911	1,1
Diğer Asya Pasifik Ülkeleri	112,6	2.376	2,8
Toplam Asya Pasifik	1.185,1	25.444	30,0
TOPLAM DÜNYA	3.952,8	85.220	100,0

Tablo 2.10’da bazı ülkelerin 1997-2007 petrol tüketimini kıyaslayarak incelediğimizde çıkan en önemli sonuçlar şöyledir:

- ABD son on yılda tüketimini %10 arttırmış ve en büyük petrol tüketicisi durumunu korumuştur.
- Çin petrol tüketimini %88 arttırarak en büyük ikinci tüketici konumundadır. Bu artışta Çin ekonomisinin büyümesi, insanların refah seviyelerinin artması etkilidir.
- Ekonomisi büyüyen Hindistan da petrol tüketimini nerdeyse %50 arttırarak dikkat çekmektedir.

Avrupa ülkelerine baktığımızda petrol tüketimlerini %18 ile %2 arasında, Japonya %14 ve Güney Kore %3 petrol tüketimini azaltmıştır. Türkiye petrol tüketimini ise son on yılda %4 arttırmıştır (Tablo 2.10).

Tablo 2.10. Bazı ülkelerin 1997-2007 yılları petrol taleplerinin değişim oranı (BP, 2008:12)

ÜLKELER	1997	2007	Değişim %
ABD	848,0	943,1	1,11
Kanada	85,2	102,3	1,20
Meksika	79,1	89,2	1,13
Brezilya	86,8	96,5	1,11
Fransa	91,7	91,3	1,00
Almanya	136,5	112,5	0,82
İtalya	94,6	83,3	0,88
Rusya Federasyonu	129,1	125,9	0,98
Birleşik Krallık	81,3	78,2	0,96
Türkiye	30,0	31,1	1,04
Çin	196,0	368,0	1,88
Hindistan	86,5	128,5	1,49
Japonya	265,0	228,9	0,86
Güney Kore	111,4	107,6	0,97

2.4.1.1.2. Türkiye’de petrol rezervinin durumu

Ülkemiz coğrafi durumu itibariyle, petrol zengini Ortadoğu ülkelerine çok yakın bir konumda bulunmaktadır. Ancak coğrafi yakınlığına karşın, Türkiye'nin büyük bir bölümünün Alp-Himalaya Dağ Kuşağı üzerinde bulunması nedeniyle ülkemizin jeolojik konumu komşularımızdan çok farklıdır. Avrupa ortalarından Güneydoğu Asya'ya kadar uzanan kuşak üzerinde önemli sayılabilecek petrol

sahaları yoktur. Arap yarımadası ile Irak ve İran'daki büyük petrol sahaları ise Alp-Himalaya Dağ Kuşağı dışındaki alanlarda bulunmaktadır (http://www.pigm.gov.tr/petrol_potansiyelimiz.php-12.01.2009).

Türkiye rafinerilerinde işlenen ham petrolün yaklaşık % 92'lik kısmı ithal yolu ile temin edilmektedir. Ham petrolde Türkiye'nin dışa bağımlılığı yüksek oranlarda olduğundan, petrole ilişkin dünyadaki gelişmelerin önem arz etmektedir (EPDK, 2007).

Türkiye'de ham petrol rezervleri; genel olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer almakla beraber Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'nün Sismik Yoğunluk Haritasına göre Hatay, İskenderun Körfezi, Batı Karadeniz kıyıları ve Trakya Bölümünde de rezerv bulunmaktadır.

Tablo 2.11. 2007 yılı itibariyle Türkiye'de ham petrol rezervleri
(www.pigm.gov.tr/istatistikler/2007%20sonu%20itibari%20ile%20Petrol%20rezervi.xls-03.01.2009)

REZERV	Varil	Ton
Rezervuardaki Petrol	6.681.678.662	978.644.204
Üretilebilir Petrol	1.171.321.512	167.253.486
Kümülatif Üretim	906.847.415	128.510.006
Kalan Üretilebilir Petrol	264.474.097	38.743.480

Petrol bakımından zengin olmayan Türkiye'de kalan üretilebilir petrol rezervi 38.7 milyon tondur. Türkiye petrol ihtiyacının büyük bir bölümünü ithalat yoluyla karşılamaktadır.

2.4.1.1.3. Türkiye petrol ithalatı, üretimi, tüketimi

Türkiye'nin ham petrol ithalatını yaptığı ülkeler; İran, Irak, Libya, Suudi Arabistan, Rusya, Suriye, Cezair, Azerbaycan, Gürcistan, Kazakistan ve İtalya'dır. 1994 yılında en fazla ham petrol ithalatı Suudi Arabistan'dan yapılmış iken 2004 yılında ise Rusya'dan yapılmıştır (www.epdk.gov.tr/lisans/petrol/petrolbilgisistemi/tupras/ek6.htm). Ham petrol ithalatı, genelde artış eğilimi gösterdiğinden Dış Ticaret açığımızda da her geçen gün bozulma meydana getirmektedir.

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de petrole alternatif kaynakların özellikle doğalgaz kullanımının artışı sonucu petrolün payı azalma eğilimi göstermiştir. Ancak bu ikame sınırlı olmakta ve petrol önemini korumaya devam etmektedir.

Tablo 2.12. Yıllar itibariye Türkiye ham petrol ithalatı, üretimi, tüketimi (Bin Ton)
 (*www.epdk.gov.tr/lisans/petrol/petrolbilgisistemi/tupras/ek6.htm-03.01.2009,
 **www.pigm.gov.tr/istatistikler/2007%20sonu%20itibari%20ile%20Petrol%20rezer
 vi.xls-03.01.2009, ***BP, 2007:12)

Yıllar	İthalat*	Üretim**	Tüketim***
1994	21.198	3.686	
1995	23.511	3.516	
1996	22.916	3.500	
1997	23.337	3.457	30.000
1998	23.735	3.224	29.600
1999	22.984	2.940	29.500
2000	21.671	2.749	31.100
2001	23.243	2.551	29.900
2002	23.662	2.441	30.600
2003	24.096	2.375	31.200
2004	23.830	2.275	32.000
2005	23.369	2.281	30.000
2006	24.062	2.175	30.700

Tablo 2.12’da görüldüğü gibi 2006 yılı itibariyle ham petrol tüketimimizin sadece % 7’sini yerli kaynaklarla sağlayabiliyoruz. Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde enerji arz güvenliğinin sağlanması için alternatif enerji kaynaklarına yönelimini zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde 2007 yılında rafinerilerde toplam 25,59 milyon ton ham petrol işlenmiştir. Bunun 23,53 milyon tonu ithal ham petrol, 2,06 milyon tonu ise yerli ham petroldür. 2007 yılında işlenen toplam ham petrolün içinde ithal edilen ham petrole oranı yaklaşık % 92’dir. Yıl içinde ithal edilen ham petrol miktarı ile işlenen ham petrol miktarı arasındaki fark, ithalatın yapıldığı dönem ile rafinaj dönemlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (EPDK, 2007).

Enerjide dışa bağımlılık petrol fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar ile ekonomik anlamda sorunlar yaratmakta, ülke açısından büyük döviz ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Bu dışa bağımlılık pek çok iktisadi sorun yaşanabileceğinin bir göstergesi olmaktadır.

Tablo 2.12.’dan da görüleceği üzere Türkiye 2006 yılında 24.062 bin ton petrol ithalatı yapmıştır. Yıllar itibariyle varil fiyatlarında meydana gelen artış ise yıllık petrol ihtiyacı sonucunda dış ülkelere gönderilen döviz miktarında artmalara ve dış ödemeler bilançosu açıklarına neden olmaktadır.

2.4.1.2. Doğal gaz

Doğal gaz, milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan artıklarının zamanla yeryüzü kabuğunun derinliklerine gömülüp kimyasal ayrıma uğraması sonucu ortaya çıkmıştır. Bu organik maddeler doğal süreçler sonucu göl ve okyanuslarla taşınıp, dibe çökerek çamur ve kumla kaplanarak kayalaşmıştır. Giderek daha derine gömülen bu organik madde, basınç ve sıcaklık etkisiyle ayrışarak petrol, kömür ve doğal gaz gibi maddeleri oluşturmuştur (Temel Britannica, 62-63).

Doğal gaz; gaz halindeki parafin, karbon, hidrojen karışımından meydana gelir ve yüzdeleri de doğal gazın kaynağına göre değişir. Doğal gaz H tipi petrol gazı olarak da adlandırılır (Dağsöz, 1997:1).

Doğal gaza en çok dağ silislerinin yamaçlarında rastlanmaktadır. Bu dağların bir bölümü milyonlarca yıl önce meydana gelen jeolojik değişiklikler sonucu okyanuslarla kaplanmıştır.

2.4.1.2.1. Dünya doğal gaz rezervlerinin durumu, Dünya’da doğal gaz

üretimi ve tüketimi

Dünya doğal gaz rezervi 2007 yılı itibariyle 177,36 trilyon m³ olarak belirlenmiştir. Doğal gaz üretiminin 2007 yılı seviyesinde olması halinde ve yeni doğal gaz rezervleri bulunamaması durumunda 60,3 yıl sonra Dünya doğal gaz rezervi tükenecektir (Tablo 2.13).

Dünya doğal gaz rezervini coğrafi bölgelere göre baktığımızda Orta Doğu %41,3’ü ile aslan payına sahiptir, Avrasya-Avrupa ise % 33,5’lük pay ile Orta Doğu ülkeleri takip etmektedir.

Tablo 2.13. Dünya 2007 Doğal Gaz Rezervi (BP, 2008:22)

COĞRAFİ BÖLGELER	Trilyon m ³	Pay %	Rezerv/Yıllık Üretim Oranı
Kuzey Amerika	7,98	4,4	10,3
Güney-Orta Amerika	7,73	4,4	51,2
Avrupa-Avrasya	59,41	33,5	55,2
Orta Doğu	73,21	41,3	100+
Afrika	14,58	8,2	76,6
Asya Pasifik	14,46	8,2	36,9
TOPLAM DÜNYA	177,36	100,0	60,3

Dünya doğal gaz rezervine ülke gruplarına göre bakıldığında eski Sovyetler Birliği ülkeleri %30,2 pay almaktadır.

Tablo 2.14. Ülke gruplarına göre 2007 doğal gaz rezervi (BP, 2008:22)

ÜLKE GRUPLARI	Trilyon m ³	Pay %	Rezerv/Yıllık Üretim Oranı
Avrupa Birliği	2,84	1,6	14,8
OECD	15,77	8,9	14,4
Eski Sovyetler Birliği	53,53	30,2	67,7

Ülke bazında ise 44,65 trilyon m³ rezerv ile %25,2 oranında rezerv payına sahip olan Rusya Federasyonu ilk sırada yer almaktadır. Bunu 27,80 trilyon m³ rezerve sahip İran % 15,7'lik payla izlemektedir. Katar 25,60 trilyon m³ ve %14,4'lük pay ile üçüncü sırada yer almaktadır (BP, 2008:22).

Dünya doğal gaz üretimine baktığımızda coğrafi bölgelerden Avrupa-Avrasya 1,075,7 trilyon m³ ve %37'lik pay ile birinci sırada yer alırken Kuzey Amerika 775,8 trilyon m³ ve %26,6'lık pay ile en büyük ikinci üretici durumundadır. Ardından sırasıyla Asya Pasifik ülkeleri, Orta Doğu, Afrika ve Güney-Orta Amerika gelmektedir (Tablo 2.15).

Tablo 2.15. Coğrafi bölgelere göre 2007 doğal gaz üretimi (BP, 2008:24-25)

COĞRAFI BÖLGELER	Trilyon m ³	Milyon Ton Eşdeğer Petrol	Pay %
Kuzey Amerika	775,8	706,3	26,6
Güney-Orta Amerika	150,8	135,7	2,1
Avrupa-Avrasya	1.075,7	968,2	37,6
Orta Doğu	355,8	320,2	13,2
Afrika	190,4	171,3	6,5
Asya Pasifik	391,5	352,3	13,3
TOPLAM DÜNYA	2.940,0	2.654,0	100,0

Doğal gaz üretimini ülke bazında incelediğimizde en büyük iki üretici; Rusya Federasyonu 607,4 trilyon m³ ve %20,6'lık pay ile birinci, ABD 545,9 trilyon m³ ve %18,8 pay ile ikinci büyük oyuncu olarak yer almaktadır (BP, 2008:24).

Ülke gruplarına bakıldığında en büyük üretici, 1.093,3 trilyon m³ ve %37,4'lük pay ile doğal gaz üretiminde büyük rol alan OECD ülkeleridir (BP, 2008:24).

Dünya doğal gaz tüketimine coğrafi bölgelere göre bakıldığında Avrupa-Avrasya 1.155,7 trilyon m³ ve %39,4'lük pay ile en büyük tüketici konumundadır. İkinci tüketici ise Kuzey Amerika Ülkeleri 801 trilyon m³ ve %27,6'lık tüketim ile yer almakta. Sırasıyla Asya Pasifik, Orta Doğu, Güney-Orta Amerika ve Afrika ülkeleri yer almaktadır (Tablo 2.16).

Tablo 2.16 Coğrafi bölgelere göre Dünya doğal gaz tüketimi (BP, 2008:27-28)

COĞRAFI BÖLGELER	Trilyon m³	Milyon Ton Eşdeğer Petrol	Pay %
Kuzey Amerika	801,0	728,9	27,6
Güney-Orta Amerika	134,5	121,1	4,6
Avrupa-Avrasya	1.155,7	1.040,1	39,4
Orta Doğu	299,4	269,4	10,3
Afrika	83,5	75,2	2,8
Asya Pasifik	447,8	403,1	15,3
TOPLAM DÜNYA	2.921,9	2.637,8	100,0

Doğal gaz tüketimine ülke bazında baktığımızda en çok tüketen 652,9 trilyon m³ ve %22,6'lık pay ile ABD'dir. İkinci sırada 438,8 trilyon m³ ve %15'lik pay ile Rusya Federasyonu gelmektedir (BP, 2008:27).

Ülke gruplarına baktığımızda en büyük tüketici, 1.454,3 trilyon m³ ile Dünya doğal gaz tüketiminin neredeyse yarısını yapan OECD ülkeleri yer almaktadır (BP, 2008:27).

2.4.1.2.2. Türkiye'de doğal gaz rezervi, ithalatı, üretimi, tüketimi

1970'li yıllarda meydana gelen petrol bunalımları sonucunda alternatif kaynak arayışları ile Türkiye doğal gaz ile tanışmıştır. 1976'da Türkiye'de doğal gaz üretimine başlanmışsa da doğal gaz dönemi 1984'de eski SSCB ile Türkiye arasında imzalanan anlaşma ve 1987'de başlayan doğal gaz ithali ile açılmıştır (Ültanır, 1999:18).

Türkiye'de doğal gaz üretimi; Hamitabat, Değirmenköy, Çamurlu, Yulaflı, Karaçalı, Çayırdere, Göçerler, Adatepe'de yapılmaktadır (www.pigm.gov.tr/petrol_potansiyelimiz.php-12.01.2009). Bu doğal gaz sahaları Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer almaktadır.

Türkiye'de birincil enerji tüketimi içindeki payı artan doğal gaz, birincil enerji kaynakları içinde Türkiye'nin en az sahip olduğu enerji kaynağıdır.

Türkiye rezervuarındaki toplam gaz miktarı 21.856 milyon m³ dür. Üretilebilir toplam gaz 16.405 milyon m³ 'dür. Kümülatif gaz üretimi 8.666 milyon m³ olduğundan kalan üretilebilir doğal gaz rezerv miktarı 7.739 milyon m³ dür (Tablo 2.17).

Tablo 2.17. Türkiye’de 2006 sonu itibariyle doğal gaz rezervleri (milyon cm³)
([www.pigm.gov.tr/2006_doğalgaz_rezervleri.htm-03.01.2009](http://www.pigm.gov.tr/2006_do%C4%9Falgaz_rezervleri.htm-03.01.2009))

Rezervuardaki Gaz*	Üretilebilir Gaz	Kümülatif Üretim	Kalan Üretilebilir Gaz
21.856	16.405	8.666	7.739

*İspatlanmış rezervler, muhtemel rezervler ve mümkün rezervlerin toplamıdır.

Türkiye’de doğal gaz üretimi 1990 yılında 212 milyon cm³ ve 2007 yılında 907 milyon cm³ gerçekleşmiştir. On yedi yılda doğal gaz üretimi 4 katından fazla artmıştır. 2007 yılındaki bu üretim 2007 yılının tüketiminin ancak % 2,4 ünü karşılamaktadır. Doğal gaz üretimi Tablo 2.17’de görüleceği üzere istikrarsız bir yapıya sahiptir.

Doğal gazın ithaliyle hızla artış kaydeden tüketim 1990 yılında 3.458 milyon cm³’den 2007 yılında 37.357 milyon cm³’e yükselmiştir. On yedi yılda 10,8 kat doğal gaz tüketimi artmıştır (Tablo 2.18).

Doğal gaz ithalatında ise 2008 yılında tarihte en yüksek seviyesine ulaşarak 37.793 milyon cm³ olmuştur. Bu ithalat miktarı ödemeler bilançosunu olumsuz yönde etkileyerek cari açığı arttırmıştır (Tablo 2.18).

2007 yılı geçici verilerine Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre baktığımızda doğal gaz ile elektrik üretimi toplam elektrik üretiminin %48,5’ini oluşturmaktadır (Tablo 3.1). Elektrik üretiminde yüksek oranda kullanılan doğal gaz, dışarıya bağımlılığı ortaya çıkarmakta, sürdürülebilir enerji politikalarının tekrar değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Doğal gazın ucuz, temiz olması ve kullanım kolaylıklarının yanında, iletim ve dağıtımın en son kullanıcıya kadar ulaşması, zahmet gerektirmemesi talebi artıran sebeplerdir. Yapılan alım anlaşmaları ve döşenen boru hatları ile kullanımı hızla yaygınlaşmakta olan doğal gaz, bu konumunu gelecekte de sürdüreceği gibi gözükmektedir.

Tablo 2.18. Türkiye’de doğal gazın ithalat, üretim ve tüketim durumu (milyon cm³)
 (*www.botas.gov.tr/index.asp-03.02.2009,
 ** www.pigm.gov.tr/2006_dogalgaz_rezervleri.htm-03.01.2009).

YILLAR	İTHALAT *		TOPLAM İTHALAT	ÜRETİM **	TÜKETİM (İthalat+Üretim)
	DOĞAL GAZ	LNG			
1990	3.246	0	3.246	212	3.458
1991	4.031	0	4.031	212	4.243
1992	4.430	0	4.430	203	4.633
1993	4.952	0	4.952	198	5.150
1994	4.957	418	5.375	201	5.576
1995	5.560	1.298	6.858	200	7.058
1996	5.524	2.516	8.040	182	8.222
1997	6.574	3.300	9.874	206	10.080
1998	6.539	3.694	10.233	253	10.486
1999	8.692	3.666	12.358	565	12.923
2000	10.080	4.742	14.822	731	15.553
2001	11.046	5.322	16.368	639	17.007
2002	12.272	5.352	17.624	312	17.936
2003	16.195	4.993	21.188	378	21.566
2004	17.903	4.271	22.174	561	22.735
2005	22.147	4.881	27.028	707	27.735
2006	25.339	5.402	30.741	896	31.637
2007	30.583	5.867	36.450	907	37.357
2008	32.200	5.593	37.793	-	-

BOTAŞ tarafından yapılan projeksiyon çalışmalarına göre; 2009-2010 döneminde bir arz fazlası söz konusudur. 2009 yılında 7.452, 2010 yılında 6.516 milyon m³ arz fazlası vardır. 2015-2020 dönemi için de talep fazlası senaryoları yapılmaktadır. Tablo 2.18 görüleceği üzere 2020 yılında 40.791 milyon m³ doğal gaz arzına karşılık, 66.604 milyon m³ talep hesaplanmıştır. 2020 yılı için 25.813 arz açığımız mevcuttur (Tablo 2.19).

Doğal gaz talebinde diğer etkenleri sabit düşünüldüğü varsayımıyla, direkt olarak arza bağlıdır. Doğal gaz talebini etkileyen diğer faktörler temiz, kolay ulaşılabilir olmasıdır. Her geçen gün doğal gazın talebinde artış oluşmaktadır.

Tablo 2.19. Türkiye’nin doğal gaz arz/talep projeksiyonu (milyon cm³)
 (www.botas.gov.tr/index.asp-03.02.2009)

ARZ / TALEP	2009	2010	2015	2020
Doğal Gaz Talep Miktarı	41.640	44.543	56.920	66.604
Doğal Gaz Arz Miktarı	49.092	51.059	40.791	40.791

2.4.1.3. Kömür

Kömür, çok sayıda organik materyali içeren organik kısmı ile bir organik kayaç olarak tanımlanmaktadır. Başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş olup diğer kaya tabakalarının arasında damar haline milyonlarca yıl ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelmiştir. Kömür, bataklık kökenlidir ve bataklık şartlarının değişmesine bağlı olarak buralarda biriken organik maddelerin kömürleşmesi olarak tanımlanan olay sonucu değişime uğramasıyla oluşmuştur (www.tki.gov.tr/dosyalar/komur_nedir.pdf-04.12.2009).

Kömür; fosil yakıtlar içerisinde yer alan, bitkilerin doğal şartlarda çeşitli jeolojik olaylar sonucunda oluşmaktadır. Dünya’da bilinen en yaşlı kömürün 600 milyon yıllık olduğu tahmin edilmektedir (Ünver, 1998:43).

2.4.1.3.1. Dünya’daki kömür rezervi, üretimi ve tüketimi

Dünya’da fosil kaynaklı enerji çeşitleri içinde kömür en büyük potansiyele sahip olanıdır. Dünya bilinen kömür rezervlerinin ömrü 133 yıl, petrolün ömrü 41 yıl doğal gazın 60 yıl (BP, 2008) olarak tespit edilmiş olduğu göz önüne alındığında kömür önemini uzun bir süre koruyacaktır.

Avrupa-Avrasya ülkeleri bilinen rezervlerin %32’sine, Asya Pasifik ülkeleri %30,4’üne, Kuzey Amerika ülkeleri %29,6’sına sahip en büyük üç coğrafi gruptur.

Tablo 2.20. Dünya Kömür Rezervi (BP, 2008:32)

COĞRAFİ GRUPLAR	Milyon Ton	Pay %	Rezerv/Yıllık Üretim Oranı
Kuzey Amerika	250.510	29,6	224
Güney ve Orta Amerika	16.276	1,9	188
Avrupa ve Avrasya	272.246	32,1	224
Orta Doğu-Afrika	50.991	6,0	186
Asya Pasifik	257.465	30,4	70
TOPLAM DÜNYA	847.488	100,0	133

Ülke gruplarına baktığımızda kömür rezervinin %42,1’ine OECD, Eski Sovyetler Birliği de %26,7’sine sahip bulunmaktadır. Dünya kömür rezervine ülkelere göre baktığımızda ise %18,6’sına ABD, %18,5’ine Rusya Federasyonu ve %13,5’ine de Çin sahiptir (BP, 2008:32).

Kömürün en büyük üreticileri ve tüketicileri Asya Pasifik ülkeleridir. Asya Pasifik ülkelerinden Çin 2007 verileri ile 1.289,6 MTEP ile %41,6 pay kömür

üretimi ve 1.311,4 MTEP ile %41,3 tüketim nedeniyle Asya Pasifik ülkelerini yükseltmiştir. 1997-2007 arasında Dünya'daki en büyük kömür üreticisi ve tüketicisi Çin'dir (BP, 2008:34-35).

Tablo 2.21. Dünya kömür üretimleri ve tüketimleri (BP, 2008:34-35)

COĞRAFİ GRUPLAR	ÜRETİM		TÜKETİM	
	Milyon Ton Eşdeğer Petrol	Pay %	Milyon Ton Eşdeğer Petrol	Pay %
Kuzey Amerika	629,9	20,1	613,3	19,3
Güney ve Orta Amerika	55,3	1,8	22,4	0,7
Avrupa ve Avrasya	445,4	14,2	533,7	16,8
Orta Doğu	0,5	*	6,1	0,2
Afrika	154,2	4,9	105,9	3,3
Asya Pasifik	1.850,2	59,0	1.896,2	59,7
TOPLAM DÜNYA	3.135,5	100,0	3.177,6	100,0

*0.05'den az

2.4.1.3.2. Türkiye'deki kömür rezervi, üretimi ve tüketimi

Birinci jeolojik dönemde oluşan ve enerji hammaddelerinden olan kömürün Türkiye'de bulunan rezervi, Zonguldak ve Bartın şehirleri arasındaki hatta bulunur (http://www.mta.gov.tr/v1.0/haritalar/maden_haritalari/myatak/myatak1.html).

Türkiye toprakları üçüncü ve dördüncü jeolojik dönemde oluştuğundan topraklarının büyük bir kısmı gençtir. Bu da birinci jeolojik devirde oluşan kömürün topraklarımızda daha az bir sahada bulunmasına neden olmaktadır.

Yıkılmış kömürün, yaklaşık olarak, %66'ı Çatalağzı Termik Santraline, %21'si demir-çelik fabrikalarına, %6'ı çimento, çay, şeker gibi endüstriyel fabrikalarına ve %7'u da ısınma amaçlı olarak pazarlanmaktadır (www.taskomuru.gov.tr/index.php?page=sayfagoster&id=25-20.01.2009).

Türkiye toplam kömür rezervi; hazır, görünür, muhtemel ve mümkün rezervlerin toplamıyla oluşur. Bu toplam rezerv de 1.331.856 bin ton'dan oluşmaktadır (<http://www.taskomuru.gov.tr/indexphp?entityType=HTML&id=132-20.01.2009>).

Türkiye'nin on yıllık tüketimini incelediğimizde; 1997 yılında 8.452 BTEP tüketim yapmışken 2007 yılında 15.423 BTEP tüketim yapmıştır. Türkiye'nin kömür tüketimi on yılda %82 artış göstermektedir (Tablo 2.22).

Tablo 2.22. Türkiye'nin yıllar itibariyle kömür üretim ve tüketimi
 (*http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/detayGoster/4314-02.03.09, **<http://www.taskomuru.gov.tr/index.php?page=sayfagoster&id=35-15.07.09>).

YILLAR	TÜKETİM * Bin TEP	ÜRETİM ** Bin Ton
1997	8.452	2.320
1998	8.921	2.136
1999	7.708	1.990
2000	9.933	2.257
2001	7.011	2.357
2002	8.836	2.244
2003	11.201	2.011
2004	12.326	1.881
2005	12.514	1.666
2006	14.721	1.523

Türkiye 1997-2006 arasındaki kömür talep artışını üretimini artırarak değil, ithalatını arttırarak karşılamış bulunmaktadır. Bu durum Türkiye'nin dışa bağımlılığını arttırması anlamına gelmektedir.

2.4.1.4. Linyit

Linyit kömürleşme sürecinin ilk ürünlerinden olduğu gibi, turba ile taş kömürü arasında yer alır. Bu nedenle kalori değeri, düşüktür. Linyit yatakları yüzeye oldukça yakın olduğundan kolayca işlenebilir. Linyitin uzaklara taşınması, hem maliyetini artırır, hem de kolayca ufalandığı için değerini düşürür. Bu bakımdan linyit, genellikle çıkarıldığı yerlerdeki sanayi tesisleri ile konutlarda tüketilir (www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=112&tipi=5&sube=0-12.11.2008).

Türkiye'de yaygın olarak bulunan linyit jeolojik açıdan taş kömürüne göre genç sahalarda bulunduğundan Türkiye'de başta Ege Bölgesi olmak üzere neredeyse her bölgede bulunur. Türkiye'de birinci jeolojik dönemde oluşan Zonguldak Havzası dışında bulunan kömürlere linyit kömürü adı verilmektedir.

Türkiye linyit rezervleri bakımından dünyada yedinci ve üretim sıralamasında ise altıncı durumdadır. Bugün Türkiye'de işletilmekte olan 90 dolayında linyit yatağı bulunmaktadır (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005:168).

En önemli linyit yatakları; Tunçbilek, Tavşanlı (Kütahya), Soma (Manisa), Yatağan, Milas (Muğla), Beypazarı (Ankara), Elbistan (Kahramanmaraş), Menteşler (Bolu), Dodurga (Çorum)'dadır (www.mta.gov.tr/madenler/turmaden/linyit.htm).

04.01.2009). Ülkemizde esas olarak ısınma ihtiyacını gidermede kullanılan linyit; büyük miktarda çıkarılmaktadır.

Türkiye’de linyitin görünür ve muhtemel rezerv miktarı 9.300.000.000 ton olarak açıklanmıştır. Türkiye linyit maden rezervi, Dünya linyit rezervlerinin %2.05’ini karşılamaktadır. Buna göre Türkiye linyit maden türü açısından değerlendirildiğinde zengin kategorisinde yer almaktadır (DPT, 2007).

Linyitin ekonomiye katkısı enerji üretimi alanında olmaktadır. Türkiye’de linyitin %70’i termik santrallerde kullanılmaktadır. Termik santraller elektrik enerjisi üretiminde önemli bir paya sahip bulunmaktadır. Bu açıdan linyit elektrik üretimi açısından önemli bir enerji kaynağıdır.

Türkiye 1999 yılında 65.120 bin ton linyit üretimini yapmış iken 2005 yılında 54.168 bin tona düşmüştür. Tüketim ise üretime paralel olarak 65.129 bin tondan 54.164. bin tona düşmüştür (Tablo 2.23). Türkiye’de linyit üretim ve tüketiminde düzenli bir eğilim görülmemektedir. Bunun nedenleri; 2000’li yıllardan itibaren doğal gaz santrallerinin enerji üretimindeki payı artması ve linyit rezervlerinin düşük ısı değere sahip ve yoğun çevre kirliliğine neden olması sebebi ile sanayi sektöründe ve elektrik üretiminde kullanılmamasıdır.

Tablo 2.23. Türkiye linyit üretim ve tüketimleri (Bin ton) (www.dpt.gov.tr)

YILLAR	ÜRETİM	TÜKETİM
1999	65.120	65.129
2000	60.961	60.972
2001	59.632	59.632
2002	51.940	51.949
2003	46.578	46.573
2004	44.437	44.430
2005	54.168	54.164

Linyit, taşkömürü ile birlikte düşünüldüğünde, Türkiye’nin birincil enerji tüketiminde önemli bir yere sahiptir. 2006 yılı itibariyle linyitin birincil enerji tüketimi, 11.188 bin TEP olmuştur (www.enerji.gov.tr).

2.4.1.5. Asfaltit

Asfaltit; metaformoz olmuş ve böylece sertleşmiş, ısı değeri linyitten yüksek, içinde nadir mineraller bulunan ve katı yakıt olarak kullanılmakla birlikte, sentetik petrol üretimine elverişli bir hammaddestir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005:167).

Asfaltit, petrol kökenli bir kayadır. Derinlerde bulunan sıvı veya yarı sıvı durumdaki asfalt maddesinin basınç ve sıcaklık gibi etkenlerle taşınarak, yarık, çatlak ve boşluklara yerleşmesiyle oluşmuştur. Yapılan etüt ve sondajlarla 79,9 milyon ton asfaltit rezervi belirlenmiştir. Bu rezervin 44,5 milyon tonu görünür, 28.8 milyon tonu muhtemel, 6.5 milyon tonu mümkün niteliktedir (DPT, 2001:42).

Asfaltit ülkemizde 1964 yılına kadar fiilen ekonomik değeri bulunmayan, bugün Güney Doğu Anadolu'da Mardin, Şırnak, Silopi, Gercüş sahalarında çıkarılmakta ve bölgenin yakacak gereksinmesini karşılamaktadır.

Türkiye'de tüketimi son yıllarda azalmakta olan asfaltitin tüketim miktarları 1994 yılında 117 bin ton iken 1998 yılında 94 bin tona düşmüş bulunmaktadır. Asfaltit üretimi, sadece sanayiden ibaret olan talebi karşılayacak şekilde 2000-2020 yılları arasında her yıl 100.000 ton olarak belirlenmiştir (DPT-ÖİK 616, 2001:55,58).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Silopi ve Şırnak asfaltit rezervlerinin ısınma ve sanayi amaçlı değerlendirilmeleri, yakılmaları esnasında çevrede yarattıkları kirlilik de dikkate alındığında, ekonomik bulunmamaktadır. Zaten sınırlı bir üretim kapasitesine sahip olan asfaltit işletmeciliğinin sürdürülebilmesi, bölgede yeni istihdam alanları yaratılması ve ülke ekonomisine katkı sağlayabilmesi için asfaltitlere dayalı 100 MW gücündeki termik santralin yapımına hız verilmesi ile gerçekleşecektir (DPT, 2001:106).

2.4.1.6. Bitümlü şist

Bitümlü şistler veya bitümlü şeyller, kerojen kapsayan ince taneli tortul kayalardır. Kerojen, organik bir madde olup, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt içerir. Bitümlü şistler çeşitli ortamlarda çökelirler. Kömür oluşumu ile ilgili bataklıklar, lagünler, kıta platformları ve çanaklar bitümlü şist oluşumuna uygun ortamlardır. Oluşumları belirli bir jeolojik zamana bağlı değildir (DPT-ÖİK 616, 2001:43).

Türkiye'nin zengin şist kaynakları vardır. Türkiye'deki toplam bitümlü şist rezervi 1.5 milyar ton olup, kaynakların kalori değeri 850 kcal/Kg'dır. Toplam rezervin %60'ı kesin rezerv, kalanı ise potansiyel rezervdir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005:168). Türkiye'nin fosil kaynaklar bakımından zengin olmadığını söylemekle beraber sahip olduğu yerli fosil kaynaklar içerisinde bitümlü şist rezervi oldukça zengin olduğundan özellikle dışarıya bağımlılığı azaltma konusunda bunların değerlendirilmesine önem verilmelidir.

Bitümlü şist, kömür gibi termik santral yakıtı olarak veya damıtma yoluyla sentetik petrol üretimi için kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Aramalar yapılmış ve tamamı Anadolu'nun batı yarısında yer alan Beypazarı, Seyitömer, Göynük, Ulukışla, Mengen, Bahçecik ve Burhaniye'de 7 saha tespit edilmiştir. Türkiye'nin bitümlü şist potansiyeli büyük ölçüde belirlenmiş olduğundan aramalara son verilmiştir (DPT, 2001:43,44).

2.4.1.7. Turba

Çoğunlukla bitkisel maddeler ya da bitki parçaları uygun bataklık ortamlarda birikip, çökelir ve jeolojik işlevlerle birlikte yeraltına gömülürler. Yerin altında, bu organik kütleler gömüldükten sonra, sırayla basınç şartları ve ısı şartlarından etkilenirler. Bu etkilenme sonucu organik maddenin bünyesinde fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelir. Bu değişimler basınç ve ısı şartlarının değişmesiyle kömürleşme süreci başlar ve bu kömürleşme sürecinin ilk evresinde oluşan organik maddeye turba denilmektedir. Kömürlerin ataları olarak bilinen turba zamanla daha koyu renklere ve daha sert yapıya sahip olur (www.tki.gov.tr).

Ülkemizde bugünkü enerji tüketim hızı ile kömür rezervlerinin önemli bir kısmının 30 yıl sonra tükenebileceği söylenmektedir. Bu tüketimin bir bölümünü karşılamak için bile olsa turba rezervlerinden yararlanmak gerekecektir. İleride bu yönde yürütülecek çalışmaların ön koşulu olarak bitümlü şist ve turba rezervlerinin araştırılması ve teknolojik etüt çalışmaları sürdürülerek ekonomimize kazandırılması gerekmektedir.

Dünya'da elektrik enerjisi üretiminde Sovyetler Birliği, İrlanda, Finlandiya gibi ülkelerde turbadan yararlanılmaktadır. Finlandiya'da 165.000, 95.000 ve 75.000 nüfuslu üç şehir turbanın kullanıldığı merkezi ısıtma sistemiyle ısıtılmaktadır (Selçuk ve Arabul, 2000:41).

Ülkemizde şimdiye kadar yapılan çalışmalarla 19 ilimizin sınırları içerisinde çeşitli büyüklüklerde turba oluşumu belirlenmiştir. Bunlardan en önemlileri Kayseri-Ambar, Hakkari-Yüksekova ve Bolu-Yeniçağ turbalıklarıdır. Kayseri-Ambar turba yatağının orijinal bazda görünür rezervi 105 milyon ton, Hakkari-Yüksekova turba yatağının rezervi yine orijinal bazda 74,5 milyon tondur. Bulunmuş turba rezervlerimizin azlığı nedeniyle enerji üretiminde yararlanılması bugün için öncelikli görülmemektedir (DPT, 2001:44).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’NİN ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

3.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. En genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji bu enerjiyi tüketir, fakat tüketilen enerji toplam güneş enerjisinin yanında çok küçüktür (http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji-01.11.2008).

Yenilenebilir enerjiler; kullanıldıklarında tükenmeyen ve çevreye zararı en az olan enerji kaynaklarıdır. Aynı zamanda fosil olmayan enerji kaynakları da denebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitleri içerisinde hidrolik (su gücü), güneş, jeotermal, rüzgar, dalga, biyokütle ve hidrojen yer almaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil kaynaklara göre avantajları mevcuttur. Bunlar; dışa bağımlılığı azaltır, çevreye verilen zararları en aza indirir, sınırlı olan doğal kaynakların (kömür, petrol, doğalgaz... vs. gibi) tükenmesini geciktirir, enerjide sürdürülebilirliğin sağlanmasına (enerji arz güvenliğinin) katkıda bulunur. Ayrıca karbondioksit yayılımının fosil yakıtlara oranla oldukça düşük olması da eklenebilir.

Dünya’da küresel enerji talebinin ve Dünya nüfusunun giderek artmasından dolayı bir süre sonra fosil yakıtlar ihtiyacı karşılamada yetersiz kalacaktır. Dünya enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayan fosil yakıtların, yüksek kullanım oranına rağmen rezervlerinin sınırlı olması ve çevreye olumsuz etkileri nedeniyle daha güvenilir, çevre ve canlı yaşamını olumsuz etkilemeyen, enerjide dışa bağımlılığı azaltma ve enerji arz güvenliğinin sağlanması nedeni ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme başlamıştır. Yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki yerini Enerji Bakanlığı’nın aşağıdaki tablo 3.1 verilerini göre 1970–2007 yıllarını değerlendirilecektir.

Tablo 3.1. Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre yıllar itibariyle dağılımı 1970-2007 (Birim:Gwh)
(www.enerji.gov.tr/istatistik.asp-22.10.2008).

YILLAR	TAŞKÖMÜRÜ +İTHAL KÖMÜR	LİNYİT	FUEL-OİL	MOTORİN	LPG	NAFTA	DOĞAL GAZ	YENİLENEBİLİR +ATIK	TERMİK	HİDROLİK	JEOTERMAL +RÜZGAR	GENEL TOPLAM
1970	1382,3	1442,2	2336,5	263,5				165,7	5590,2	3032,8		8623,0
1971	1453,2	1527,0	3890,0	138,3				162,4	7170,9	2610,2		9781,1
1972	1431,4	1489,4	4776,9	164,5				175,5	8037,7	3204,2		11241,9
1973	1501,9	1741,7	5848,7	532,7				196,8	9821,8	2603,4		12425,2
1974	1516,3	2355,0	5379,2	664,2				206,5	10121,2	3355,8		13477,0
1975	1427,4	2685,9	4700,0	685,9				220,0	9719,2	5903,6		15622,8
1976	1345,8	2981,5	4672,9	746,6				161,2	9908,0	8374,8		18282,8
1977	1266,2	3625,8	5538,5	1343,5				218,3	11992,3	8572,3		20564,6
1978	1207,0	4362,2	5690,9	994,0				137,2	12391,3	9334,8		21726,1
1979	1066,7	5371,3	5118,4	532,1				144,5	12233,0	10288,9		22521,9
1980	911,7	5048,6	5222,8	608,4				135,7	11927,2	11348,2		23275,4
1981	892,3	5244,1	5195,5	614,8				110,0	12056,7	12616,1		24672,8
1982	912,8	5528,4	5305,8	637,8					12384,8	14166,7		26551,5
1983	787,2	7789,8	6348,4	1078,7					16004,1	11342,7		27346,8
1984	705,6	9412,7	6710,6	336,2					17165,1	13426,3	22,1	30613,5
1985	710,3	14317,5	7028,6	53,4			58,2		22168,0	12044,9	6,0	34218,9
1986	772,8	18664,5	6941,3	59,3			1340,7		27778,6	11872,6	43,6	39694,8
1987	627,8	17025,7	5418,1	77,5			2528,1		25677,2	18617,8	57,9	44352,9
1988	345,3	12141,3	3248,7	56,0			3239,5		19030,8	28949,6	68,4	48048,8
1989	317,0	19952,5	4209,2	38,3			9524,0		34041,0	17939,6	62,6	52043,2
1990	620,8	19560,5	3920,9	20,8			10192,3		34315,3	23147,6	80,1	57543,0
1991	998,4	20563,1	3291,0	2,2			12588,6	38,4	37481,7	22683,3	81,3	60246,3
1992	1814,6	22756,2	5271,3	1,7			10813,7	47,1	40704,6	26568,0	69,6	67342,2
1993	1796,1	21963,8	5171,4	3,1			10788,2	56,4	39779,0	33950,9	77,6	73807,5
1994	1977,6	26257,1	5546,8	2,0			13822,3	50,9	47656,7	30585,9	79,1	78321,7
1995	2232,1	25814,8	5498,2	273,8			16579,3	222,3	50620,5	35540,9	86,0	86247,4

Tablo 3.1'in devamı

1996	2574,1	27839,5	6174,4	365,2			17174,2	175,4	54302,8	40475,2	83,7	94861,7
1997	3272,8	30587,2	6520,7	531,4	105,2	0,0	22085,6	294,0	63396,9	39816,1	82,8	103295,8
1998	2980,9	32706,6	7275,6	308,6	222,2	116,9	24837,5	254,6	68702,9	42229,0	90,5	111022,4
1999	3122,8	33908,1	6472,4	747,7	277,5	581,9	36345,9	204,7	81661,0	34677,5	101,4	116439,9
2000	3819,0	34367,3	7459,1	980,6	324,0	547,1	46216,9	220,2	93934,2	30878,5	108,9	124921,6
2001	4046,0	34371,5	8816,6	904,0	162,1	483,5	49549,2	229,9	98562,8	24009,9	152,0	122724,7
2002	4093,1	28056,0	9505,0	270,9	34,8	933,1	52496,5	173,7	95563,1	33683,8	152,6	129399,5
2003	8663,0	23589,9	8152,7	4,4	2,9	1036,2	63536,0	115,9	105101,0	35329,5	150,0	140580,5
2004	11998,1	22449,5	6689,9	7,3	33,4	939,7	62241,8	104,0	104463,7	46083,7	150,9	150698,3
2005	13246,2	29946,3	5120,7	2,5	33,7	325,6	73444,9	122,4	122242,3	39560,5	153,4	161956,2
2006	14216,6	32432,9	4232,4	57,7	0,1	50,2	80691,2	154,0	131835,1	44244,2	220,5	176299,8
2007*	14927,2	38348,4	7630,8	8,3	461,8	600,8	92769,2	175,9	154922,4	35797,9	516,7	191237,0

*Geçici

Yenilenebilir enerji kaynakları:

- 1- Hidrolik (Su gücü) Enerji,
- 2- Güneş Enerjisi,
- 3- Jeotermal Enerji,
- 4- Rüzgar Enerjisi,
- 5- Dalga Enerjisi,
- 6- Biyokütle Enerjisi,

3.1.1. Hidrolik (Su gücü) Enerjisi

Hidroelektrik santraller akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler. Akan su içindeki enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı belirlemektedir. Büyük bir nehirde akan su ya da suyun çok yüksek bir noktadan düşürülmesinde yüksek miktarda enerji elde edilir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler (<http://www.dsi.gov.tr/hidroelektrik.htm>-10.11.2008).

Hayatın varlığı ve devamlılığı için vazgeçilmez bir kaynak olan su; petrol, kömür ve doğal gaz gibi birincil dereceli bir enerji kaynağıdır. Hayatın vazgeçilmezi olan sudan, genellikle yoğun yağış alan havzalarda ve akarsuların akım hızının yüksek olduğu yerlere konumlandırılan barajlar aracılığı ile elde edilen enerjiye “Hidrolik Enerji” denilmektedir.

Hidrolik enerji, yeşil enerji olarak da anılan yenilenebilen enerji çeşitlerinden biridir. Yenilenebilir enerjiyi sağlamak için kurulan bu hidroelektrik santraller (HES) enerji üretiminin yanı sıra içme ve sulama suyu sağlamak, yeşil alanlar yaratmak, balıkçılığı geliştirmek, ulaşımı kolaylaştırmak, turizmi geliştirmek ve su sporları için alan oluşturmak gibi birçok fayda sağlamaktır (Samsun Ticaret ve Sanayi Odası, 2008:45).

Hidrolik enerji, kuruluş maliyetinin yüksekliği ve tesislerin uzun sürede yapılmasına rağmen uzun dönemde ucuz ve çevre sağlığı açısından en yararlı enerji kaynaklarından biri olmaktadır.

Tablo 3.2. Türkiye’de üretilen toplam elektrik enerjisinde hidroliğin payı
(www.enerji.gov.tr/istatistik.asp-22.10.2008)

YILLAR	HİDROLİK Gwh	TOPLAM ELEKTRİK ÜRETİMİ (Gwh)	HİDROLİK'İN PAYI
1970	3.032,80	8.623,00	35%
1971	2.610,20	9.781,10	27%
1972	3.204,20	11.241,90	29%
1973	2.603,40	12.425,20	21%
1974	3.355,80	13.477,00	25%
1975	5.903,60	15.622,80	38%
1976	8.374,80	18.282,80	46%
1977	8.572,30	20.564,60	42%
1978	9.334,80	21.726,10	43%
1979	10.288,90	22.521,90	46%
1980	11.348,20	23.275,40	49%
1981	12.616,10	24.672,80	51%
1982	14.166,70	26.551,50	53%
1983	11.342,70	27.346,80	41%
1984	13.426,30	30.613,50	44%
1985	12.044,90	34.218,90	35%
1986	11.872,60	39.694,80	30%
1987	18.617,80	44.352,90	42%
1988	28.949,60	48.048,80	60%
1989	17.939,60	52.043,20	34%
1990	23.147,60	57.543,00	40%
1991	22.683,30	60.246,30	38%
1992	26.568,00	67.342,20	39%
1993	33.950,90	73.807,50	46%
1994	30.585,90	78.321,70	39%
1995	35.540,90	86.247,40	41%
1996	40.475,20	94.861,70	43%
1997	39.816,10	103.295,80	39%
1998	42.229,00	111.022,40	38%
1999	34.677,50	116.439,90	30%
2000	30.878,50	124.921,60	25%
2001	24.009,90	122.724,70	20%
2002	33.683,80	129.399,50	26%
2003	35.329,50	140.580,50	25%
2004	46.083,70	150.698,30	31%
2005	39.560,50	161.956,20	24%
2006	44.244,20	176.299,80	25%
2007 (Geçici)	35.797,90	191.237,00	19%

Türkiye’de elektrik enerjisinin üretiminde 2007 geçici verilerine göre % 19 ile hidroelektrik santrallerden üretilen elektrik yer almaktadır. 2000 yılında hidroelektrik santrallerinde üretilen enerji, toplam enerjinin % 25; 1990 yılında %40, 1980 yılında ise % 49 gerçekleşmiştir. HES’lerden üretilen elektrik görüldüğü gibi 1970-2007 arası genel toplam elektrik içerisindeki gittikçe azalmaktadır. Bu

azalmada iklimsel nedenler ile ekonomik büyümeye bağlı öngörülemeyen elektrik enerjisi talebinde artış sonucu kısa sürede kurulabilen doğalgaz ile çalışan santrallerin kurulup elektrik enerjisi üretiminde büyük pay olması etkili olmuştur.

3.1.1.1. Hidroelektrik enerjisinin planlama ilkeleri

Bir akarsuyun veya bir ülkenin hidroelektrik potansiyeli; brüt teorik potansiyel, teknik yapılabilir potansiyel, ekonomik yapılabilir potansiyeline göre belirlenir.

Brüt teorik potansiyel, o ülke sınırları içindeki bütün tabi akışların, deniz seviyesine kadar yüzde yüz verimle türbülenerek elde edileceği düşünülen yıllık enerji potansiyelidir.

Teknik yapılabilir potansiyel, ekonomik ve diğer şartlar gözetilmeden eldeki teknoloji ile enerjiye çevrilebilecek potansiyeldir.

Ekonomik yapılabilir potansiyel ise teknik yapılabilir potansiyelin eldeki teknoloji ile mevcut ve planlanan yerel ekonomik şartlar içinde geliştirilebilecek bölüm olarak tanımlanır. Yani, diğer alternatif enerji kaynakları ile fiyat yönünden daha ekonomik olarak değerlendirilmesidir (Altun, 1998:23).

3.1.1.2. Hidroelektrik enerjinin avantajları ve dezavantajları

Hidrolik enerjinin bazı koşullarda yatırımları yüksek olabilmekte ve çevre üzerinde bazı olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Ormanlar, ekili ve dikili verimli tarım alanları su altında kalabilmektedir. Buna örnek olarak Birecik Barajını verebiliriz. Akdeniz ikliminin kısmen görüldüğü Şanlıurfa İlinin Halfeti İlçeşinde; meyve ağaçları, seracılığın yapıldığı verimli alanlar Birecik Barajının suları altında kalmıştır.

Bunlardan başka HES'lerin dezavantajları; büyük HES'lerin ekolojik dengeye olumsuz etkilere neden olması, iklim değişikliği ve küresel ısınma sonucu kuraklığın yaşanması, su seviyelerinin düşmesi bu nedenle HES'lerin verimsiz çalışmasını sayabiliriz.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sağladığı avantajlar HES'lerde de vardır. Bu avantajların dışında pik kavramıyla ifade edilen elektrik tüketiminin yoğun olduğu saatlerde HES'lerdeki suyun kullanımını yükseltip, pik güç faydasının yüksek olmasını sağlayabilir.

3.1.1.3. Dünya’da ve Türkiye’de hidroelektrik potansiyeli

Dünyadaki hidroelektrik enerji kaynakları ağırlıklı olarak Amerika, Avrupa ve Asya kıtalarında bulunmakta ve büyük bir bölümünden % 50 hidrolik enerji potansiyeli mevcuttur (İTO, 2007:15).

Ülkemizde yenilenebilir elektrik enerjisi kaynaklarından en önemlisi olan hidroelektrik potansiyel bakımından oldukça zengindir. Daha öncede bahsettiğimiz gibi hidroelektrik planlama ilkelerinin bir araya gelmesiyle (brüt teorik, teknik yapılabilir ve ekonomik yapılabilir potansiyel) hidroelektrik potansiyel oluşur.

Tablo 3.3. Dünya’nın hidroelektrik potansiyeli (Gwh/yıl) (İstanbul Ticaret Odası, 2007:17)

	Brüt HE Potansiyeli	Teknik HE Potansiyeli	Ekonomik HE Potansiyeli	İŞLETMEDE	
				Kurulu Güç MW	Üretim Gwh/yıl
Afrika	4.000.000	1.750.000	1.100.000	20.921	83.360
Asya	19.400.000	6.800.000	3.600.000	244.819	800.605
Avustralya	594.000	200.000	90.000	13.274	43.336
Avrupa	3.200.000	1.035.000	791.000	177.397	568.726
Amerika	12.512.000	4.363.000	2.600.000	272.114	1.247.595
TOPLAM	39.706.000	14.148.000	8.181.000	728.525	2.743.622

Dünyanın hidroelektrik potansiyelini değerlendirildiğinde; Dünya’da yaklaşık 40 milyon Gwh/yıl brüt potansiyel, 14 milyon Gwh/yıl teknik potansiyel, 8 milyon Gwh/yıl ekonomik yapılabilir potansiyel bulunmaktadır. Yaklaşık olarak Dünya’nın ekonomik yapılabilir HES potansiyeli brüt hidroelektrik potansiyelinin %20’sini oluşturmaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansının 2006 verilerine göre Dünya toplam enerji üretimindeki hidrolik tesislerde üretilen enerjinin payı ise % 6 olarak gerçekleşmiştir.

Dünya hidroelektrik potansiyeli açısından Asya ve Amerika yaklaşık %80 ile önemli potansiyele sahip en zengin kıtalardır.

Avrupa’nın hidroelektrik potansiyeli ise; 3.200.000 Gwh/yıl brüt potansiyel, 1.035.000 Gwh/yıl teknik potansiyel, 791.000 Gwh/yıl ekonomik yapılabilir potansiyel bulunmaktadır. Yaklaşık olarak Avrupa’nın ekonomik yapılabilir HES kapasitesi brüt potansiyelin % 25’i dir

Dünya’da 40.000’den fazla baraj bulunmakta, bunların sadece % 20’sinde hidroelektrik üretimi yapmaktadır. Bu barajlarında % 20’si büyük baraj olarak tanımlanmaktadır. Büyük barajların % 46’sı Çin’de, % 30’u gelişmiş ülkelerde, %9’u

Hindistan'da bulunmaktadır. Dünya'da Hidroelektrik enerjisi ile 65 ülke elektrik ihtiyacının % 50'sini, 32 ülke % 80'ini, 13 ülke ise bütün ihtiyacını karşılamaktadır (İTO, 2007:17).

Tablo 3.4. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli (Gwh/yıl) (DSİ Genel Müdürlüğü, 2008:79)

	Brüt HES Potansiyeli	Teknik HES Potansiyeli	Ekonomik HES Potansiyeli
Türkiye	433.000	216.000	130.000

Türkiye'nin 433.000 Gwh olan hidroelektrik enerji potansiyeli Dünya toplam hidroelektrik enerji potansiyelinin %1'ini, Avrupa'nın hidroelektrik enerji potansiyelinin ise % 14'ünü oluşturmaktadır.

Türkiye'nin teorik yani brüt hidroelektrik potansiyeli 433.000 Gwh, teknik potansiyel 216.000Gwh ve ekonomik yapılabilir potansiyel 130.000 Gwh olarak hesaplanmıştır. Türkiye, 2007 geçici verilerine göre 35.797,90 Gwh elektriğini HES'lerden üretmiştir ve ürettiği hidroelektrik enerjisini yaklaşık dört katına kadar da arttırabilir durumdadır.

3.1.1.4. Türkiye'de hidroelektrik santralleri projelerinin durumu

Tablo 3.5. Türkiye'deki Hidroelektrik Santrali Projelerinin Durumu (DSİ Genel Müdürlüğü, 2008:79)

	HES Sayısı	Toplam Kurulu Kapasite	Ortalama Yıllık Üretim Gwh/yıl	Oran %
İşletmede	150	13.395	48.100	37
İnşaat halinde	40	3.497	11.270	9
İnşaatına henüz başlanmayan	526	19.805	70.563	54
Toplam	716	36.697	129.933	100

Türkiye'de şu anda işletilmekte olan 150 adet HES bulunmaktadır. İşletilen bu HES'lerin kurulu güçleri 13.395 mw, yıllık ortalama üretim kapasiteleri ise 48.100 Gwh/yıldır. Bu üretim kapasitesi toplam hidroelektrik potansiyelin %37'sini oluşturmaktadır.

İnşaat halinde 40 HES projesi bulunmakta, 3.497mw kurulu güç ile 11.270 Gwh'lık yıllık enerji üretimine sahip olacaktır. İnşaatına başlanmayan 526 HES projesinin bitirilmesiyle Toplam HES sayısı 716 olacak ve ortalama yıllık 129.933 Gwh üretim yapabilecektir.

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de enerji önemli bir konu olduğundan hidroelektrik enerji başta olmak üzere diğer yenilenebilir kaynaklar; dışa bağımlı olmayan, kendi içinde olan, sürekli, ekonomik ve güvenilir olmasından dikkatle incelenmelidir.

$$\begin{aligned}\text{Kapasite Kullanımı} &= \text{Yıllık Çalışma Süresi} / 8760 \\ &= \text{Yıllık Üretim} / (\text{Kurulu Güç} \times 8760)\end{aligned}$$

Dünyada biriktirmeli (baraj) HES'lerde yaklaşık olarak 2.500-3.000 saat/yıl çalıştırılmakta ve kapasite kullanımı %28-34 olarak gerçekleşmektedir. Türkiye'de HES'ler 3.548 saat/yıl çalıştırılmakta ve böylece kapasite kullanımı %40.5 (Yıllık çalışma süresi/8760=3.548/8760) olarak gerçekleşmektedir (İTÜ, 2007:68).

3.1.1.5. Türkiye hidroelektrik santrallerinin özel sektör ve kamu sektörü durumu

Türkiye'de 1980'li yıllarda özel sektörün HES projeleri içinde yap-işlet-devret ve yap-işlet modelleri ile yer almaktadır. 1990'lı yılların sonlarından itibaren özel sektör kurulu gücünü artmıştır. Özel sektörün üretimlerine satın alma garantisi verilmiş olması bu artışta etkilidir. Özel sektörün bu alana girmesiyle kamu santrallerinin talebe bağlı olarak ihtiyaç duyulmadığı zamanlarda kısıtlı çalıştırılmaları sonucunu ortaya çıkartmıştır. Bu kısıtlı kullanımda, aşırı elektrik talebinin olduğu durumlarda kısa sürede kurulabilen doğalgaz santrallerinin de etkisinin olduğunu söyleyebiliriz.

1984 yılında Türkiye'nin toplam hidroelektrik elektrik üretiminin %91 olan kamu payı 2007 yılında %86 seviyesine düşmüştür. Özel sektörün payı 1984 yılında % 9 iken 2007 yılında % 14'e çıkmıştır.

Türkiye'nin 1984 yılında toplam hidroelektrikteki kurulu gücü 3.874 MW iken kamu sektörünün payı % 94, özel sektörün payı % 6'dır. 2007 yılında ise 13.541 MW toplam hidroelektrik kurulu gücünün %85'i kamu sektörünün, % 15'i ise özel sektöründür (TEİAŞ Genel Müdürlüğü, 2008:18).

Tablo 3.6. Hidroelektrik üretiminde kamu ve özel sektör olarak gelişimi (TEİAŞ Genel Müdürlüğü, 2008:19).

YILLAR	KAMU HES MW	ORAN %	ÖZEL HES MW	ORAN %	HİDROLİK TOPLAM MW
1984	12.260	91	1.167	9	13.427
1985	10.992	91	1.053	9	12.045
1986	10.959	92	914	8	11.873
1987	17.557	94	1.061	6	18.618
1988	27.450	95	1.499	5	28.949
1989	17.046	95	893	5	17.939
1990	22.156	96	992	4	23.148
1991	21.393	94	1.290	6	22.683
1992	24.597	93	1.971	7	26.568
1993	31.728	93	2.223	7	33.951
1994	28.945	95	1.641	5	30.586
1995	33.105	93	2.436	7	35.541
1996	37.440	93	3.035	7	40.475
1997	37.342	94	2.475	6	39.817
1998	39.601	94	2.633	6	42.234
1999	31.737	91	2.961	9	34.698
2000	27.772	90	3.140	10	30.912
2001	20.409	85	3.664	15	24.073
2002	26.304	78	7.428	22	33.732
2003	30.027	85	5.364	1	35.391
2004	40.669	88	5.473	12	46.142
2005	35.046	88	4.574	12	39.620
2006	38.679	87	5.691	13	44.370
2007	30.980	86	5.226	14	36.206

Özel sektörün bu alana yatırım yapmasında ve hidroelektrik üretimindeki payını yükseltmesinde hiç şüphesiz en önemli faktör devletin özel sektöre satın alma garantisi vermiş olmasıdır.

Üretim kapasitesi talepten yüksek olduğunda fazla olan kurulu kapasite kullanılamayacaktır. Bütün santrallerin eşit koşullarda olduğu durumda elektrik enerjisi üretimine maliyeti düşük olan santralden başlanıp yüksek olana doğru sıra ile üretim yaptırılması en doğru yoldur. Ancak belirli bir kapasite imtiyazlı haklara veya üretim önceliğine sahipse maliyete bakılmadan öncelikle üretim yaptırılmaktadır. Santrallere üretim önceliği ya da imtiyazlı haklar verilirken toplam elektrik enerjisi talebi miktarı ile yıl içinde elektrik tüketim seviyelerini gösteren yük profili göz önünde bulundurulmalıdır. Türkiye elektrik sisteminde satın alma garantisi verilmiş

bulunan yap-işlet-devret gibi modellerde kapasitelerin neredeyse tam verimli olarak kullanıldığı, ancak talep miktarı ve tüketim özelliklerine göre kamu santrallerine ait kapasitenin bir kısmının kullanılmaması söz konusudur (TEİAŞ, 2008:27).

3.1.2. Güneş Enerjisi

Güneş, kendini oluşturan maddelerin birbirlerini çekmeleri ve kütle çekimi ile oluşmuştur. Toz bulutlarındaki parçacıkların birbirlerini kütle çekimi ile çekmesi sonucu oluşan yoğunlaşma ile birbirlerine doğru yaklaşan ve yaklaşırken de hızlanan, kütle çekim enerjisini kinetik (hız) enerjiye dönüştürerek güneşin çok sıcak (15- 16 milyon derece dolaylarında) olmasına yol açmıştır. Bu sıcaklıkta meydana gelen çekirdeksel tepkiler sonucu oluşan ışıınımlarının ortaya çıkarttığı basınç, güneşin daha fazla yoğunlaşarak çökmesini engellemiş ve güneş şu anki boyutlarına ulaşmıştır (Acaroğlu, 2003:15).

Güneş Enerjisi, Güneş'in çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir. Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanmaktadır. Güneş enerjinin Dünya'ya gelen küçük bir bölümü dahil insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, Güneş enerji sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir (www.soleaenerji.com/gunes_enerjisi.asp-12.03.2009).

1970'lerdeki Petrol Krizi ile insanlar alternatif enerji kaynaklarına yönelmiş ve bu da Güneş enerjisinin araştırılmasına yön vermiştir.

Güneş enerjisinin en önemli özelliklerinden biri de temin etmede bedava ve değişken maliyeti olmayan bir enerji kaynağı olmasıdır.

Güneş, canlılar için vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır. Çünkü insanların kullandığı çeşitli enerji kaynaklarının temelini Güneş oluşturmaktadır. Günlük Güneş enerjisi ile Dünya aydınlanmakta, iklimsel değişiklikler sağlanmakta, rüzgarlar esmekte ve canlıların hayatların sürdürebilmesi için fotosentez yapılabilmektedir.

Dünya'nın günlük hareketi ile dünya kendi çevresinde dönmekte ve yıllık hareketi ile de Dünya ekliptik bir yörüngede dönmektedir. Bu hareketlerle güneşten dünyaya gelen enerji hem günlük olarak hem de yıllık olarak değişmektedir (Acaroğlu, 2003:17).

Güneş enerjisi doğrudan ya da dolaylı tüm enerji ihtiyaçlarımız için kullanılabilir. Bunlar; ısıtma, soğutma, taşıma, çevre temizliği gibi. Buna benzer uygulamalar maliyet avantajı nedeniyle geleneksel enerji kaynaklarının yerini almaktadır. Örneğin açık arazi çalışmalarında elektrik üretmek için kullanılan dizel jeneratörler yerine güneş enerji panelleri kullanılmaktadır. Bazı uygulamalar daha popüler ve daha iyi bilinir. Örneğin güneş enerjisinden elektrik üretimi ve güneş enerjisi ile ısıtma en çok bilinenleridir. Bunun yanında da güneş enerjisini kullanarak kirli ve atık suların arıtılması gibi sistemler fazlaca bilinmemektedir (www.worldenergy.org).

Gelişmiş ülkelerde toplam birincil enerji tüketiminin %35-40'ı binalarda kullanılır. Bununla birlikte altyapı çalışmalarını da toplam birincil enerji tüketimi içine katılacak olursa bu oran % 50'ye yükselir. Avrupa'da toplam enerji tüketiminin %30'u sadece ısıtma için kullanılır. Bu oran binalardaki toplam enerji tüketiminin %75'ini oluşturmaktadır (www.worldenergy.org).

Güneş enerjisi hakkında büyük petrol şirketlerinden Shell firması istatistiksel projeksiyonda; karbondioksit yayılımının yükselmesi nedeniyle yenilenebilir enerji sektörünün büyüyeceğini, 2050 yılında elektrik tüketiminin % 60'ından fazlasının fosil olmayan kaynaklardan olacağını ve bu enerjinin içinde Güneş enerjisinin payının % 30 civarında olacağını tahmin etmektedir (Shell, 2008).

Dünyaya güneşten saniyede, yaklaşık $1,7 \times 10^{17}$ jülelik enerji, (170 milyar mega-Watt) ısıtımlar gelmektedir (1 jule, bir kibritin verdiği ısı enerjisinin yaklaşık binde biridir). Güneşin saldıdığı toplam enerji dünyada insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15–16 bin katıdır. Dünyaya gelen güneş enerjisi çeşitli dalga boylarındaki ısıtımlardan oluşur ve Güneş - Dünya arasını yaklaşık 8 dakikada aşarak dünyaya ulaşır. Dünyanın dışına, yani hava kürenin dışına güneş ısıtlarına dik bir metre kare alana bir saniyede gelen güneş enerjisi, 1357 j dür. Bu değer, yıl boyunca değişmez varsayılabilir. Bu sayı da Güneş Değişmezi olarak bilinir (www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/G_taniyalim.pdf-12.03.200).

3.1.2.1. Güneş enerjili (su) ısıtma sistemleri

Türkiye 36 – 42 derece kuzey paralelleri arasında güneş enerjisi potansiyeli yoğun olan bir bölge üzerinde bulunmaktadır. Güneş enerjisi kullanımı ilk olarak konut kesiminde 1986 yılında yoğun olarak başlamıştır. Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi 2609 saattir ve yılın % 29,8'ini oluşturmaktadır. Türkiye üzerine

yılda düşen güneş enerjisi 977×10^{12} kwh'dir. Bu, yıl boyunca $111,5 \times 10^6$ mw güce karşılık gelmektedir (Utlı, 2004).

Güneş ışınlarından yararlanmak için pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerden güneş enerjili sıcak su sistemleri, suyu ısıtmak için güneş ışınlarından yararlanır. Bu sistemler evsel sıcak su üretmek, bir alanı ısıtmak ve bir havuzu ısıtmak için kullanılır. Bu sistemler çoğunlukla bir güneş paneli ve bir depodan oluşur (www.nrel.gov/learning/re_solar_hot_water.html-01.03.2009).

Isıl Güneş teknolojileri, düşük sıcaklık sistemleri ve yoğunlaştırıcı sistemler olarak ikiye ayrılır. Düşük sıcaklık sistemlerinde; düzlemsel güneş kolektörleri, vakumlu güneş kolektörleri, güneş havuzları, güneş bacaları, su arıtma sistemleri, güneş mimarisi, ürün kurutma ve seralar, güneş ocaklarını içerir. Yoğunlaştırıcı sistemler ise; parabolik oluk kolektörleri, parabolik çanak sistemler, merkezi alıcı sistemlerden oluşur (www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunesisil.html-06.03.2009). Su ısıtma sistemlerinde kullanılan ise düşük sıcaklık sistemlerindeki düzlemsel güneş kolektörleridir.

Güneş enerjisi uygulamalarından en yaygını su ısıtma sistemleridir. Güneş enerjisi ile sıcak su hazırlama sistemleri, hazırlanacak suyun kullanma yerine, suyun ısıtılma şekline, sistemdeki suyun dolaşımına ve amacına göre değişiklik gösterirler. Güneş enerjili su ısıtma sistemleri teknolojik olarak iyi bilinmekle beraber yeni gelişmeler olmaktadır. Temiz enerji kullanımı bilincinin az olması, sadece ilk yatırım maliyetinin göz önüne alınması, teknik bilgi eksikliği ve bu konudaki bilginin son kullanıcıya ulaştırılmaması, eski sistemlerin düşük verimlere sahip olması gibi nedenler güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin önündeki engellerdir. 2001 yılı istatistiklerine göre evlerde sıcak su ihtiyacının %10.1'lik kısmı güneş enerjisinden karşılanmıştır (Hepbaşlı, 2004).

Güneş ısı sistemlerinin düşük ve yüksek sıcaklık uygulamaları vardır. Düşük sıcaklık uygulamaları, yapıların ısıtılmasını, konut, sanayi ve tarımda çeşitli ısı ihtiyaçlarının karşılanmasını kapsarken; yüksek sıcaklık uygulamaları ise, buhar üretiminden maden eritmeye kadar uzanmaktadır. Isıl uygulamalar içinde su ısıtıcılar, yapıların ısıtılması ve soğutucular önemlidir. Güneş enerjisinin diğer ısı uygulamaları; kurutma, acı ve tuzlu suların distilasyonu, sıcak hava motorları ile diğer termodinamik ısı çevrimler olup, tarımda ve çeşitli sanayi kesimlerinde bu uygulamalardan yararlanılabilir (Ültanır, 1998:129).

3.1.2.2. Güneş enerjisi elektrik üretim sistemleri

3.1.2.2.1 Fotovoltaik güneş pilleri

Güneşten, elektrik üretiminden faydalanabilmek güneş ışınlarının elektriğe dönüştürülmesiyle oluşur. Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edebilir veya elektrik üretiminde de kullanılabilir.

Güneş pilleri, enerji dönüştürme sırasında herhangi bir yakıt kullanmazlar, yakıtları güneş doğumu ve güneş batımı arasındaki gün ışığıdır. Üzerlerine düşen ışık ne kadar fazlaysa, üretilen enerji de o kadar fazla olacaktır. Bu yüzden, güneş pili sisteminin çalışacağı yer (coğrafi konum) ve hava şartları önemli ölçütlerindendir. Sistemin çalışması için doğrudan güneşin olması zorunlu değildir. Bulutlu ve kapalı havalarda dahi ışık ve aydınlık olduğu sürece, ışığın şiddetine bağlı olarak verim azalmasına rağmen, sistem elektrik üretebilmektedir.

Fotovoltaik güneş pilleri, yarı-iletken malzemeden oluşur ve güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirir (www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes.html-06.03.2009). Güneş pilleri, üzerine düşen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler. Güneş pili, yakıtı güneş ışığı olan, hareketli parçaları olmayan ve çevreye zararlı atıklar içermeyen bir elektrik üretim sistemidir. Güneş pilleri ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştürürler, ancak enerjiyi depolayamazlar. Işık kaynağı ortadan kalktığında, pilin elektrik üretimi de kesilir. Eğer elektrik ışık kaynağı olmadan da kullanılmak isteniyorsa, devreye bir elektrik depolayıcı (akü) eklenmelidir (Başaran ve Kurban, 2003:37).

Fotovoltaik ilk olarak 1839 yılında Fransız fizikçi Alexandre Edmond Becquerel tarafından keşfedildi. 1876 yılında ise William G. Adams ve Richard E. Day tarafından silisyum kristalleri bulundu. Ancak 1905'te Albert Einstein tarafından fotovoltaik düzgün bir şekilde ifade edilmiş ve bu sayede 1921 yılında Nobel Fizik Ödülü kazanmıştır. 1954 yılında silikon hücrelerinin verimi %6 olarak Daryl Chapin, Calvin Fuller ve Gerald Pearson tarafından ortaya konulmuştur. İlk teknik uygulama "Vanguard 1" uydusu ile 1954 yılında uydu teknolojisinde yer almıştır. 1960-1970 yıllarında havacılık sektörü fotovoltaik hücrelerin gelişiminde öncü olmuştur (www.guessistemleri.com/fotovoltaiktarihce.php-02.03.2009).

Güneş pilinin en önemli özelliği verimliliğidir. Güneş pilinin verimi, standart koşullar altında elde edilen elektrik gücünün gelen ışınım gücüne olan oranıdır. Standart koşullarda belli bir ışınım gücü (1 kW/m²), ışığın içinden geçtiği atmosfer kalınlığı ve güneş pili sıcaklığı (25 derece) olarak tanımlanır. Güneş

hücresinin diğer bir özelliği ise akım-gerilim karakteristiği ile maksimum güç noktasıdır (Çolak, 2009:32-35).

Güneş enerjisi giderek pek çok çevresel ve ekonomik avantajları ve kanıtlanmış güvenilirliği sonucu temel enerji kaynağı olarak ortaya çıkıyor. PV sistemlerinin özellikleri; yakıtı bedava, gürültü yapmaz, zararlı ve çevreyi kirletici gaz salınımları ortaya çıkarmaz, son derece emniyetli ve yüksek derecede güvenilirdir, geri dönüştürülebilir, kolay kurulabilir ve az bakım gerektirir, kırsal bölgelere elektrik sağlar, binalar PV sistemlerine uyumludur, iş imkanı ve enerji arz güvenliğinin geliştirmesine katkı sağlar. Son gelişmelerle amortisman süresi (1.5 yıl–3 yıl) giderek azalmaktadır (www.epia.org/index.php?n=1384&1=1-12.04.09).

3.1.2.2.1.1. Fotovoltaik güneş sistemlerinin maliyeti

PV sistemlerinde; sistemin büyüklüğü, nereye kurulacağı, iklime, tüketim tipine, şebeke bağlantısına ve teknik özelliklere bağlı olarak maliyet değişkenlik göstermektedir. Şebeke bağlantılı bir sistem için en düşük maliyet 4,5 – 6 USD/W dolaylarındadır. Tek basına sistemler daha pahalı olup, diğer tek basına sistemlerle rekabet edebilir seviyelerdedir (IEA, 2008:27-29).

PV sistemleri iki şekilde kurulabilir. Birincisi sistemin PV'lerin şebekeye bağlı olması, ikinci sistemde ise şebekeden bağımsız olmasıdır. Şebekeden bağımsız olan sistemlerin maliyeti şebekeye bağlı olan sistemlere oranla 2 kat daha pahalıdır. Çünkü şebekeden bağımsız olanlar batarya ve çeşitli donanımlara ihtiyaç duyarlar. Ayrıca şebekeden bağımsız olan sistemler küçük güçtedir.

PV sistemlerinden elektrik üretim maliyetindeki en önemli unsur ilk yatırım maliyetleri olmaktadır. PV sistemlerinin operasyon ve bakım maliyetleri düşük oranlarda olup ilk yatırım maliyetinin %1–3'ünü oluşturmaktadır. PV'lerin ekonomik ömrü ise 20–30 yıl kadardır. Doğru akımı alternatif akıma çeviren cihaz (inverter) ve piller periyodik olarak 5 veya 10 yıllık süreçlerde değişmek durumundadır. Elektrik üretimi saha üzerine gelen direkt güneş ışığıyla alakalıdır. Verimli PV sistemleri 1 m²'den yılda 1.100 KW yıllık güneş ışığını soğurabilirler. PV sistemlerde üretim maliyetlerini etkileyen en önemli unsurlardan biri de bölgenin güneşlenme süresi ve güneşin yoğunluğu olmaktadır (IEA, 2003:53-62).

Tablo 3.7. Fotovoltaik sistemlerde şebekeye bağlı ve şebekeden bağımsız sistemlerin watt başına maliyeti USD (IEA- PVPS, 2008:27)

ÜLKELER	Şebekeden Bağımsız		Şebekeye Bağlı	
	1 kw'den Küçük	1 kw'den Büyük	10 kw'den Küçük	10 kw'den Büyük
Avustralya	16,7-20,8	15,0-19,2	8,3-10	6,7-8,3
Avusturya	11,0-20,5	11,0-20,5	6,6-8,2	6,6-7,5
Kanada	14,0	7,2	7,9	9,3
İsviçre	14,2-18,3	12,5-14,2	7,8-8,0	6,3-7,6
Almanya	-	-	6,0-7,1	5,9
Danimarka	12,9-16,5	27,6-36,8	6,4-15,6	9,2-18,4
İspanya	20,5-27,4	20,5-27,4	9,6-12,3	7,5-9,6
Fransa	15,0-26,0	18,0-21,0	7,5-9,0	7,5
İngiltere	10,0-15,0	10,0-22,0	6,8-18,6	9,2-17,8
İsrail	8,2-12,3	-	-	-
İtalya	13,7-19,2	-	8,2-9,6	6,8-8,2
Japonya	-	-	5,9	5,4
Kore	-	-	9,0-9,8	8,7-8,8
Meksika	14,8	-	7,9	-
Norveç	21,3-30,7	-	15,4-20,5	-
Portekiz	11,0-13,7	11,0-13,7	6,8-8,2	5,8-7,5
İsveç	14,1	-	7,1-8,9	8,9
ABD	10,0-20,0	10,0-20,0	7,9	5,5-7,5
Türkiye*	13,7-19,7	16,5-20,7	8,03-9,8	6,9-8,2

* Türkiye'nin maliyeti; Fransa, İspanya, İsrail, İtalya ve Portekiz'in verileri referans alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.7'den de anlaşılabacağı üzere fotovoltaik güneş pillerinin maliyetleri; ülkeden ülkeye, şebekeye bağlı veya şebekeden bağımsız olmasına, elektrik üretme kapasitesinin büyüklüğüne ve küçüklüğüne göre değişmektedir.

Güneşten fotovoltaik sistemle avantajlı (maliyet avantajı daha düşük) elektrik üreten ülkeler; şebekeden bağımsızlarda; 1 kw'den küçük fotovoltaik pilleri İsrail, 1 kw'den büyük fotovoltaik pilleri Kanada daha ucuza üretebilmektedir. Şebekeye bağlı sistemlerde ise; 10 kw'den küçük ve 10 kw'den büyük sistemleri en ucuza üreten ülke Japonya olmaktadır.

Türkiye'nin PV maliyeti olarak hesaplanan rakamlar coğrafi konum ve iklim olarak Türkiye ile benzer olan bazı ülkelerin maliyetlerinin ortalamasıdır.

3.1.2.2.1.2. Dünya'da kurulu fotovoltaik güneş sistemleri

Dünya'da her geçen gün tükenmekte olan fosil kaynaklar, çevre kirliliği ve bunun sonucunda oluşan küresel ısınma, kalkınmanın sürdürülebilir olması için enerjinin sağlanması gerekliliği ülkeleri yerli kaynaklara yöneltmiştir. Bu yerli

kaynaklardan en önemlilerinden biri de güneştir.

Dünya’da 1992 yılında 105 MW elektrik üretebilen kurulu güç bulunmakta iken 16 yıl sonra 2007 yılında bu rakam yaklaşık 75 kat artarak 7.875 MW kurulu güce ulaşmıştır (Tablo 3.8).

Almanya’nın kurulu gücüne baktığımızda, 2007 yılında 3.862 MW kurulu güç ile fotovoltaik güneş pillerinden elektrik üretme kapasitesi birinci olan ülkedir. Almanya’nın; coğrafi konum olarak 49-45 Kuzey enlemleri arasında yer alması nedeniyle ve ikliminin Atlantik Okyanus iklimi ile Kıta iklimi arasında soğuk bir iklime sahip olması, aslında güneşi çok fazla görmeyen ve güneş enerji potansiyeli fazla olmayan bir ülke olarak Almanya’nın fotovoltaik güneş pilleri ile elektrik üretmede başarısıdır. Japonya 1.918,9 ile ikinci sırada yer alırken, ABD 830,5 MW ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Diğer ülkeler incelendiğinde; İspanya’nın 2000 yılına kadar kurulu gücü olmadığını görülmektedir. 2000 yılında ise 1 MW’lık kurulu gücü olmasına karşın 2007 yılında 655 MW’lık kurulu güç oluşturmuştur. İspanya bu kurulu güç ile Dünya’da dördüncü sırada yer almaktadır. Akdeniz ülkesi olan İspanya yedi yılda güneş enerji potansiyelini elektrik üretmede kullanmış ve başarılı olmuştur. 2020 yılına kadar AB direktifleri çerçevesinde güneş enerji ve enerji arz güvenliği sağlama amacıyla kurulu gücünü arttırma politikaları yürütmektedir. İtalya 1992 yılında 8,5 MW’lık kurulu güce sahipken 2007 yılında 120,2 MW’lık kurulu güç ile beşinci sırada olmuştur.

Tablo 3.8. Uluslararası Enerji Ajansı-Fotovoltaik Program Sistemine üye ülkelerin 1992-2007 fotovoltaik toplam kurulu güçleri MW (IEA-PVPS, 2008:7)

ÜLKELER	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Avustralya	7,3	8,9	10,7	12,7	15,7	18,7	22,5	25,3	29,2	33,6	39,1	45,6	52,3	60,6	70,3	82,5
Avusturya	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,2	2,9	3,7	4,9	6,1	10,3	16,8	21,1	24,0	25,6	27,7
Kanada	1,0	1,2	1,5	1,9	2,6	3,4	4,5	5,8	7,2	8,8	10,0	11,8	13,9	16,7	20,5	25,8
İsviçre	4,7	5,8	6,7	7,5	8,4	9,7	11,5	13,4	15,3	17,6	19,5	21,0	23,1	27,1	29,7	36,2
Almanya	5,6	8,9	12,4	17,7	27,8	41,8	53,8	69,4	113,7	194,6	278,0	431,0	1.034,0	1.897,0	2.727,0	3.862,0
Danimarka		0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	1,1	1,5	1,5	1,6	1,9	2,3	2,7	2,9	3,1
İspanya									1,0	3,0	7,0	11,0	22,0	45,0	143,0	655,0
Fransa	1,8	2,1	2,4	2,9	4,4	6,1	7,6	9,1	11,3	13,9	17,2	21,1	26,0	33,0	43,9	75,2
İngiltere	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	1,1	1,9	2,7	4,1	5,9	8,2	10,9	14,3	18,1
İsrail	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	1,0	1,3	1,8
İtalya	8,5	12,1	14,1	15,8	16,0	16,7	17,7	18,5	19,0	20,0	22,0	26,0	30,7	37,5	50,0	120,2
Japonya	19,0	24,3	31,2	43,4	59,6	91,3	133,4	208,6	330,2	452,8	636,8	859,6	1.132,0	1.421,9	1.708,5	1.918,9
Kore	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1	2,5	3,0	3,5	4,0	4,8	5,4	6,0	8,5	13,5	34,7	77,6
Meksika	5,4	7,1	8,8	9,2	10,0	11,0	12,0	12,9	13,9	15,0	16,2	17,1	18,2	18,7	19,7	20,7
Hollanda	1,3	1,6	2,0	2,4	3,3	4,0	6,5	9,2	12,8	20,5	26,3	45,9	49,5	51,2	52,7	53,3
Norveç	3,8	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9	7,3	7,7	8,0
Portekiz	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3	1,7	2,1	2,7	3,0	3,4	17,9
İsveç	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,8	6,2
ABD	43,5	50,3	57,8	66,8	76,5	88,2	100,1	117,3	138,8	167,8	212,2	275,2	376,0	479,0	624,0	830,5
TOPLAM	105,3	130,5	157,0	190,8	236,0	304,7	385,4	508,5	715,0	973,7	1.317,6	1.808,7	2.832,2	4.154,3	5.584,0	7.840,7

3.1.2.2.2. Güneş termik santralleri ve yoğunlaştırıcı güneş sistemleri

Güneş termik santralleri güneş enerjisi ile su buharı elde ederek fosil kaynaklı termik santraller gibi bu su buharını elektrik enerjisine dönüştüren santrallerdir.

Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde başlıca iki sistem kullanılır. Birincisi, güneş enerjisini direkt olarak elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaiik sistemlerdir. İkinci seçenek ise, güneş enerjisinin yoğunlaştırıcı sistemler kullanılarak odaklanması sonucunda elde edilen kızgın buhardan elektrik üretimidir (IEA, 2003:77-86).

Güneş enerjisi uygulamalarında daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için yoğunlaştırıcı sistemleri kullanılmaktadır. Yoğunlaştırıcı sistemlerde güneş enerjisi, alıcı yüzeye gelmeden önce optik ile yoğunlaştırılmaktadır. Yoğunlaştırıcı sistemler direk güneş ışığından yararlanarak yüksek sıcaklıkta buhar üretirler ve bu buharı da elektrik üretmede kullanırlar (www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html-06.03.2009).

Yoğunlaştırıcı güneş enerji sistemleri; parabolik oluk, parabolik çanak ve merkezi alıcı (güç kuleleri) olarak üçe ayrılır.

Parabolik oluk; güneş tarlası, buhar ve elektrik üretim sistemlerinden oluşur. Bu sistemde güneş doğrusal yoğunlaştırma yapılarak, güneş enerjisinden 300 derecenin üzerinde sıcaklık sağlanır ve elektrik üretimi yapılır. Parabolik çanakta ise aynalarla noktasal yoğunlaştırma yapılarak elektrik üretilir. Güç kuleleri güneş enerjisi, aynalar yardımı ile bir kule üzerine yerleştirilmiş olan alıcıya yansıtıp 1000 derecenin üzerinde sıcaklık elde edilir. Aynalar merkezi bir bilgisayar yardımı ile güneşi takip ederek güneş enerjisini kule üzerindeki alıcıya yansıtırlar. Böylece önce buhar daha sonra da elektrik üretimi gerçekleşir (www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html-06.03.2009).

3.1.2.2.2.1. Yoğunlaştırıcı güneş sistemlerinin maliyetleri

Yoğunlaştırıcı güneş sistemlerinden parabolik oluk sistemi; ilk yatırım maliyeti ve elektrik enerjisi üretme maliyetinde avantajlıdır. Isı üretmede ise merkezi alıcıların maliyeti daha avantajlı durumdadır. Parabolik oluk sistemde ise ayrıca diğer sistemlere göre daha az çıkış sıcaklığına (380 derece) ihtiyaç vardır.

İlk yatırım maliyeti diğer sistemlere (yani kömür, doğal gaz santrallerine) göre daha yüksektir. Ama elektrik üretim maliyetine baktığımızda ise

daha avantajlı durumdadır. Elektrik üretim maliyetini etkileyen önemli faktörler; sahanın güneşlenme süresi ve güneşin yoğunluğudur.

Tablo 3.9. Yoğunlaştırıcı güneş sistemleri ısı ve elektrik üretim maliyeti (www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html-06.03.2009).

Teknoloji Türü	Maksimu Çıkış Sıcaklığı (derece)	İlk Yatırım Maliyeti \$ kw	Enerji Üretim Maliyeti	
			Elektrik \$/kwh	Isı \$/kwh
Parabolik Oluk	380	2.800	0.15	0.0053
Parabolik Çanak	700	5.000	0.28	-
Merkezi Alıcı	600-700	3.000	0.16	0.004

Ar-ge'ye ayrılan bütçelerin artmasıyla beraber teknolojik ilerlemenin sağlanması ile gelecekte maliyetlerin düşeceği ve kapasitenin yükseleceği düşünülmektedir.

Tablo 3.10. Yoğunlaştırıcı güneş sistemlerinin gelecekteki maliyetlerinin durumu (IEA, 2003:96).

SİSTEM	MALİYETLER	2005	2010	2020
Parabolik Oluk	Levelised elektrik USD/kWh	0,1	0,08	0,11
	Sermaye maliyeti * USD/W	2,6	2,2	1,4
	İşletme maliyeti USD/kWh	1	0,5	0,4
	Yüzey maliyeti USD/m2	630	315	275
Parabolik Çanak	Levelised elektrik USD/kWh	0,15	0,1	0,06
	Sermaye maliyeti * USD/W	5	3,2	1,2
	İşletme maliyeti USD/kWh	4	1,5	0,9
	Yüzey maliyeti USD/m2	3.000	1.500	320
Güç Kuleleri	Levelised elektrik USD/kWh	0,11	0,07	0,04
	Sermaye maliyeti * USD/W	2,8	2,1	1,1
	İşletme maliyeti USD/kWh	1,2	0,4	0,3
	Yüzey maliyeti USD/m2	475	265	200

*Eşit risklere sahip bir başka yatırım yapılması halinde elde edilecek getiri

3.1.2.2.2. Yoğunlaştırıcı güneş sistemlerinin kapasitesi

Dünya'daki yoğunlaştırıcı güneş sistemlerinin ülke kapasitesine baktığımızda PV sistemlerinden farklı olarak gelecekte ABD'nin CSP'de diğer ülkelere göre daha fazla elektrik üretme kapasitesinin olduğu görülmektedir (Tablo 3.11).

Tablo 3.11. CSP ülke kapasite durumu (IEA, 2003:92).

ÜLKE	ELEKTRİK ÜRETME KAPASİTESİ (MW)
Avustralya	13
Mısır	35
Yunanistan	52
Hindistan	35
İran	67
İsrail	100-500
Ürdün	100-150
Meksika	40
Fas	30-50
İspanya	135
ABD	1.000

Aşağıdaki tablo 3.12'ye baktığımızda ülkelerin enerji darboğazı yaşamaması, dışa bağımlılığın azaltılması gibi etmenlerden, yerli kaynakların kullanılması ve yenilenebilir enerjiye yatırım yapılması yoğunlaşmıştır. Buna bağlı olarak Dünyada CSP teknolojisi ile güneşten elektrik üretim kapasitesi 2002'den 2020'ye kadar yaklaşık 53 kat artmış olacaktır.

Tablo 3.12. Şimdiki ve gelecekteki CSP kurulu kapasitesi - MW (IEA, 2003:93)

Teknoloji Türü	2002	2005	2010	2020
Parabolik oluk	354	650	1.600	10.050
Parabolik çanak	25	135	410	3.850
Güç Kuleleri	1	40	215	6.250
TOPLAM	380	825	2.225	20.150

3.1.2.3. Türkiye'de Güneş enerjisi potansiyeli

Türkiye'nin coğrafi konumu, 36-42 derece kuzey enlemleri arasında olması güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumda olması sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışıyım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli belirlenmiştir (www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html-06.03.09).

Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat, günlük toplam 7,2 saat, ortalama toplam ışıyım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl, günlük toplam 3,6 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Türkiye yıllık güneşlenme süresi açısından yılın yaklaşık % 30'unda (yıllık güneş alma süresi/yıllık saat = 2.640/8.640) güneş

almaktadır. Güneşlenme süresinin aylık dağılımında Türkiye ortalaması en yüksek değer 365 saat ile Temmuz ayında ve en düşük değer ise 98 saat ile Aralık ayında gerçekleşmektedir. Türkiye'nin ortalama aylık ortalama güneşlenme ışıyım şiddeti 308 cal/cm^2 ün veya $3,6 \text{ kwh/m}^2$ gündür.

Tablo 3.13. Türkiye'nin Güneş enerjisi potansiyeli
(www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgunes.html-06.03.09)

AYLAR	GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ Saat/ay
	Kcal/cm ² -ay	kWh/m ² -ay	
Ocak	4,45	51,75	103
Şubat	5,44	63,27	115
Mart	8,31	96,65	165
Nisan	10,51	122,23	197
Mayıs	13,23	153,86	273
Haziran	14,51	168,75	325
Temmuz	15,08	175,38	365
Ağustos	13,62	158,40	343
Eylül	10,60	123,28	280
Ekim	7,73	89,90	214
Kasım	5,23	60,82	157
Aralık	4,03	46,87	103
TOPLAM	112,74	1.311,00	2.640
ORTALAMA gün	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

Güneşlenme süreleri açısından bölgeler incelendiğinde; en zengin bölge 2.993 saat ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi görünmektedir. Bunu sırayla Akdeniz (2.956 saat), Ege (2.738 saat), İç Anadolu (2.628 saat), Doğu Anadolu (2.664 saat), Marmara (2.409) bölgeleri izlemekte ve en düşük değer 1.971 saat ile Karadeniz Bölgesi olmaktadır (Tablo3.13). Güneş enerjisinin ekonomik potansiyeli olarak düşünüldüğünde; Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgesi en uygun bölgelerdir.

Tablo 3.14. Türkiye'nin bölgelere göre Güneş enerjisi potansiyeli
(www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgues.html-06.03.09)

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ kWh/m²-yıl	GÜNEŞLENME SÜRESİ Saat/yıl
Güneydoğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971

Türkiye’de güneşten 2007 yılında 420 (1000 Kcal/kg) (Btep) 2006 yılında ise 403 (1000 Kcal/kg) (Btep) elektrik üretimi sağlanmıştır. Türkiye’nin potansiyelinin yukarıdaki tablodan görüleceği üzere çok daha fazla olduğu ve bu potansiyelin değerlendirilmesi gerekmektedir (www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=enerji-08.04.2009).

Türkiye’de toplam kurulu güneş pili gücünün 200 kWp civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu tesislerin tamamı kırsal kesimde (şebekeden bağımsız, kendi kendine yeterli) çalışmaktadır. Bu güneş pilleri; Türk Telekom’a ait haberleşme istasyonlarında, Orman Genel Müdürlüğü’ne ait Orman Gözetleme Kulelerinde ve Denizcilik İşletmeleri Genel Müdürlüğü’nün deniz fenerlerinde kullanılmaktadır (DPT, 2001a:78).

Türkiye güneş potansiyeli bakımından zengin sayılabilecek bir ülke olmasına rağmen; güneş enerjisinden yeterince faydalanamamaktadır. Türkiye’de güneşten elektrik üretimi genelde bilinmemekte, tanıtımı yapılmamakta ve devletçe teşvik edilmemektedir. İlk yatırım maliyetleri yüksek olan, ancak yakıt masraflarının olmaması nedeniyle işletme masrafları bulunmayan güneş enerjili elektrik üretiminin gerçekleştirilmesi için finansman imkanı bulunmamaktadır.

Yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, yıpranma olmaması, modüler olması, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi (azami bir yıl), uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması, temiz bir enerji kaynağı olması gibi nedenlerle dünya genelinde fotovoltaik elektrik enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır. AB 2010 yılında fotovoltaik elektriğin elektrik üretimi içindeki payının %0.1 olmasını hedeflemiştir. Bu üretimi elde etmek için Türkiye’de gereken kurulu güç 200 MW olmaktadır.

Gerekli yatırım miktarı ise ortalama 3500 \$/kW ve 700 milyon dolar civarındadır. Bu kurulu gücün yerli güneş pili üretimi ile gerçekleştirilebileceği açıktır (DPT, 2001a:79).

3.1.3. Jeotermal Enerji

Hidrotermal de denen jeotermal enerji, yer kürenin iç ısıdır. Adından da anlaşılacağı gibi jeo, yer ve termal de ısı demektir. Temiz, yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, çevre dostu, tükenmeyen ve yerli bir enerji türüdür. Enerji türleri arasında büyük öneme sahiptir. Ayrıca işletme maliyetinin düşük olması ve ulusal teknolojilerin kullanılabilmesi ve kolayca yararlanılabilmesi bu enerji türünün önemini artırmaktadır.

Jeotermal enerji kaynağını yer kürenin derinliklerindeki magmadan ve kayaçlardaki radyoaktiflikle oluşan sıcaklıktan alan bir enerji türüdür. Bu etki ile ısınan yeraltı suları elektrik üretmek veya konutları ısıtmak amacıyla kullanılır. Teknolojik amaçlarla kullanımı yeni olsa da hamam sularının ısıtılması gibi kullanım alanları çok eski tarihlere dayanmaktadır. Diğer alternatif enerji kaynaklarındaki gibi jeotermal enerjinin de ciddi projelere konu olması 1970'lerdeki petrol kriziyle yaşanan farklı enerji kaynaklarının aranmaya başlamasından sonra olmuştur. Türkiye jeotermal enerji kullanımında Dünya'nın yedinci Avrupa'nın ise birinci ülkesi konumundadır (www.alternaturk.org/termal.php-02.05.2009).

Jeotermal ile elektrik üretimi, elektrik santrallerinde türbinde iş üreten akışkan buhar ve gazdır. Termik santrallerde buhar üretebilmek için yeraltındaki rezervuarlar kullanılır. Yeryüzüne ulaşan jeotermal akışkan çoğunlukla su ve buhar karışımı şeklindedir. Bu karışım ayırıştırıcılar yardımı ile birbirinden ayrılarak buhar elektrik üretmek için türbine gönderilir. Türbinden çıkan buhar soğutma kulesi yardımıyla suya dönüştürülerek ayırıcılardan gelen su ile birlikte yeraltına geri gönderilir (Gökçen, 2009:47).

Türkiye gibi jeotermal enerji açısından şanslı ülkeler için bir özkaynak teşkil etmesi; yanma teknolojisi kullanılmadığı için sifıra yakın emisyonu olması; konutlarda, tarımda, endüstride ve sera ısıtması gibi alanlarda çok amaçlı ısıtma için ideal şartlar sunması; meteoroloji ve iklimsel şartlarından bağımsız olması; kullanıma hazır niteliği; fosil enerji veya diğer enerji kaynaklarına göre çok daha ucuz olması; arama kuyularının doğrudan üretim tesislerine ve bazen reenjeksiyon (yeraltına geri pompalama) alanlarına yakın kurulabilmesi; yangın, patlama, zehirlenme gibi risk faktörleri taşımadığından güvenilir olması; % 95'in üzerinde

verimlilik sağlaması; diğer enerji türleri üretiminin (hidroelektrik, güneş, rüzgar, fosil enerji) aksine tesis alanı ihtiyacının asgari düzeylerde kalması; yerel niteliği nedeniyle ithalinin ve ihracının uluslararası durum, krizler, savaşlar gibi faktörlerden etkilenmemesi; konutlara taşınması gibi problemler içermediği için kullanımının rahatlığı gibi nedenlerle büyük avantajlar sağlamaktadır (http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerji-02.05.2009).

Eski tip jeotermal santraller, üretilen her MWh elektrik için en fazla 0,136 kg karbonu dışarı verirler. Bu değer geleneksel sistemlerle kıyaslandığında, doğalgaz ile çalışan bir santral için 128 kg/MWh, 6 nolu fuel-oil ile çalışan bir santral için 190 kg/MWh ve kömür ile çalışan bir santral içinse 226 kg/MWh 'tır Bugün jeotermal enerji kullanımı sonucunda, fosil yakıtlarının tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmuru gazlarının atmosfere atımından dolayı meydana gelen zararlı etkiler azaltılmıştır. Yeni nesil modern jeotermal santrallerinde, yoğunlaşmayan gazları buharın içinden alıp, kullanılmış jeotermal akışkan ile birlikte yeraltına geri veren reenjeksiyon sistemleri vardır. Bu jeotermal santraller ile jeotermal ısıtma sistemleri tarafından dışarı hiç bir şey atılmaz (DPT, 2001b:43).

Jeotermal enerji üç aşamada incelenir.

- Yüksek enerjili jeotermi: 150-300 derece suları barındıran kaynaklar, sıcaklığın fazla olması elektrik üretimini kolaylaştırır.
- Orta enerjili jeotermi: Su sıcaklığı 80 - 150 derecedir. Elektrik enerjisi üretiminde yararlanmak mümkün fakat bu sıcaklık elektrik santrallerinde su kaynaması için yeterince verimli olmadığı için, santralarda su yerine buharlaşma noktası daha düşük sıvılar kullanılır.
- Düşük Enerjili Jeotermi: Ortalama su sıcaklığı 70 derece ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılamayan sular genellikle konutların ısıtılmasında kullanılır (www.alternaturk.org/termal.php-02.05.2009).

3.1.3.1. Jeotermal enerji sisteminde maliyet

Jeotermal santrali tesis edilme; diğer yenilenebilir enerji sistemlerine göre, jeotermal santralinin ön yatırım maliyetleri olduğundan daha yüksektir. Öngörülen santral kapasitesi; kaynak çeşidi (buhar veya sıcak su), ısı derecesi, rezervuar verimliliği, açılacak kuyu sayısına bağlıdır. Güç santralinin maliyeti, jeotermal santralin büyüklüğüne ve çeşidine bağlı olduğu kadar çevresel düzenlemeler de etkiler (IEA 2003:126).

ABD’de hem arsanın hem de jeotermal santrali kurmanın maliyeti 1.500–5.000 USD arasında değişmektedir. Maliyet, santralin büyüklüğünün yanında kaynağın ısısına ve kimyasına göre de değişir. Avrupa’da ise maliyetler 1.000-10.000 avro arasında santralin büyüklüğüne ve kurulduğu bölgeye göre değişir. Avrupa Komisyonu’na göre sıcak kuru buhara bağlı santrallerin kW başına maliyeti 16.000-18.000 avro arasında değişmektedir. Yapılan araştırmalara göre 2010 yılında kW başına maliyeti 2.000-3.000 avroya düşmesi tahmin edilmektedir (IEA 2003:126).

Tablo 3.15. ABD jeotermal santrali maliyeti (IEA 2003:126).

Santralin Büyüklük	Maliyet
1-5 MW arası santraller	3.000-5.000
5 MW’tan büyük santraller	1.500-3.000

Elektrik elde etme için kurulan santrallerin yanında bir de jeotermal ile konut ısıtma söz konusudur. Jeotermal ile merkezi ısıtma sistemlerinde, yatırım maliyetinin en büyük payı boru şebekesinin döşenmesine harcanmakta ve %70’i oluşturmaktadır. Yatırım maliyetinin % 10’u binanın adaptasyonuna, %10’u üretim ve reenjeksiyon (suyu geri pompalama) kuyularına, % 5’i ısı merkezine ve diğer %5’i projenin üretilmesine harcanmaktadır.

Aşağıdaki tablo 3.16’da; hem santralin ilk yatırım maliyeti hem de birim başına toplam elektrik üretim maliyeti bakımından jeotermal enerji santrallerinde kaynak tipine göre kuru buharlı jeotermal avantajlı olduğu görülmektedir.

Tablo 3.16. Jeotermal akışkanın tipine göre kurulan santrallerin yatırım birim ve diğer işletme maliyetleri (USD) (DPT, 2001b:29).

Kaynak Kuruluş Tipi	Kurulu Santral Maliyeti USD/kWh	Amortisman cent/kWh	İşletme bakım maliyeti cent/kWh	Kuyu yada akışkan Maliyeti cent/kWh	Toplam Üretim Maliyeti cent/kWh	Yapım Süresi Yıl
Kuru Buhar	300	0,4	0,1	1,3	1,8	3
Tek Buharlaştırılmalı	500-800	0,7-1,1	0,3	1,7-2,7	2,7-4,1	3
Çift Buharlaştırılmalı	500-950	0,7-1,4	0,3	1,5-2,5	2,5-4,2	3
Binary (ikili)Çevrim Sistemi	1.200-2.000	1,7-2,8	1,2	1,5	4,4-5,5	2

3.1.3.2. Jeotermal enerjinin Dünya'daki durumu

İtalya'da Larderello sahasında 1904 yılından beri, Kaliforniya'da Geyser sahasından 48 yıldır jeotermalden elektrik enerjisi üretilmektedir. 1890'dan beri Boise, Idaho'da (ABD) ve 1934'den bu yana Reykjavik'de (İzlanda başkenti) jeotermal kaynaklı merkezi ısıtma sistemi bulunmaktadır. Ayrıca, Paris banliyölerinde 85.000 konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır (http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerji-02.05.2009).

Dünya'nın 1999 yılında jeotermal kurulu gücü 8.267 MWe iken 2010 yılındaki muhtemel kurulu gücü 11.091 MWe olacaktır. Bu jeotermal kurulu gücündeki artış Dünya'daki kurulu gücün % 34 artacağı anlamına gelir. Jeotermalden en fazla elektrik üretme kapasitesi olan ülke ABD'dir.

Tablo 3.17. Dünya'nın jeotermal kurulu ve 2010 muhtemel gücü (*DPT, 2001b:7-8 ve ** US DOE, 2008:25)

ÜLKELER	1999 Kurulu Gücü * MWe	2010 Muhtemel** MWe
ABD	2.850	3.000
Filipinler	1.901	1.991
Endonezya	590	1.192
Meksika	743	1.178
İtalya	742	910
Yeni Zelanda	364	590
İzlanda	110	580
Japonya	530	535
El Salvador	110	204
Kostarika	120	197
Rusya	11	185
Kenya	45	164
Nikaragua	70	143
Türkiye	20	83
Papua Yeni Gine	-	56
Portekiz	16	35
Çin	32	28
Almanya	-	8
Etiyopya	8	7
Fransa	5	5
TOPLAM DÜNYA	8.267	11.091

Sanayileşmiş ülkelere bakıldığında; ABD'nin toplam elektrik kurulu kapasitesinin %04'ünü jeotermal oluşturmaktadır. Toplam elektrik kurulu kapasitesinin; Japonya'nın %03'ünü, İtalya'nın % 1.1'ini, Yeni Zelanda'nın % 4.1'ini oluşturmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise jeotermalin toplam elektrik kurulu gücünün Filipinlerde % 18, Nikaraguay'da % 17, Kostarika'da % 11 olduğunu görmekteyiz (DPT, 2001b:8-9).

3.1.3.3. Jeotermal enerjinin Türkiye'deki durumu

Türkiye'nin toprakları jeolojik zaman olarak üçüncü ve dördüncü zamanlarda oluştuğu için genç toprakları vardır. Yüksek sıcaklıklı jeotermal akışkan içeren sahalar genelde genç tektonik etkinlikler sonucu oluşan grabenlerden dolayı Türkiye'nin batısında yer almaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalar ise volkanizmanın ve fay oluşumlarının etkisi ile Orta ve Doğu Anadolu'da ve Kuzey Anadolu Fay hattı boyunca da kuzeyde yer almaktadır (DPT, 2001b:31).

Nisan 2009 itibariyle jeotermal elektrik santrali kurulu kapasitesi 82.65 MWe'dir. Saha geliştirme çalışmaları ve yapımı devam eden santrallerin kapasitesi de 17.2 MWe'dir. Türkiye'nin mevcut sahaları ile kanıtlanmış jeotermal elektrik üretim kapasitesi 570 MWe olarak hesaplanmıştır (Gökçen, 2009:47).

Ülkemiz jeotermal enerji potansiyeli açısından dünyadaki zengin ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'de toplam 1000 dolayında sıcak ve mineralli su kaynağı vardır. Bilinen jeotermal alanların %95'i ısıtmaya ve kaplıca kullanımına uygundur. Muhtemel jeotermal potansiyelimiz ile Türkiye'deki konutların en az %30'unun jeotermal kaynaklarla ısıtılabilceği anlamına gelmektedir. Bu da 30 milyar m³ doğalgaz eşdeğeridir (DPT, 2001b:35-36).

Türkiye şartlarında jeotermal ve doğalgaz ısıtma sistemlerinin maliyetleri kıyaslandığında; jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin komple yatırımı 100 metrekarelik daire başına 1500-2500 \$ olarak değişmektedir. İşletmede ise doğalgaza göre %70 daha ucuzdur. Doğalgazın getirilmesi, şehirde gazın dağıtılması ve vatandaşın bunu alması evindeki tesisatın gaza göre dönüşün yapması konut başına 2000-2500 dolardır (www.mmo.org.tr-21.04.2009).

Türkiye'deki konut ısıtma maliyetlerini karşılaştırdığımızda aşağıdaki tablo 3.18'den de anlaşılacağı gibi en ucuz ısıtma sisteminin jeotermal enerjiyle ısıtma olduğunu görmekteyiz. İkinci sırada ise doğal gaz yer almaktadır. En pahalı sistem elektrik ve ardından da motorin ısıtma gelmektedir.

Tablo 3.18. Türkiye’de konut ısıtma maliyetleri (2000 yılı İstanbul ve Ankara için) (DPT, 2001b:40).

YAKIT	TL/1000 Kcal	TL/KWh
Doğal Gaz	0,17	0,15
Kalorifer Yakıtı	0,25	0,22
Motorin	0,46	0,40
Elektrik	0,48	0,42
İthal Kömür	0,21	0,18
LPG 12 kg	0,35	0,31
Jeotermal	0,08-0,10	0,07-0,08

3.1.4. Rüzgar Enerjisi

Temiz, yenilenebilir, çevreye uygun, enerjiye çevrilmesi kolay olan, çevresel değişikliklerden az etkilenen, yakıt ihtiyacı duymayan rüzgar enerjisi büyük önem arz etmektedir. Günümüzde kullanımı ve teknolojisi en çok gelişen yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir (İTO, 2007:25).

Rüzgar, meteorolojik olarak atmosferdeki hava basınç farklarından ortaya çıkar. Enerji; hayatın özünde yatan temel güç, hareketin ve işin kaynağıdır. Rüzgarlar, günlük ve mevsimlik ısınma farklılıklarından doğar. Dünyanın bulunduğu Samanyolu sisteminde güneş, egemen ve diğer (tüm fosil ve yenilenebilir) enerjilerin de kaynağıdır. Güneşten Dünyaya saatte 100 milyar MW enerji ulaşmaktadır. Güneşten gelen enerjinin bir bölümü bitkiler tarafından biomass enerjisine dönüştürülmektedir (İTO, 2001:1-3).

Rüzgar enerjisinin oluşumu; güneş enerjisinin kayaları, denizleri ve atmosferi her yerde özdeş ısıtması sebebiyle oluşan sıcaklık ve basınç farkları rüzgarı oluşturur kısaca rüzgar enerjisi, hız enerjisine (kinetik enerjiye) dönüşmüş güneş enerjisidir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık % 1-2’si rüzgar enerjisine dönüşmektedir (Karadereli, 2001:1).

Rüzgar enerjisinin kullanımı çok eskilere dayanmakta ilk olarak, Asya Medeniyetlerinden Çin, Tibet, Afganistan ve İran’da kullanıldığı bilinmektedir. Rüzgar tribünlerinin kullanımına ait ilk yazılı bilgiler M.Ö. 2.-3. yüzyılda basit yapıdaki yatay-eksenli rüzgar türbinleri hakkındadır. Düşey eksenli ilk rüzgar türbinleri, M.Ö. 5.-9. yüzyılda Farşlılar tarafından dizayn edilmiş ve buğday öğütme ve su pompalama amaçlı kullanılmış ve düşey yelkenlerden oluşmuştur. Rüzgar gücü kullanımı Asya’dan Avrupa’ya 10.yüzyıl civarında tarım amaçlı geçmiştir. Hala

günümüzde birçok ülkede çiftçiler tarafından kullanılan rüzgar değirmenleri daha çok kuyulardan su çekmek amaçlı kullanılmaktadır (www.elektrikenerji.gen.tr/haberler/son-haberler/ruzgar-enerjisinin-tarihte-ilk-kullanimi.html-12.04.2009).

Rüzgarın hızı, bir rüzgâr türbininin elektriğe çevirebileceği enerji miktarı açısından oldukça önemlidir. Rüzgarın içerdiği enerji, ortalama rüzgâr hızının küpü oranında değişmektedir. Yani rüzgarın hızı 2 katına artarsa, enerjinin miktarı da 8 kat artar demektir (http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r_enerjisi-18.03.2009). Rüzgar enerji santralleri rüzgarın daha hızlı olduğu alanlara kurulur. Bu da santralin verimliliğinin rüzgarın hızına bağlı olduğu anlamına gelir.

Rüzgar türbin teknolojisi; yapı, elektrik, elektronik, makine, inşaat, bilgisayar mühendisliği, enerji verileri ve tahminler de meteorolojinin konusuna girmektedir (Tolun, 2009:38).

Rüzgar enerjisi, rüzgar olarak hareket eden hava kütesinin kinetik enerjisidir ve süpürme alanından geçen hava kütlesi ile orantılıdır. Rüzgarın gücü ise bu enerjinin birim zamandaki değeridir. Rüzgar hızı arttığında rüzgar gücü de bunun küpü oranında doğru orantılı olarak artar (Tolun, 2009:37).

RES kurulabilecek alanlarda fizibilite çalışmasında; coğrafi şekillere, arazinin eğimine, yerleşim alanlarına, ormanlık alanlara, karayollarına, demiryollarına, havaalanlarına, limanlara, kuşların göç yollarına, özel koruma alanlarına dikkat edilmelidir.

3.1.4.1 Rüzgar enerjisinin maliyeti

Rüzgar enerjisinin maliyetini belirleyen faktörler; yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve finansman maliyetlerinden oluşur. Yatırım maliyeti, rüzgar santralının kurulumu ve şebekeye bağlantısını, işletme maliyeti; operasyon, bakım ve kira masraflarını, finansman maliyetleri de borç ödemesini kapsamaktadır. Karadaki rüzgar enerjisinin maliyeti rüzgar enerjisinin yatırım maliyeti toplam maliyetin %75-90'ını oluşturan en büyük unsurdur (www.bwea.com/ref/econ.html-09.05.2009).

Rüzgar türbinleri; karada ve denizde olmak üzere iki şekilde kurulabilmektedir. Kara türbinlerinin kw başına maliyeti 850-950 USD arasında değişmektedir. Bu tutarın 600-800 USD'sini türbin, kule, jeneratör gibi makineler, geri kalanını ise şebekeye bağlantı ve inşaat mühendisliği altyapısı oluşturmaktadır (IEA, 2003:149-150).

Tablo 3.19. Kara rüzgar türbinin ortalama yatırım maliyeti (600 kW'lık yatırım için) (IEA, 2003:150)

MALİYETLER	2000 yılı fiyatları kW başına USD
Makinelerin Maliyeti (jeneratör, kule, dişli çark, pala, kompozit dönenç, ... vb)	715
Altyapı ve Şebekeye bağlantı	185
Toplam Yatırım Maliyeti	900

Kıydan esen rüzgar türbinin maliyeti 1.100-2.000 USD arasında değişmektedir. Bu maliyet kara türbin kurulumundan yaklaşık % 35 daha pahalıdır. Danimarka'da kurulmuş olan kıydan esen Middelgrunden rüzgar çiftliğinin 1 kw başına maliyeti 1.233 Avro'dur. Kıyı rüzgar türbinleri, kara rüzgar türbinlerine göre % 35-100 arasında daha pahalıdır (IEA, 2003:150).

Tablo 3.20. Kıydan esen rüzgar türbininin yatırım maliyeti (IEA, 2003:151)

Maliyetin Bileşenleri	kW başına Avro	Oran %
Türbin	675	55
Kurulum	238	19
İç Şebeke	115	9
Dış Şebeke	103	8,5
Diğer	103	8,5
TOPLAM MALİYET*	1,234	100

* Danimarka Middelgrunden rüzgar çiftliğinin maliyeti

3.1.4.2 Rüzgar enerjisinin Dünya'daki durumu

Dünya rüzgar enerji potansiyelinin, 50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanda 26.000 TWh/yıl olduğu ve ekonomik ve diğer nedenlerden dolayı 9.000 TWh/yıl net kapasitenin kullanılabilir olduğu tahmin edilmektedir. Yine yapılan çalışmalara göre, Dünya karasal alanları toplamının %27'sinin yıllık ortalama 5.1 m/s'den daha yüksek rüzgar hızının etkisi altında kaldığı belirtilmektedir. Bu rüzgar enerjisinden yararlanma imkanının olabileceği varsayımıyla 8 MW/km² üretim kapasitesi ile 240.000 GW kurulu güce sahip olunacağı hesaplanmaktadır (www.meteor.gov.tr).

Dünya Rüzgar Enerji Kurumu'nun raporuna göre 2008 yılı sonu itibarıyla 121.188 MW'lık rüzgar enerjisi santrallerinden 260 TWh elektrik enerjisi üretilmiştir. 260 TWh'lik elektrik enerjisi Dünya toplam 2008 elektrik tüketimini

%1.5'ini oluşturmaktadır. Gelişimi ve yarattığı ekonomi ile 2008 yılında rüzgar enerjisi sektörü 440.000 kişiye iş imkanı sağlamış ve 40 milyar avro ciro oluşturmuştur (WWEA, 2009:4).

Dünya rüzgar türbinlerinin kapasitesi 2007 yılında 7.480 MW iken 2008 yılında 121.188 MW ile 16 kat artış sağlanmıştır. 2009 yılında ise 2008'e göre %25'lik bir kapasite artışı beklenmektedir. 2010 yılında ise 2008'e göre % 56'lık kapasitesinde bir artış beklenmektedir.

Dünya'da 2020 yılında 1.500.000 MW kapasite ile bugünkü Dünya elektrik tüketiminin % 18'ini rüzgar enerjisinden sağlanacağını düşünülmektedir (Tolun, 2009:37).

Tablo 3.21. Dünya'da toplam kurulu rüzgar türbini kapasitesi MW (WWEA, 2009:4).

DURUM	YILLAR	KAPASİTE MW	ARTIŞ ORANI %
Gerçekleşen	1997	7.480	
Gerçekleşen	1998	9.667	29
Gerçekleşen	1999	13.700	42
Gerçekleşen	2000	18.039	32
Gerçekleşen	2001	24.322	35
Gerçekleşen	2002	31.181	28
Gerçekleşen	2003	39.295	26
Gerçekleşen	2004	47.693	21
Gerçekleşen	2005	59.024	24
Gerçekleşen	2006	74.151	26
Gerçekleşen	2007	93.927	27
Gerçekleşen	2008	121.188	29
Projeksiyon	2009	152.000	25
Projeksiyon	2010	190.000	25
Projeksiyon	2020	1.500.000	

Dünya'da 2007 yılında 93.927 MW olan rüzgar türbin kapasitesi, 2008 yılında 121.188 MW'a ulaşmış ve Dünya toplam kapasitesinde % 29'luk bir artış sağlanmıştır. Kapasitesi en fazla 10 ülkenin kapasite toplamı Dünya toplam rüzgar türbin kapasitesinin % 85'ini oluşturmaktadır.

2007 yılında en fazla kapasitesi olan Almanya 2008 yılında yerini ABD'ye kaptırmıştır. 2008 yılında Dünya'dan en fazla rüzgar türbini kapasitesi olan ülke %21

ile ABD'dir. Ardından; % 20 kapasite ile Almanya ikinci, % 16 ile İspanya üçüncü, %10 ile Çin dördüncü, % 8 ile Hindistan beşinci sırada yer almaktadır.

Rüzgâr enerjisi Danimarka'nın elektrik tüketiminin %31.1'ini karşılamakta ve bu oranın ilerleyen yıllarda daha da yükselmesi beklenmektedir (http://tr.wikipedia.org/wiki/R%C3%BCzg%C3%A2r_enerjisi- 18.03.2009).

Tablo 3.22. Dünya Rüzgar türbini kapasitesinin ülkelere göre dağılımı MW (WWEA, 2009:4-5).

ÜLKELER	2007	2008	%
ABD	16.819	25.170	0,21
Almanya	22.247	23.903	0,20
İspanya	15.145	16.740	0,16
Çin	5.912	12.210	0,10
Hindistan	7.850	9.587	0,08
İtalya	2.726	3.736	0,03
Fransa	2.455	3.404	0,03
Birleşik Krallık	2.389	3.288	0,03
Danimarka	3.125	3.160	0,03
Portekiz	2.130	1.862	0,02
10 Ülke Toplamı	80.798	103.060	0,85
Diğer ülkeler	13.128	18.128	0,15
Toplam	93.927	121.188	1,29

Aşağıdaki tablo 3.23'de ise rüzgar enerjisinin en fazla büyüyen 19 ülkenin büyüme oranları verilmiştir. En fazla büyüyen ülke Bulgaristan olmuştur. Ardından sırasıyla Çin, Avustralya, Polonya ve Türkiye gelmektedir.

Tablo 3.23 Rüzgar enerjisinde en yüksek büyüme oranlarına sahip 10 ülke (WWEA, 2009:4).

ÜLKELER	2008 %	2007 %
Bulgaristan	176,7	58,1
Çin	106,5	127,3
Avustralya	82,8	-
Polonya	71,0	80,4
Türkiye	61,2	220,0
İrlanda	54,6	7,9
ABD	49,7	47,0
Fransa	38,7	56,7
Birleşik Krallık	37,6	21,7
İtalya	37,1	28,4

3.1.4.3. Rüzgar enerjisinin Türkiye’deki durumu

Rüzgar enerjisi, son yıllarda Dünya’nın en hızlı gelişen yenilenebilir enerji kaynağı olmuştur. Kyoto Protokol’ü çerçevesinde, karbondioksit (CO₂) yayılımlarının azaltılması ve iklim değişikliğinin önlenmesi kararları çerçevesinde uluslararası acil önlemler alınması ve bu eğilimin devam etmesi beklenmektedir. Türkiye’de de yenilenebilir enerjiler içinde en hızlı büyüyen sektör rüzgar enerjisi olmuştur. Türkiye RES kapasiteleri bakımından en hızlı büyüyen Dünya’da beşinci ülke durumundadır (Tablo 3.23).

Türkiye’de şu anda işletmede olan RES’lerin kurulu güçleri 433.35 MW’dır. İnşaa halindeki toplam kapasite 402,40 MW, proje halindeki kapasite ise 667,60 MW’tır. Türkiye’nin kapasitesi, inşa halindeki RES’ler ve proje halindeki RES’ler tamamlandığında toplam 1.503,35 MW olacaktır. Türkiye 2007 yılında 191.237 GW elektrik enerjisi tükettiğine göre rüzgar enerjisinin payı çok az olmaktadır. Toplam birincil enerji tüketiminde rüzgar enerjisinin payını yükseltmek gerekmektedir.

Tablo 3.24. Türkiye’de RES’leri durumu ve kurulu gücü
(www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/guncel/04-02-09-Turkiyedeki-ruzgar-santralleri.pdf
-20.04.2009)

RES’LERİN DURUMU	KURULU GÜÇ MW	Oran %
İşletmedeki Kapasite Toplamı	433,35	29
İnşaa Halindeki Kapasite Toplamı	402,40	27
Türbin Tedarik Sözleşmeleri İmzalanmış Proje Halindeki Kapasitelerin Toplamı	667,60	44
TOPLAM KAPASİTE	1.503,35	100

Ülkemizde rüzgar enerjisi ölçümleri iklim amaçlı olarak Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Ancak ölçümler, ölçüm istasyonlarının yerleşim birimlerinin içinde kalması nedeni ile gerçek enerji değerini vermemektedir. Mevcut potansiyelin ve uygun yerlerin belirlenmesi kapsamında yapılan rüzgar ölçümleri, ağırlıklı olarak Ege ve Marmara Bölgesi’nde olmak üzere sürdürülmektedir (DPT, 2001c:4-32).

Türkiye’nin rüzgar enerjisi bakımından zengin olduğu ve Türkiye’nin komşu ve bölge ülkelerinde yapılmış ölçüm verileri bu bulguyu desteklemektedir.

Ayrıca Türkiye'nin rüzgar atlasını EİEİ tarafından oluşturulmakta ve 10.000 MW potansiyel tahmin edilmektedir (DPT, 2001c:4-32,4-33).

Marmara Bölgesi, Türkiye'de en fazla rüzgar hızına sahip bölge ve rüzgar hızına bağlı olarak enerji yoğunluğunun da en fazla olduğu bölgedir. Ardından Güneydoğu Anadolu Bölgesi ikinci, Ege Bölgesi üçüncü sıradadır.

Tablo 3.25. Bölgelere göre rüzgarın durumu (Cerit ve Yılmaz, 2005:2).

Bölgeler	Rüzgar Hızları m/s	Enerji Yoğunluğu W/m²
Doğu Anadolu	2,12	13,19
Karadeniz	2,38	21,36
Akdeniz	2,48	21,38
İç Anadolu	2,46	20,14
Ege	2,65	23,47
Güneydoğu Anadolu	2,69	29,33
Marmara	3,29	51,91

3.1.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütlesidir. Canlılardan elde edilen ve enerji içeriği olan maddelerdir. Fosil kaynaklardan farklı, yaşayan veya kısa bir süre önce yaşamış olan biyolojik organizmalardan sağlanmasıdır. Bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı ve bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Çağlayan vd, 2009:40). Biyokütle enerjiye aynı zamanda biomas enerji de denmektedir.

Biyokütleyle örnek olarak, ağaçları, mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkileri, yosunları, denizdeki algleri, evlerden atılan meyve ve sebze artığı olan tüm organik çöpler, hayvan dışıklarını, gübre ve sanayi atıklarını saymak mümkündür (www.habitatingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf-20.04.09).

Biyokütle, tükenmeyen bir kaynak olması, her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (IEA, 2003:103).

Biyokütle enerji kaynakları arasında en çok bilineni ve ilk kullanılanı odundur. Biyokütle enerjisini klasik ve modern olarak iki sınıfta ayırmak mümkündür. Ağaç kesiminde elde edilen odunun ve hayvan atıklarından oluşan

tezeğin basit şekilde yakılması klasik biyokütle enerjisi olarak tanımlanır. Mısır gibi enerji bitkileri, enerji ormanları ve ağaç endüstrisi atıklarından elde edilen bio-dizel, etanol gibi çeşitli yakıtlar, modern biyokütle enerjisinin kaynağı olarak tanımlanır.

Klasik biyokütle kaynakları, Dünya’da ve Türkiye’de kırsal bölgelerde doğrudan yakılmak suretiyle yemek pişirme ve ısıtma amaçlı olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ağaçların kesilerek ve hayvan dışkılarının kurutularak yakılması özellikle Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde halen yaygındır.

Modern biyokütle kullanımına geçilmesi ülke ekonomisi ve çevre kirliliği açısından büyük önem arz etmektedir. Birçok ülke bugün kendi ekolojik koşullarına en uygun ve en ekonomik tarımsal ürünlerden alternatif enerji kaynağı sağlamaktadır. Türkiye de enerji bitkileri üretme potansiyeline ve ekolojik yapıya sahip ülkeler arasındadır (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005:206).

Dünyaya gelen güneş ışığının bir kısmı fotosentezin gerçekleşmesi ile biyokütle enerjisine dönüştürülerek depolanmaktadır. Fotosentez sonucu oluşan biyokütlenin enerjisi hakkında fikir verebilmek için bu enerjinin 100.000 büyük nükleer güç istasyonunun verdiği güce eşit olduğunu söylemek yeterli olacaktır (www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf-20.04.09).

Biyogaz; kentsel atıkların oksijensiz bir ortamda mayalanmaları sonucu ortaya çıkan, hafif, renksiz parlak bir alevle yanan gazdır. Bileşiminde metan, karbondioksit, hidrojen sülfür, azot ve hidrojen bulunur. Bu gazın yakılmasıyla enerji sağlanır (İTO, 2007:27).

Biyodizel; yağlı tohum endüstriyel bitkilerinden oluşan ve yakıt olarak kullanılan bir enerjidir. Biyodizel enerjinin hammaddesini; ayçiçeği, kanola, soya fasulyesi, aspir, mısır, pamuk çekirdeği, buğday, şeker pancarı, tatlı sorgun gibi bitkileri ve evsel kızartma yağı artıkları oluşturmaktadır (İTO, 2007:28).

3.1.5.1. Dünya’da biyokütle kullanımı

Dünya nüfusunun %80’inin 35 kuzey ve 35 güney enlemleri arasında yaşadığı göz önüne alınırsa bu bölgede metrekareye düşen güneş enerjisinin yılda 3000-4000 saati bulduğu ve bunun da enerji olarak 2000 kWh/m² ettiği ortaya çıkmıştır. Bütün bu verilerden yola çıkarak, güneş enerjisinden fotobiyolojik çevrim sonucu elde edilebilecek biyokütle enerjisinin büyüklüğü ve çevreye olumsuz etkisi çok az olan bu yakıtın sağlayacağı avantajların önemini açıkça görmekteyiz (www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf-20.04.09).

Kesin istatistik veriler olmamakla birlikte hayvan ve bitki artığının üretimi ve tüketimi son 10 yıldır 11 milyon tondan 6.6 milyon tona düşürülmüş bulunmaktadır. 1997 yılı verilerine göre yerli enerji üretiminin %25.5.i odun ve tezekten sağlanmış toplam birincil enerji tüketiminin ise %9.8.i odun ve tezek ile karşılanmıştır (DPT, 2001c:4-36).

Enerji açığını karşılamak ve çevre kirliliğini azalmak için dünyada biyokütle çalışmalarına büyük hız verilmiştir. Biyokütleden elde edilebilecek yıllık enerji; 1.120.000 MW'ı samandan, 500.000 MW'ı hayvan atıklarından, 1.360.000 MW'ı orman atıklarından 2.400.000 MW'ı çöplerden ve 17.700.000 MW'ı şeker kamışı, odunsu bitkiler gibi enerji tarlalarından sağlanabilmektedir. Yaklaşık toplam 23.100.000 MW gibi büyük bir potansiyele sahiptir. Biyokütle elde etmek için harcanan enerji ve % 20 dolayında bir çevrim göz önüne alındığında yılda net 3000 MW gibi bir enerji elde edileceği açıkça görülmektedir. Birçok gelişmekte olan ülke biyoenerjiyi, geleceğin en önemli temel enerji kaynağı olarak görmektedir (www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf-20.04.09).

Brezilya biyokütlenin, özellikle taşıtlarda kullanılması yönünden en iyi örneklerden biridir. Bu ülkede yaklaşık 5 milyon taşıt, yakıt olarak benzin yerine şeker kamışı veya benzeri ürünlerden elde edilen yakıtı kullanmaktadır. İsveç, enerjisinin % 16'sını biyokütleden elde etmektedir. Avusturya'da biyokütle ile çalışan enerji üretim sisteminin toplam gücü 1.200 MW'tır. Avusturya enerjisinin %13'ünü biyokütleden sağlamaktadır. ABD'de biyoenerji kaynaklı elektrik üretimi 9.000 MW'ı geçmiş durumda olup, bu ülke de toplam enerjinin %4'ünü biyokütleden sağlamaktadır. Biyokütleden elde edilen enerji neredeyse nükleer enerjiden elde edilen miktara yakındır

(www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf-20.04.09) .

3.1.5.2. Türkiye'de biyokütle kullanımı

Hububat bitkileri başta olmak üzere çeşitli bitkilerden elde edilen bitkisel artığın kuru bazda hesaplanan toplam miktarı 55-70 milyon ton olmakla birlikte, elektrik santralleri dahil olmak üzere çeşitli yerlerde kullanılabilecek biyokütle yakıt miktarı 37-48 milyon ton düzeyinde olup sağlanabilecek enerji 14.8-19.0 MTEP/yıl'dır. Türkiye'de hayvanlardan elde edilebilecek atık miktarı 10,8 milyon ton kuru madde/yıl olup, 1 ton hayvan gübresinden sağlanacak biyogaz 200 m3 olup biyogaz potansiyeli ise 1.117 BTEP/yıl kadardır. Türkiye'nin çöp toplamı 21 milyon

ton/yıl düzeyinde, biyoenerji potansiyeli ise 7.150 BTEP/yıl kadardır (TMMOB, 2006:51).

Türkiye'nin biyokütle teknik potansiyel toplamı 50 MTEP/yıl, kullanılabilir potansiyel ise 32 MTEP/yıl olarak belirlenmiştir (Tablo 3.26).

Tablo 3.26 Türkiye'nin biyokütle potansiyeli (TMMOB, 2006:51).

Biyokütle Çeşidi	Teknik Potansiyel MTEP/yıl	Kullanılabilir Potansiyel MTEP/yıl
Klasik Biyokütle	10	7
Modern Biyokütle	40	25
TOPLAM	50	32

Ege Üniversitesi Biyokütle Enerjisi Araştırma Grubu atık ya da özel olarak yetiştirilmiş ham biyokütle kaynaklarının biyokimyasal ve termokimyasal yöntemlerle çeşitli biyoyakıtlara dönüştürülmesi üzerine çalışmaktadır. Çalışmalarında disiplinler arası bir yaklaşım benimseyen araştırma grubu özellikle; enerji bitkileri yetiştiriciliği, biyodizel üretimi ve testleri, çürütme yöntemiyle biyogaz ve gübre üretme, biyokütlenin gazlaştırılması, elde edilen yakıtların kullanımı gibi konularda çalışmaktadır (<http://eusolar.ege.edu.tr/turkce/biyokutle-arastirma.html>-28.02.2009).

Türkiye enerji ormancılığına uygun 4 milyar hektar devlet orman alanına sahiptir. Türkiye'de enerji ormancılığı yönünden ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen yerli ağaç türleri bulunmaktadır. Bunlar akkavak, titrek kavak, söğüt, akasya, kızılâğaç, kızılçam, meşe, dişbudak, fıstık çamı, karaçam, sedir ve servi ağaçlarıdır. Türkiye'de iklimsel özelliklerinde dolayı okaliptus gibi yabancı kökenli ağaçlarda yetiştirilebilir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005:206).

Türkiye'de 2007 yılında toplam 191.558 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir. Elektrik enerjisi üretiminin sadece % 0,1'i biyogaz-atık yakıtlı santrallerden sağlanmıştır (MB, 2009:30-31).

3.1.6. Dalga Enerjisi

Dünya'nın toprak ve su yüzeylerinin farklı ısınması sonucu rüzgarları meydana getirir. Rüzgarların da deniz yüzeyinde esmesi ile dalgalar oluşur. Okyanuslarda ve denizlerde meydana gelen dalganın enerjisinden yararlanabilmektir.

Yenilenebilir kaynaklarının avantajlarının yanı sıra başka avantajları da vardır. Dünya’da genellikle nüfus yoğunluğu kıyılarda toplanmıştır. Bu özellikte dalga enerjisi santrallerinin üretim ile tüketim yeri arasındaki kısa mesafe sayesinde uzun iletim hattının yapılmasını önlemektedir. Aynı zamanda denizde kurulduğu için verimli tarım veya orman arazilerinin zarar görmesini veya yok olmasını engellemektedir.

Günlük güneş enerjisi her ne kadar bulunduğu yere göre değişse de ortalama günlük güneş enerjisi akışı metre kare başına 100 W’dır. Güneş enerjisinin kullanımında ideal şartlarda 1 kW elektrik üretimi için 10 m² alan gereklidir. Rüzgar enerjisi kullanılarak aynı miktarda elektrik üretimi için 2 m² yer gereklidir. Dalga gücü için ise bu alan sadece 1 m²’dir (Sağlam ve Uyar, 2005:2). Bu kıyaslama ile görülmektedir ki dalga enerjisi için gerekli olan alan, çevre ve ekonomi için en uygundur.

Dalga enerjisinde güç; dalga yüksekliği, dalga hareketi, dalga boyu ve su yoğunluğu ile belirlenir. Dalga yüksekliği ise rüzgarın hızına, esme zamanına, suyun derinliğine bağlıdır. Genellikle büyük dalgalardan daha çok enerji sağlanmaktadır (Gülsaç, 2009:59).

Okyanusların derin ve sığ suları arasındaki sıcaklık farkından yararlanılarak çalışan bir ısı makinesiyle elektrik üretimi sağlanır. Bu enerjiden özellikle, Oğlak ve Yengeç Dönenceleri arasında kalan bölgeler yararlanabilirler. Tropikal okyanusların yüzeyi Güneş’ten aldığı ısı enerjisiyle 25 derece olurken, kutup bölgelerinden 5 derece olan su kütlelerinin karşılaşmasıyla oluşur (Gülsaç, 2009:60).

Gelgit enerjisi, akıntı yada gel-git sebebiyle yer değiştiren su kütlelerinin sahip olduğu kinetik yada potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmesidir. Akıntı enerjisi, deniz tabanına yerleştirilen türbinlerin denizlerdeki ve okyanuslardaki düzenli akıntıların kinetik enerjilerini elektrik enerjisine dönüştürmektir (Gülsaç, 2009:61).

3.1.6.1. Dünya’da dalga enerjisinin durumu

Dünya’nın dalga enerjisinin hesaplanan teorik potansiyeli yıllık 8.000 ile 80.000 Twh tahmin edilmektedir (IEA-OES, 2007:27).

Dünya’nın bugünkü enerji talebinin beş katından fazlasını, okyanuslarda oluşan dalga enerjisinin sadece yüzde biri karşılamaktadır (Sağlam ve Uyar, 2005:2).

Güney Kore 2007 yılında araştırmaları süren, kapasitesi 2.000 MW ile

Dünya'nın en büyük dalga santralini kurmayı planladı. İngiltere 2007 yılında 20 MW'lık bir santral projesini yaklaşık 28 milyon sterline mal etmiştir (IEA-OES, 2007:230-72).

3.1.6.2. Türkiye'de dalga enerjisinin durum

Deniz kökenli yenilenebilir enerjiler; deniz dalga enerjisi, deniz sıcaklık farklılıkları enerjisi, deniz akıntıları enerjisi (boğazlarda) ve gel-git (med-cezir) enerjisidir. Ancak, Türkiye'de gel-git enerjisi potansiyeli yoktur ve deniz kaynaklı enerjilerden en önemlisi dalga enerjisidir. Çanakkale ve İstanbul Boğazlarında akıntı potansiyeli olsa da deniz trafiği nedeniyle sınırlı kullanılmaktadır (Ültanır, 1998:80).

Karadeniz'in, Marmara ve Ege Denizinin tuzluluklarının farklı oluşu nedeni ile İstanbul ve Çanakkale boğazlarında üst ve alt akıntılar oluşmuştur. Akıntının hızının potansiyeli birçok yerde 14.8 km/h olarak saptanmıştır. Bu değer önemli bir kinetik enerji potansiyeline işaret etmektedir (DPT, 2001c:4-37).

Türkiye'nin yıllık brüt dalga potansiyeli 75.000 MW, teknik potansiyeli ise 9.000 MW olarak belirlenmiştir (Ültanır, 1998:73).

Ülkemizin Marmara Denizi dışında sahil uzunluğu yaklaşık 8.200 km'dir. Bunun sadece % 20'si dalga enerjisine uygundur (Gülsaç, 2009:59).

Aşağıdaki tablo 3.27'den anlaşılacağı gibi Türkiye'de en fazla dalga enerjisine potansiyeline sahip sahil şeridi İzmir-Antalya arasında bulunmaktadır. Bölgeler arasında Ege Denizi öne çıkmaktadır. Marmara Denizi ise bir iç deniz olmanın dezavantajıyla en az potansiyel barındıran denizimizdir.

Tablo 3.27. Türkiye denizlerinin dalga enerjisi potansiyeli (Sağlam ve Uyar, 2005:3)

Denizler	Dalga Gücü kWh/m
Karadeniz	1,96-4,22
Marmara	0,31-0,69
Ege	2,86-8,75
Akdeniz	2,59-8,26
İzmir - Antalya	3,91-12,05

3.2. HİDROJEN ENERJİSİ

Son tüketiciye enerji, "yakıt" ve/veya "elektrik" biçiminde sunulmaktadır. İkincil enerji olan elektriğin çeşitli kullanım avantajları bulunmaktadır. Birincil

enerji kaynaklarının, fiziksel durum değişimi içeren biçimde dönüştürülmesi ile elde edilen ikincil enerjilere, "enerji taşıyıcısı" denir. Elektrik 20. yüzyıla damgasını vuran bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojen ise 21. yüzyıla damgasını vuracak bir diğer enerji taşıyıcısıdır (www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif_enerji/Hidrojen_Enerjisi.htm-24.03.09).

Hidrojen bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojen; kömür, linyit, doğalgaz gibi birçok enerji kaynağından yararlanarak suyun ve hidrojenle zengin organik maddelerin ayrıştırılmasından üretilir. Ayrıştırılan hidrojenin tekrar enerjiye dönüştürülebilmesi için kimyasal veya elektrokimyasal yanma işlemlerinden geçmesi gerekir (İT, 2007:114).

Hidrojen; kokusuz, renksiz ve saydam olan, tadı olmayan, evrende en bol bulunan, aynı zamanda doğadaki en hafif element olma özelliğindedir. Gözlemlenebilir evrenin kütlece yaklaşık % 75'i hidrojenden oluşmaktadır. Güneşin kütlesinin yarısı hidrojen içermektedir. Hidrojenin birim kütlesinin ısıl değeri; petrolün ısıl değerinden 3.2 kat, doğal gazın ısıl değerinden ise 2.8 kat fazladır (Ersöz vd, 2009:54-55).

Tablo 3.28. Hidrojenin diğer yakıtlarla karşılaştırılması (Tezekici, 2005:106)

YAKIT	Birim Kütle Enerjisi MJ/kg	Karbon Emisyonu Kg C/Kg yakıt
Sıvı Yakıtlar		
Sıvı Hidrojen	141,90	0,00
Fuel Oil	45,50	0,84
Benzin	47,50	0,86
Jet Yakıtı	46,50	-
LPG	48,80	-
LNG	50,00	-
Metanol	22,30	0,50
Etonol	29,90	0,50
Biyodizel	37,00	0,50
Gaz Yakıtlar		
Gaz Hidrojen	141,90	0,00
Doğal Gaz	50,00	0,46

Birim kütle enerjisine bakıldığında en avantajlı olan gaz hidrojen ardından da sıvı hidrojen gelmektedir. Karbon emisyonu açısından bakıldığında ise havayı hiç kirletmeyen ve çevreye hiçbir olumsuz etki bırakmayan yakıtın hidrojen yakıtı

olduğunu görülmektedir. Dünya'nın giderek artan enerji ihtiyacı, insan ve çevre sağlığını tehlikeye atmadan karşılamak için yenilenebilir enerji ve hidrojen enerjisi kullanılarak sağlanmalıdır.

3.2.1. Hidrojenin Depolanması

Hidrojenin en önemli özelliğinden biri depolanabilir olmasıdır. Hidrojenin nasıl depolanacağı hakkındaki tartışmalar hala sürmektedir. Hidrojeni kullanan teknolojinin yeterli düzeyde olmaması nedeniyle de kullanımı günümüzde kısıtlı kalmıştır.

Hidrojen dağıtım sisteminde, hidrojenin gaz ve sıvı olmak üzere iki şekilde depolanabilmesi söz konusudur.

Hidrojenin gaz şeklinde depolanması, sıkıştırılmış ve yeraltında depolanması olarak ikiye ayrılır. Hidrojeni en basit ve en çok kullanılan yöntem sıkıştırıp gaz halinde depolamaktır. Bunun için gerekli olan tek ekipman bir kompresör ve basınç tankıdır. Bu yöntem, yerüstündeki tüm hidrojen depolama yöntemleri arasında en düşük maliyetli, kısa dönem uygulamalarda en uygun ve elverişli olan yöntemdir. Hidrojeni gaz halinde yeraltında depolamada mümkündür. Ama depolama miktarları arttıkça aynı oranda maliyetlerde artmaktadır. Hidrojenin yeraltında sıkıştırılarak depolanması büyük miktarlardaki hidrojen için en düşük maliyetli depolama yöntemidir. Diğer depolama hidrojen sıvı olarak tanklarda depolanmasıdır (Yumurtacı vd, 2005:45-46).

Hidrojenin metal hidritlerle depolanması ise şöyledir hidrojenin metallerin içine emilme kapasitesi olduğundan ve bu şekilde metal hidritler oluşur. Metal hidrit depolama sistemleri hidrojenin depolanması için en güvenli sistemlerdir (Yumurtacı vd, 2005:46).

Günümüzde hidrojen çok çeşitli şekillerde depolanabilmektedir. Tablo 3.29'da hidrojenin depolama yöntemleri ve bu yöntemlerin hidrojen kapasitesi, enerji kapasitesi ve uygulama alanları gösterilmektedir. Günümüzde; karbon, zeolitler ve cam küreler (nano yapılar) pek kullanılmamaktadır. Bunun da en temel nedeni düşük hidrojen depolama kapasiteleridir.

Tablo 3.29. Hidrojenin depolama yöntemleri, kapasiteleri ve uygulama alanları (Yumurtacı vd, 2005:46)

Depolama Malzemesi	Hidrojen Kapasitesi %	Enerji Kapasitesi kw/kg	Uygulama Alanları
Gaz Hidrojen	11,3	5	Taşıma ve Güç üretim
Sıvı Hidrojen	25,9	13,1	Taşıma
Metal Hidrit	2-2,5	0,8-2,3	Taşınabilir ve Taşıma
Karbon	5,2	2,2	-
Zeolit	0,8	0,3	-
Cam Küre (nano yapı)	6	2,5	-
Kimyasal	8,9-15,1	3,8-7	Taşıma ve Güç üretim

3.2.2. Hidrojen Yakıt Pilleri

Hidrojen yakıt pili teknolojileri, yüksek verim ve düşük emisyon değerleri sağlayan, hidrojenin kimyasal enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü önemli teknolojilerdir (Ersöz vd, 2009:56-57). Hidrojen yakıt pilleri (batarya, akü) gibi elektrik enerjisi depolamaz, yakıt ve hava(oksijen) verildiği sürece elektrik enerjisi üretir (Mat, 2009:3).

Yakıt pillerinin kurulu güçleri 200 kW-25 MW arasında değişmektedir. Teknik açıdan en gelişmiş yakıt pili, fosforik asitli yakıt pilleridir ve ticari olarak 200 kW'lık modüller halinde bulunmaktadır. Hidrojen yakıt pili satış fiyatı 3.000 USD/kW civarındadır. Üreticiler bu fiyatın 1.000 USD-1.200 USD/kW'a düşeceğini öngörmektedirler. Multi-kilowat bir santralin bugünkü maliyeti yaklaşık 6.000 USD/kW civarındadır. Bu maliyetin de 2,000 USD/kW'a çekilmesi planlanmaktadır (DPT, 2001c:4-37).

Hidrojen yakıt pillerinin; askeri, evsel, toplu taşıma, motosiklet, uçak, araba ve deniz taşımacılığında kullanılabilmektedir.

ABD 2003 yılından itibaren hidrojen enerjisi için yakıt pilin üretimine yüksek bütçeler ayırmıştır. Japonya'da hidrojen enerji sistemlerini desteklemek için 2020 yılına kadar 4 milyar USD'lik bütçe çıkarmıştır. Japonya Pasifik Okyanusunda yapay bir adada deniz suyundan enerji üretmeyi planlamaktadır (İTO, 2007:32).

3.2.3. Hidrojen ve Bor

Hidrojen enerjisinin kullanımında bor madeninin de yardımcı malzeme olarak teknolojiye dahil olması, Dünya bor maden rezervlerinin yaklaşık % 70'ine

sahip olan ülkemizi stratejik olarak önemli bir konuma getirmektedir (DEKTMK, 2004:44).

Bor'un ülkemizde en fazla kullanıldığı alan % 45 ile cam sanayi gelmektedir. Tarımda; gübre yapımında, zirai ilaçlarda, antiseptik olarak ilaç sektöründe, temizlik maddelerinde, Katkı maddesi olarak motor yağlarında ve akaryakıtta kullanılmaktadır (Karagölge vd, 2002:48-49).

Bor'un yüksek enerji değerlerine sahip olması, gelecekte enerji santrallerinde kullanım imkanının olduğunu göstermektedir. Ayrıca Bor'dan enerji depolama da yararlanılmaktadır (Karagölge vd, 2002:49).

3.2.4. Hidrojen Enerjisinin Dünya'daki Durumu

Enerji senaryolarına göre 2025 yılında dünya genel enerji tüketiminin ulaşacağı düzey 12.000–16.000 MTEP olarak düşünülmektedir. Aynı yılda Dünyada 1.500–2.600 MTEP hidrojen enerjisinin kullanılması planlanmaktadır. Böylece 2025 yılı sonunda, dünya birincil enerji talebinin yaklaşık % 10'unu hidrojen enerjisinden karşılanacağı düşünülmektedir (www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif_enerji/Hidrojen_Enerjisi.htm-24.03.09).

Bugün Avrupa'da hidrojen enerjisi ile en çok ilgilenen otomotiv sanayisidir. Çünkü yakıt hücreleri ve hidrojen depolama sistemleri gelecekte motorlu araçların yerini alacaktır. Avrupa Birliği'nde hidrojen boru ağları ve hidrojen dolum istasyonlarının kurulması planlanmaktadır. AB, ABD ve Japonya hidrojen enerjisinin geliştirme projelerini destekleme kararı almıştır (DEKTMK, 2004:44).

3.2.5. Hidrojen Enerjisinin Türkiye'deki Durumu

Dünya Hidrojen Enerjisi Konseyi Başkanı, Miami Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Prof.Dr. Necat Veziroğlu 'nun katkılarıyla Birleşmiş Milletler UNIDO teşkilatı tarafından dünyanın hidrojen merkezi olarak İstanbul'un seçilmesi ve Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi (ICHET)'in İstanbul'da kurulması ülkemiz için oldukça önemlidir (İTO, 2005:10).

ICHET'in çalışma konuları; hidrojen enerjisi politikaları, hidrojen ekonomisi, enerji ve çevre, hidrojen üretim teknolojileri, hidrojen depolama teknikleri, hidrojen uygulamaları ve tanıtımlar olacaktır. Türkiye, ilk 5 yıllık dönem için arazi, tesis, ilk yatırım ekipmanı ve işletme faaliyetlerini finanse etmek üzere 40 milyon USD verecektir. ICHET projesi Türkiye'nin hidrojen çağına tutarlı biçimde

adım atmasını sağlayacak, Türkiye'ye avantaj kazandıracak önemli bir girişimdir (Öztürk vd, 2005:1-2).

Türkiye'de hidrojen yakıtı üretiminde kullanılabilecek olası yenilenebilir kaynaklar; hidrolik enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, deniz-dalga enerjisi, jeotermal enerjidir (DPT, 2001c:4-38).

Türkiye gibi gelişme sürecinde ve teknolojik geçiş aşamasındaki ülkeler açısından, uzun dönemde fotovoltaiik güneş-hidrojen sistemi uygun görülmektedir. Türkiye'nin hidrojen üretimi açısından bir şansı, uzun bir kıyı şeridi olan Karadeniz'in tabanında kimyasal biçimde depolanmış hidrojen bulunmasıdır (DPT, 2001c:4-38).

3.3. NÜKLEER ENERJİ

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması ve ağır atom çekirdeklerinin bombardımanı ile çok büyük bir tepkime meydana gelmesi; bu parçalanma ve tepkime neticesinde ortaya çıkan fisyon ürünlerinin enerjiye dönüşmesiyle oluşur. Aynı zamanda atom enerjisi de denir Nükleer santraller, atom çekirdeğinin bölünmesiyle açığa çıkan ısı enerjisinin, termik santrale benzer şekilde olduğu gibi önce mekanik enerjiye sonra da elektrik enerjisine çevirir (İTO, 2007:17-18).

Doğada bulunan tüm maddeler atomlardan, her bir atomda etrafını bir elektron bulutunun çevrelediği bir çekirdekten oluşmaktadır. Bu çekirdekler daima iki ayrı türden temel tanecikten oluşur. Bu tanecik ise (+) yüklü protonlar ile hiçbir elektrik yükü bulunmayan nötronlardır. Bir örnekle açıklarsak, nükleer reaktörün yakıtını oluşturan Uranyum 235 (U-235) atomlarının çekirdeğinde 92 adet proton ve 143 adet nötron bulunmaktadır. İşte nükleer enerji, çekirdekteki bu 235 taneciği bir arada tutan bağ enerjisinin bir bölümünün açığa çıkmasıyla oluşmaktadır (Özemre vd, 2000:11).

Nükleer enerjinin avantajları; fosil yakıtlı santrallere göre en önemli avantajı yakıt maliyetinin düşüklüğünü, elektrik üretiminde süreklilik sağlamak için güvenilir olmasını, nükleer yakıtın yüksek enerji değerlerinin olmasını, nükleer santraller CO₂ salınım fosil kaynaklardan daha düşük olmasını sayabiliriz. Dezavantajları ise; ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, atık sorununun çözülmemiş olması, nükleer enerji üretiminin dünyada vazgeçilen bir teknoloji olması sayılabilir. Ayrıca nükleer yatırımlar, Kyoto Protokolüne küresel ısınmanın

çözümü olarak desteklenen “Temiz Kalkınma Mekanizmaları” arasına sokulmamıştır (Arık ve Turan, 2006:26-27).

Nükleer santrallerde uranyum ve toryum özellikle yakıt olarak kullanılmaktadır. Ancak, toryuma dayalı nükleer santrallerin henüz ekonomik boyutta devreye girmemeleri nedeniyle, toryum, geleceğin nükleer yakıt hammaddesi durumundadır (DPT, 2001d:3).

Enerji üretme dışında, atom çekirdeği reaksiyonu başka amaçlar için de kullanılmaktadır. Bunlar şöyledir (DPT, 2001d:34):

- Sağlık amaçlı; radyoizotop maddeler ve röntgen ışınları tıpta teşhis ve tedavi etmek,
- Sanayide; bazı ölçme ve değerlendirmede, analizde, kalite kontrolünde, maden aramalarında,
- Tarımda; tohumlarda radyasyon ve mutasyon ile daha nitelikli ürün elde etmek için,
- Askeri alanda, nükleer silah yapımı için kullanılmaktadır,
- Diğer kullanım alanları; arkeolojik buluntuların yaşlarının belirlenmesinde ve adli tıpta kullanım alanları bulmaktadır.

Nükleer enerji ile ilgili yapılan çalışmalar hala sürmektedir. Dördüncü nesil nükleer enerji reaktörler son zamanlarda kullanılmaktadır. Dördüncü nesil reaktör, geleneksel nükleer reaktörden neredeyse % 50 daha verimli ve güvenilirdir. PBMR ve GT-MHR reaktörleri; helyum soğutmalı, yüksek sıcaklık dereceli, doğrudan gaz türbinlidir. Bu iki reaktörün teknolojisi, reaktörlerin gereğinden fazla ısınarak erimesine engel olur. Eğer soğutmayla ilgili bir problem çıkarsa, reaktör bir insan müdahalesine gerek kalmadan kendi kendini devre dışı bırakarak daha güvenli hale gelecektir. Bu iki tip reaktör arasında iki temel fark bulunmaktadır. Bu farklar; üretilen enerji miktarı ve yakıt kurulum şeklidir (Hecht, 2001).

3.3.1. Nükleer Enerjinin Maliyeti

Nükleer santrallerini ilk kuruluş maliyetleri barajlı hidroelektrik santralleri gibi yüksektir. Kömür santralleri ile kıyasladığımızda ise nükleer santraller oldukça pahalıya gelmekte ama kömür için çevre kirliliğine neden olan atıkların arıtılması için gerekli tesislerin maliyetlerin eklenmesi durumunda nükleer santraller daha ekonomik olmaktadır. Nükleer santralin kurulu güç maliyeti 2000-2500 \$/kW ve üretim maliyeti de 4-5 cent/kW civarındadır (Kadiroğlu, 1996:113).

Nükleer santrallerin maliyet hesapları yapılırken santralin sökülmesi ve geri kazanılması da eklenmektedir. Nükleer santralde üretim maliyetinin % 68,26’sı sabit

sermaye giderlerine, % 15,8'i yakıt giderine, % 15'i bakım ve işletme giderlerine, %0,4'ü ise santralin sökülmesi için oluşturulan fona ayrılmaktadır (Kadiroğlu, 1996:113).

3.3.2. Dünya'da Nükleer Enerjinin Durumu

Dünya'da ilk nükleer enerji çalışmaları 1939 yılında başlamış, ilk nükleer enerji ABD tarafından üretilmiş ve ilk nükleer santralde 1957 yılında devreye girmiştir (Arık ve Turan, 2006:27).

Dünya'da 28 Kasım 2005 itibariyle reaktörlerin durumu; 441 adet işletilen, 24 adet inşa halinde, 41 adet planlanmış, 113 adet de teklif edilen reaktör mevcuttur (İTÜ, 2007:117).

Nükleer enerjiden en fazla elektrik elde eden ABD, 104 adet sivil amaçlı ticari nükleer reaktör bulunmakta, bundan da 98,000 enerji üretmektedir (Yıldırım ve Örnek, 2007:33).

Dünya'da bilinen radyoaktif hammaddelerinin rezervlerine bakıldığında; görünür ve muhtemel uranyum rezervlerinde 400.000 ton rezervle İsveç birinci gelmektedir. Sırasıyla; ABD 340.000 ton, Güney Afrika 260.000 ton, Kanada 240.000 ton, Avustralya 210.000 ton ile beşincidir. Günümüzde toryum ile çalışan nükleer enerji santrali az olmakla beraber geliştirme çalışmaları da sürmektedir. Toryumun rezervinde ise 380.000 ton ile Türkiye başı çekmektedir (Arık ve Turan, 2006:28).

Dünya'da en fazla nükleer enerji tüketen ülke grubu, 520,6 MTEP ile OECD ülkeleridir. Dünya nükleer enerji tüketimi 2007 yılında 622 MTEP olmuştur ve OECD ülkelerinin tüketimi toplam tüketimin % 83,7'lik kısmını oluşturmaktadır (BP, 2008:36).

Dünya'da 2006 yılında 634 MTEP, 2007 yılında 622 MTEP nükleer enerji tüketilmiştir. Dünya nükleer enerji tüketiminde birinci sırada 192,1 MTEP tüketim ve %30,9'luk pay ile ABD gelmektedir. Fransa 99,7 MTEP ve % 16'lık pay ile ikinci, Japonya 63,1 MTEP tüketim ve % 10,1'lik pay ile üçüncü, Rusya Federasyonu 36,2 MTEP tüketim ve % 5,8'lik pay ile dördüncü, Güney Kore 32,3 MTEP tüketim ve %5,2'lik pay ile beşinci, Almanya 31,8 MTEP tüketim ve % 5.1'lik pay ile altıncı sırada yer almaktadır.

Tablo 3.30. Dünya nükleer enerji tüketimi (MTEP) (BP, 2008:36).

ÜLKELER BÖLGELER	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Pay %
ABD	179,60	183,10	185,80	181,90	187,80	186,30	187,50	192,10	30,9
Kanada	16,50	17,40	17,10	16,90	20,50	20,80	22,00	21,10	3,4
Meksika	1,90	2,00	2,20	2,40	2,10	2,50	2,50	2,40	0,4
Toplam Kuzey Amerika	198,00	202,50	205,10	201,20	210,40	209,60	212,00	215,60	34,7
Arjantin	1,40	1,60	1,30	1,70	1,80	1,60	1,70	1,60	0,3
Brezilya	1,40	3,20	3,10	3,00	2,60	2,20	3,10	2,80	0,4
Toplam Güney ve Orta Amerika	2,80	4,80	4,40	4,70	4,40	3,80	4,80	4,40	0,7
Belçika- Lüksemburg	10,90	10,50	10,70	10,70	10,70	10,80	10,50	10,90	1,8
Bulgaristan	4,10	4,40	4,60	4,50	4,40	4,20	4,40	3,30	0,5
Çek Cumhuriyeti	3,10	3,30	4,20	5,90	6,00	5,60	5,90	5,90	1,0
Finlandiya	5,10	5,20	5,40	5,50	5,50	5,50	5,40	5,40	0,9
Fransa	94,00	95,30	98,80	99,80	101,70	102,40	102,10	99,70	16,0
Almanya	38,40	38,80	37,30	37,40	37,80	36,90	37,90	31,80	5,1
Macaristan	3,20	3,20	3,20	2,50	2,70	3,10	3,00	3,30	0,5
Litvanya	1,90	2,60	3,20	3,50	3,40	2,30	2,00	2,20	0,4
Hollanda	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80	1,00	0,2
Romanya	1,20	1,20	1,20	1,10	1,30	1,30	1,30	1,60	0,3
Rusya Federasyonu	29,50	31,00	32,10	33,60	32,70	33,40	35,40	36,20	5,8
Slovakya	3,70	3,90	4,10	4,00	3,90	4,00	4,10	3,50	0,6
İspanya	14,10	14,40	14,30	14,00	14,40	13,00	13,60	12,50	2,0
İsveç	13,00	16,30	15,40	15,30	17,30	16,40	15,20	15,30	2,5
İsviçre	6,00	6,00	6,10	6,20	6,10	5,20	6,30	6,30	1,0
Ukrayna	17,50	17,20	17,70	18,40	19,70	20,10	20,40	20,90	3,4
Birleşik Krallık	19,30	20,40	19,90	20,10	18,10	18,50	17,10	14,10	2,3
Diğer Avrupa ve Avrasya Ülkeleri	1,50	1,60	1,80	1,60	1,80	1,90	1,90	1,90	0,3
Toplam Avrupa ve Avrasya	267,40	276,20	280,90	285,00	288,40	285,50	287,30	275,80	44,3
Güney Afrika	3,10	2,60	2,90	3,00	3,40	2,90	2,40	3,00	0,5
Toplam Afrika	3,10	2,60	2,90	3,00	3,40	2,90	2,40	3,00	0,5
Çin	3,80	4,00	5,70	9,80	11,40	12,00	12,40	14,20	2,3
Hindistan	3,60	4,30	4,40	4,10	3,80	4,00	4,00	4,00	0,6
Japonya	72,30	72,70	71,30	52,10	64,70	66,30	68,90	63,10	10,1
Pakistan	0,20	0,50	0,40	0,40	0,50	0,60	0,60	0,50	0,1
Güney Kore	24,70	25,40	27,00	29,30	29,60	33,20	33,70	32,30	5,2
Taiwan	8,70	8,00	8,90	8,80	8,90	9,00	9,00	9,20	1,5
Toplam Asya Pasifik	113,30	114,90	117,70	104,50	118,90	125,10	128,60	123,30	19,8
TOPLAM DÜNYA	584,60	601,00	611,00	598,40	625,50	626,90	635,10	622,10	100,0

3.3.3. Türkiye’de Nükleer Enerjinin Durumu

Ülkemizde ilk nükleer santral için fizibilite çalışmaları 1967-1970 yılları arasında yapılmış (Türkiye Vakıflar Bankası, 1999:26) ve 1997 yılında devreye girecek 300 MW’lık kurulu güce sahip santral düşünülmüş ama ekonomik ve politik nedenlerle gerçekleşmemiştir. 2008’de Mersin’in Gülnar İlçesine bağlı Akkuyu’da yapılacak nükleer santral ihalesi gerçekleşmiştir (Arık ve Turan, 2006:28).

2020 yılında toplam 10.000 MW kurulu güce sahip nükleer santrallerin yapılarak devreye girilmesine öngören devlet politikası içerisinde yer aldığı görülmektedir (DPT, 2001d:30).

Nükleer santralin 3 bin megavat (MW) gücünde olması durumunda 5-6 milyar dolar, 5 bin MW gücünde olması durumunda 10-11 milyar dolarlık bir yatırım söz konusu olacağı belirtiliyor. Türkiye elektrik enerjisi üretimi içinde nükleer santrallerinin payının 2020 yılına kadar asgari % 8, 2030 yılına kadar ise % 20 olmasını hedefliyor (www.silahlanma.com/Turk-Savunma-Sanayi/Nukleer-santral-ihalesinde-geri-sayim.html-02.04.09).

Nükleer enerjinin Türkiye’nin enerji açığını hatta Dünya’nın enerji açığını kapatacak bir kaynak olması kimliğini yitirmiştir. Türkiye nükleer enerji üretimi 1970’lerdeki düşünceye göre teknik bir zorunluluk olmaktan çıkmış bulunmaktadır. Bunun nedenlerini de şöyle sayılabilir; Dünya’da yeni petrol ve doğalgaz arz piyasasına girecek ülkelerin çıkması, enerji verimliliği üzerinde çalışılması (hatta bunun yeni bir enerji kaynağı olarak görülmesi), Türkiye’nin güneş ve rüzgar enerji potansiyellerinin oldukça yüksek olmasıdır (DEKTMK, 2006:204-205).

Türkiye’nin, reaktör ve yakıt teknolojileri bakımından tümüyle dışa bağımlı olması, uluslar arası anlaşmaların da yakıt zenginleştirme teknolojisi geliştirme faaliyetlerine nükleer silah olasılığını ortaya çıkardığı için izin verilmemesi söz konusudur (DEKTMK, 2006:216-217).

Ayrıca ETKB’nın Türkiye’nin 2007 geçici verilerine göre 191.237 GW (=191.237.000 MW) elektrik tüketmiştir. Kurulacak santralin 5 MW olduğunu düşünürsek nükleer enerjiden sağlanacak elektrik, 2007 tüketimine göre çok küçük bir parçası olacaktır.

Türkiye kurulacak santral yerini belirlerken, soğutma suyunun temini, taşımacılığın kolaylığı, sivil hava uçuşlarının olup olmadığı, sosyal çevre, deprem, tsunami gibi doğal afet olasılıkları, uluslar arası güvenlik başta olmak üzere kırkın üzerindeki parametreye dikkat edecektir (Samsun Ticaret Odası, 2008:25).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ EKONOMİSİ ve TÜRKİYE

4.1. İKTİSAT VE ENERJİ

Doğal kaynakların iktisat bilimi ile ilişkisinde klasik iktisatçıların farklı görüşleri söz konusudur. İlgili düşünürlerin bir kısmı kaynaklarını elde edilmesinin sınırları olmadığı düşüncesini taşımıştır. İktisat biliminin kurucusu sayılan Adam Smith bu grupta yer alan yazarların en tanınmışlarından. Smith ilgili konuda gelecekteki üretim ve tüketim olasılıklarına ilişkin iyimser bir görüşte olmuştur. Yaşadığı dönemin sosyal gelişmelerinden destek bulan Smith'e göre iktisadi büyüme bir başka ifadeyle üretim büyümesi artan iş bölümü ve serbest piyasa ekonomisinden kaynaklanmaktaydı. İşbölümü aslında uluslararası ticaret ihtiyacı ile toplam üretimi artırarak işgücü verimliliğini artırmaktadır. Bu süreç gelişmeye engel olan bürokratik ve sosyal engellerin ortadan kaldırılmasıyla hızlanabilir (Dietz vd, 1992: 23-24).

Smith ve benzer düşünen iktisatçıların 1800'lü yıllara gelindiğinde bu iyimser düşüncelerinin yavaş yavaş terk edilmeye başlandığı gözlenmektedir. Özellikle ekilebilir alanların miktar ve niteliklerinin gıda talebini karşılamaya yeterli olup olmayacağı konusu ortaya çıkmıştır. İktisatçılar zirai üretim artışının neden geride kaldığı konusunda bir açıklama aramışlardır. Sonuç olarak Richardo'nun "Azalan Verimler Yasasını" gündeme getirmiştir. Azalan verimler yasası ilave üretim faktörleri uygulandığında üretimin giderek azalan oranlarda arttığına işaret etmektedir.

Malthus gibi bazı iktisatçılar da ileride kıtlık yaşanabileceği bağlamında görüşler ileri sürmüşlerdir. 19. yüzyılın ilk yarısında klasik iktisatçıların teorik çıkarımları için üretim faktörlerini merkezde tuttıkları gözlenmektedir. Bu iktisadi ve ekolojik süreçlerin entegre olmuş görünümüne işaret etmektedir. Üretim ve tüketim sınırının uzun dönemde zirai üretimi olumsuz olarak etkilemeksizin topraktan çıkarılan maddelerin miktarı tarafından belirlendiği düşünülmektedir.

Sanayi Devrimi'nin başlaması önceleri bu karakterin görünümünü ve elde edilebilir kaynakların genel görünümünü değiştirmedir. Bununla birlikte bu durum, iktisatçılar piyasa mekanizması üzerinde yoğunlaştığında ve değer için fayda konseptini kullanmaya başladığında değişmiştir (Dietz vd, 1992:23-24).

İktisadi teorideki gelişmeler doğal kaynakların nispi kıtlığının analiz imkanı üzerinde esaslı etkilere sahipti. Öncelikle, teorik sistemin merkezine piyasa süreci yerleştirilerek, fiyatlanmamış fakat kıt kaynaklar göz ardı edilmekteydi. Fiyatları olmadığından birçok doğal kaynak piyasada değişilmez. Bu yüzden piyasanın merkezi bir sistem olduğu bir dünyada kıt olarak görülmez. Ayrıca Neoklasik teoride, devlet müdahalesi olmaksızın karşılanamayacak bir takım durumlarda piyasaya sert bir seklide müdahalesi öngörülmektedir. Bu durumun kamu yararına olduğu ifade edilmektedir (Dietz vd, 1992: 27).

Görüldüğü üzere günümüzdeki enerji kaynaklarını doğrudan kapsamasa da klasik ve zaman içinde neo klasik iktisatçılar üretimde girdi olarak kullanılan doğal kaynakların etkin ve verimli şekilde nasıl kullanılabileceği konusunu düşünmüşler ve teorilerine bir şekilde dahil etmişlerdir. Zaman içinde teknolojik gelişmeler, elektrik, su, petrol ve benzeri doğal kaynaklar enerji kavramı içinde yer almış ve bunların ekonomide nasıl verimli kullanılabileceği konusu daha da çok incelenmeye başlanmıştır.

Yukarıda ifade edilen kısa tarihçenin ardından günümüzde enerji konusunun nasıl ele alındığı ve ekonomi içindeki değerlendirme ölçütlerinin nasıl tanımlandığı konusunun incelenmesinde fayda vardır.

4.2. ENERJİ YOĞUNLUĞU

Gelişmiş kapitalist sanayi toplumlarının ve kapitalistleşmeye çalışan azgelişmiş ülkelerin vazgeçilmez unsurlarından olan enerji ihtiyacı, kuşkusuz özellikle 19. yüzyılın sonlarından günümüze kadar geçen süreçte devletlerin iç ve dış ekonomik ilişki ve üretimlerinde belirleyici bir etkiye sahip olmuştur. Öyle ki, yüksek enerji politikaları güden toplumlarda artık enerjinin nasıl en etkin şekilde değerlendirileceği konusu incelenmiştir. Enerjiye duyulan ihtiyaç doğrultusunda, buna paralel olarak önem derecesinde de bir artış söz konusu olmuştur. Kapitalist üretim biçiminin yani sanayileşmenin yarattığı enerji krizi, ihtiyaç duyulan bu enerjinin nasıl ve nereden elde edileceği sorununu da beraberinde getirdi. Günümüzde de bu durum, mevcut üretim tarzlarında herhangi bir değişiklik

gerçekleşmediği, hatta bunun da ötesinde üretimden ziyade tüketime dayanan süreçler iktisadi hayata egemen olduğu için, bir kriz halinde devam etmektedir (Ergün, 2005:534-535).

Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Milli Hasıla başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Enerjinin yoğunluğunun bilinmesi enerjinin ne ölçüde verimli kullanıldığı hakkında bilgiler vermektedir. Bu bilgiler, hane halkları, işletmeler gibi birçok iktisadi birimi kapsamaktadır. Enerji yoğunluğunun dünya ölçeğinde genel kabul gören bir olgu olması ya da bu konuda uluslar arası bir standardın olması ülkeler arası karşılaştırmayı kolaylaştırmaktadır. Bu konuda uluslar arası alanda ölçü olarak 1,000\$ değerinde bir GSYİH ölçütü için tüketilen ton eşdeğer petrol (TEP) miktarı enerjinin yoğunluk göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Bu bağlamda uluslar arası alanda neden enerji yoğunluğu göstergelerinin kullanıldığı konusunun netleştirilmesi gerekmektedir. Örneğin, herhangi bir ülkenin enerji yoğunluğu ne derece düşük seviyede ise, o ülke için bir birim hasıla üretebilmek için kullanılan enerjinin miktarı o ölçüde düşük demektir. Tam tersi durumda birim başına ne kadar yüksekse birim hasıla üretmek için kullanılan enerji miktarı o ölçüde yüksektir. Bu da ülkenin enerjiyi verimli kullanamadığını göstermektedir. Ülkeler için enerji yoğunluklarının dereceleri, iktisadi faaliyetin niteliği ya da yapısı ve diğer enerji kullanımları konusunda enerji verimliliklerinin derecesi şeklinde iki temel faktörle ilişkilidir (Ergün, 2005:534-535).

Enerji yoğunluğu bakımından ülkelerin incelenmesi ülkelerin gelişmişlik seviyelerini göstermektedir. Enerjiyi ne kadar düşük yoğunlukta kullanırsa bir ülke o ölçüde etkin, verimli ve gelişmiş bir teknolojiye sahip demektir. Önceden de belirtildiği gibi ülkeler kişi başına düşen enerji kullanımı ve diğeri de enerji yoğunluğudur.

Eğer birey başına düşen enerji kullanımı yüksekse bu o ilgili ülkedeki ekonomik yaşamın canlılığına ve yaşam kalitesinin yüksek olduğuna işarettir. Buna karşın, eğer enerji yoğunluğu düşükse, aynı miktar enerji ile daha fazla katma değer üretiliyor demektir.

Aşağıdaki tablo 4.1 incelendiğinde Dünya'nın enerji yoğunluğunun 0.31 olduğunu görüyoruz. OECD ülkeleri için enerji yoğunluğu en düşük bölge/ekonomi olduğunu söyleyebiliriz. Bu da OECD ülkelerinin her bir birim (1.000\$) GSYİH için daha az enerji harcadıkları anlamına gelir.

Tablo 4.1. Bölge ve/veya ekonomi olarak enerji istatistikleri (IEA, 2008:48,56).

Bölge/Ekonomi	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
Dünya	6.536	37.759	11.740	0,31	17.377	2.659	28.003	4,28	0,74
OECD	1.178	29.169	5.537	0,19	9.872	8.381	12.874	10,93	0,44
Orta Doğu	189	838	523	0,62	599	3.163	1.291	6,83	1,54
Eski SSCB	284	568	1.017	1,79	1.274	4.481	2.395	8,43	4,22
OECD Hariç Avrupa ülkeleri	54	162	108	0,67	171	3.199	271	5,02	1,67
Çin	1.319	2.315	1.897	0,82	2.716	2.060	5.648	4,28	2,44
Asya	2.120	2.139	1.330	0,62	1.414	667	2.718	1,28	1,27
Latin Amerika	455	1.796	531	0,30	808	1.777	972	2,14	0,54
Afrika	937	773	614	0,79	522	557	854	0,91	1,10
Türkiye	72,97	261,20	94	0,36	149,83	2.053	239,74	3,29	0,92

Enerji yoğunluğu en fazla olan bölge 1.79 ile Eski SSCB ülkeleri gelmektedir. Eski SSCB'nin enerji yoğunluğun Dünya ortalamasından (0,31) yaklaşık altı katı daha fazla olduğunu görmekteyiz. 1.000\$ GSYİH üretebilmek için 1.79 TEP enerji tüketimleri gerekmektedir. Eski SSCB ülkeleri GSYİH'si Dünya'nın GSYİH' sinin yaklaşık % 1,5'ini üretmiş ama Dünya toplam birincil enerjinin % 8,7'sini tüketmiştir.

Bölge ve ekonomi olarak enerji yoğunluğunu incelediğimizde; Çin'in enerji yoğunluğu 0,82 ile ikinci, Afrika'nın enerji yoğunluğu da 0,79 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ülkelerde enerji tüketiminin GSYİ'ya göre daha fazla olduğunu görüyoruz. Bu da aslında enerjiyi verimli bir şekilde kullanmadığı anlamına gelmektedir.

Dünya ortalamasının (0,31) altında enerji yoğunluğuna sahip iki grup bulunmaktadır. Bunlar; 0,19 ile OECD ülkeleri ve 0,30 ile Latin Amerika ülkeleridir. OECD ülkelerinin enerji yoğunluğunun düşük olmasının nedeni enerjiyi verimli kullanmaları, özellikle sanayi kesiminde en son teknolojiyi kullanmaları ve katma değeri yüksek ürünler üretmesi sonucunda GSYİH'nın yüksek olması ve birinci enerjinin tüketim oranının düşük olmasını ortaya çıkarmıştır. OECD ülkeleri Dünya toplam GSYİH' sının % 77'sini üretmiş olmakla beraber Dünya toplam birincil enerji tüketiminin % 47'sini kullanmıştır.

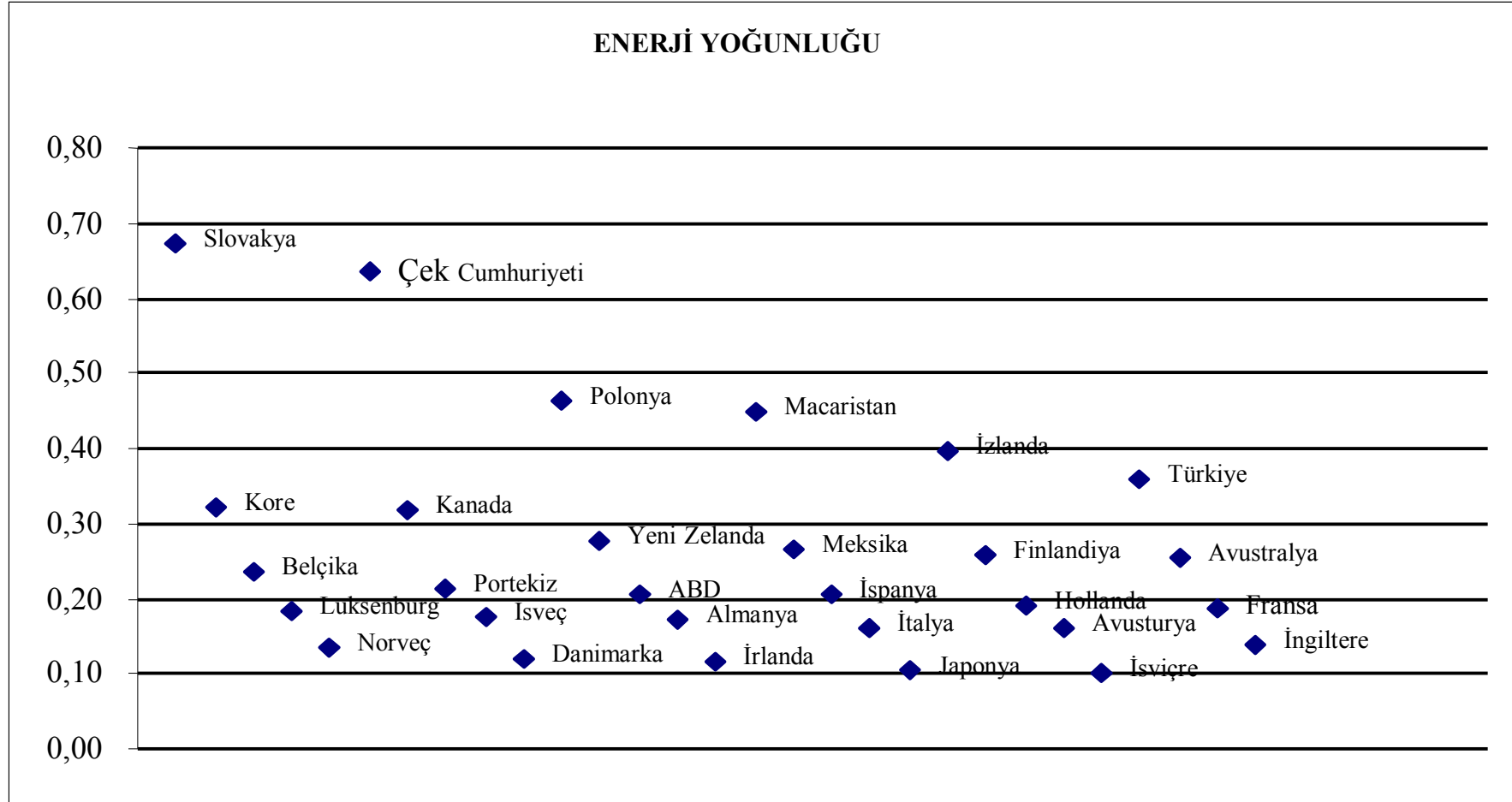
Tablo 4.2'de 104 ülkenin istatistikleri bulunmaktadır. Bu ülkelerin enerji yoğunluğunu incelediğimizde şu sonuçlar çıkmaktadır:

- Çin Hong Kong'u 0,08 ile enerji yoğunluğunun en düşük olduğu yerdir. Burada enerjiyi verimli kullanmaları ve teknolojik ilerlemenin yanında, Hong Kong'un daha çok hizmet sektöründe öne çıkması ve Çin'deki sanayi kuruluşlarının merkez ofislerinin burada bulunması eklenebilir.
- Japonya ve İsviçre 0,10 enerji yoğunluğuna sahip en düşük ikinci sıradaki ülkelerdir. Ardından Danimarka ve İrlanda 0,12 ile üçüncü sıradaki ülkelerdir.
- Enerji yoğunluğunun en yüksek olduğu bölgeler genelde Eski SSCB'deki Türki Cumhuriyetleri'dir. İlk dört sırayı; 2,84 ile Ukrayna, 2,72 ile Türkmenistan, 2,52 ile Özbekistan, 2,22 ile Tacikistan almaktadır. 2,05 ile Moğolistan beşinci sırada yer alırken, Üçüncü Dünya ülkelerinden 1,98 ile Etiyopya altıncı sıradadır.

- Gelişmiş AB ülkelerine baktığımızda; Avusturya, İtalya, Almanya, Fransa, Belçika, Finlandiya, İsveç, İspanya, İngiltere, Lüksemburg, Hollanda, Norveç ve Portekiz gibi ülkelerin enerji yoğunluğunun düşük olduğunu görmekteyiz. Bunda tabii ki enerji verimliliğinin yüksek ve teknolojilerinin ileri seviyede olması etkilidir.
- AB'nin merkez ve doğu ülkelerine baktığımızda ise enerji yoğunluğunun yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu ülkelerin büyük bir kısmının Eski SSCB'ye bağlı ülkelerdir. Beyaz Rusya, Estonya, Letonya, Litvanya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Macaristan ve Polonya gibi AB üyesi ülkelerin enerji yoğunluğunun yüksekliği söz konusudur.
- Geri kalmış Afrika ülkeleri, gelişmekte olan ama teknolojisini yükseltmemiş ülkelerin, enerjiyi verimli kullanamayan ülkelerin enerji yoğunluğunun yüksek olduğunu görmekteyiz. Buna örnek ülkeler; Cezair, Ermenistan, Benin, Etiyopya, Mısır, Endonezya, Kenya, Nijerya, Filipinler, Güney Afrika Cumhuriyeti, Suriye, Tayland... vs gibi.
- Çin ve Hindistan gibi gelişme çabası içinde olanlar; daha çok saldırgan ve hızlı büyüme ve kalkınma sağlayabilmek için, enerji verimliliği ve enerji yoğunluğunu dikkate almamaktadırlar.
- Fosil kaynaklı enerji hammaddelerine sahip ülkelerde, özellikle Orta Doğu ve Hazar Denizi çevresindeki Rusya Federasyonu, Ukrayna, Azerbaycan, Kazakistan, Özbekistan, İran, Irak gibi ülkelerde enerji yoğunluğu oldukça yüksektir.

OECD ülkelerinin enerji yoğunluğuna baktığımızda; ortalamanın (0,19) üzerinde olan Slovakya ilk sırada sonra sırasıyla; Çek Cumhuriyeti, Polonya, Macaristan, İzlanda, Türkiye gelmektedir. Bu ülkeler diğer OECD ülkelerinden 1 birim GSYİH üretmek için daha fazla enerji harcamak durumunda olan ülkelerdir. Enerjilerini diğer ülkelere göre verimli kullanmadıkları da söylenebilir.

Şekil 4.1. OECD ülkelerinin enerji yoğunluğu (Tablo 4.2'den faydalanılmıştır).



Tablo 4.2. Ülkelerin enerji istatistikleri (IEA, 2008:48-57)

Ülke	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
Arnavutluk	3,17	5,03	2,27	0,45	3,05	961	4,23	1,33	0,84
Cezayir	33,35	71,79	36,2	0,50	29,01	870	85,91	2,58	1,20
Angola	16,56	17,11	10,26	0,60	2,53	153	8,56	0,52	0,50
Arjantin	39,13	340,15	69,1	0,20	102,53	2.620	148,73	3,80	0,44
Ermenistan	3,01	3,86	2,59	0,67	4,85	1.612	4,14	1,38	1,07
Avustralya	20,74	481,4	122,47	0,25	234,56	11.309	394,45	19,02	0,82
Avusturya	8,28	215,2	34,22	0,16	67	8.090	72,84	8,80	0,34
Azerbaycan	8,48	13,35	14,8	1,11	21,33	2.514	30,23	3,56	2,26
Bahreyn	0,74	11,42	8,77	0,77	2,93	12.627	19,97	26,99	1,75
Bangladeş	155,99	65,48	25,04	0,38	22,77	146	38,06	0,24	0,58
Beyaz Rusya	9,73	20,11	28,61	1,42	32,33	3.322	64,09	6,59	3,19
Belçika	10,54	258,1	60,99	0,24	95,6	8.688	117,24	11,12	0,45
Benin	8,76	2,84	2,82	0,99	0,6	69	3,01	0,34	1,06
Bosna Hersek	3,93	6,83	5,39	0,79	9,01	2.295	17,16	4,37	2,51
Brezilya	189,32	765,13	224,13	0,29	389,95	2.060	332,42	1,76	0,43
Brunei Sultanlığı	0,38	5,03	2,81	0,56	3,12	8.173	5,77	15,18	1,15
Bulgaristan	7,69	17,37	20,7	1,19	33,19	4.315	47,54	6,18	2,74
Kamboçya	14,2	6,28	4,99	0,79	1,25	88	4,06	0,29	0,65
Kamerun	18,18	12,53	7,08	0,57	3,37	186	3,12	0,17	0,25
Kanada	32,62	844,6	269,74	0,32	546,97	16.766	538,82	16,52	0,64

Tablo 4.2'nin devamı

Ülke	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
Şili	16,43	96,17	29,78	0,31	52,7	3.207	59,84	3,64	0,62
Çin	1311,8	2092,15	1878,74	0,90	2675,65	2.040	5606,54	4,27	2,68
Tayvan	22,78	393,56	107,88	0,27	227,45	9.984	270,33	11,87	0,69
Kolombiya	45,56	105,55	30,21	0,29	42,05	923	59,39	1,30	0,56
Hırvatistan	4,44	24,24	8,96	0,37	16,14	3. 635	20,7	4,66	0,85
Kıbrıs Rum Kesimi	0,77	11,08	2,62	0,24	4,43	5.746	7,04	9,14	0,64
Çek Cumhuriyeti	10,27	72,5	46,05	0,64	66,85	6.511	120,97	11,78	1,67
Danimarka	5,44	177,2	20,93	0,12	37,32	6.864	55,18	10,14	0,31
Ekvator	13,2	21,42	11,24	0,52	10,02	759	25,02	1,90	1,17
Mısır	74,17	127,85	62,5	0,49	102,48	1.382	152,74	2,06	1,19
Estonya	1,34	9,31	4,89	0,53	7,9	5.890	15,14	11,30	1,63
Etiyopya	77,15	11,3	22,32	1,98	2,94	38	5,27	0,07	0,47
Finlandiya	5,27	145	37,44	0,26	90,46	17.178	66,84	12,68	0,46
Fransa	63,2	1468,3	272,67	0,19	479,33	7.585	377,49	5,97	0,26
Almanya	82,37	2011,2	348,56	0,17	590,98	7.175	823,46	10,00	0,41
Yunanistan	11,15	164	31,12	0,19	59,89	5.372	93,96	8,43	0,57
Hong Kong	6,86	222,8	18,19	0,08	40,34	5.883	41,92	6,11	0,19
Macaristan	10,07	61,5	27,59	0,45	39,1	3.883	56,37	5,60	0,92
İzlanda	0,3	10,9	4,33	0,40	9,52	31.306	2,18	7,27	0,20
Hindistan	1109,81	703,33	565,82	0,80	557,97	503	1249,74	1,13	1,78

Tablo 4.2'nin devamı

Ülke	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
Endonezya	223,04	219,27	179,07	0,82	118,15	530	334,64	1,50	1,53
İran	70,1	140,31	170,89	1,22	160,55	2.290	432,83	6,17	3,08
Irak	26,78	19,87	32,02	1,61	31,11	1.161	86,55	3,23	4,36
İrlanda	4,25	133,2	15,46	0,12	27,64	6.500	44,93	10,57	0,34
İsrail	7,05	133,65	21,28	0,16	48,59	6.893	62,64	8,89	0,47
İtalya	58,86	1157	184,17	0,16	339,18	5.762	448,03	7,61	0,39
Japonya	127,76	5087,1	527,16	0,10	1050,13	8.220	1212,7	9,49	0,24
Ürdün	5,54	12,15	7,16	0,59	10,54	1.904	18,3	3,30	1,51
Kazakistan	15,31	33,13	61,42	1,85	65,71	4.293	181,96	11,89	5,49
Kenya	36,55	16,02	17,95	1,12	5,31	145	11	0,30	0,69
Güney Kore	48,3	671,3	216,5	0,32	389,43	8.063	476,1	9,86	0,71
Kuzey Kore	23,71	11,51	21,66	1,88	18,89	797	75,43	3,18	6,55
Kuveyt	2,6	54,78	25,29	0,46	42,4	16.314	66,69	25,65	1,22
Kırgızistan	5,19	1,69	2,81	1,66	10,46	2.015	5,23	1,01	3,09
Letonya	2,29	13	4,61	0,35	6,58	2.876	8,03	3,51	0,62
Lübnan	4,06	20,5	4,76	0,23	8,68	2.142	13,33	3,28	0,65
Libya	6,04	46,46	17,77	0,38	22,27	3.688	42,44	7,03	0,91
Litvanya	3,4	17,82	8,54	0,48	10,97	3.232	13,67	4,02	0,77
Luksemburg	0,47	25,8	4,71	0,18	7,76	16.402	11,18	23,79	0,43
Malezya	26,11	119,11	68,33	0,57	88,46	3.388	153,95	5,90	1,29

Tablo 4.2'nin devamı

Ülke	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
Meksika	104,75	665,5	177,43	0,27	208,77	1.993	416,2	3,97	0,63
Moldova	3,83	1,89	3,39	1,79	5,81	1.516	7,42	1,94	3,93
Moğolistan	2,59	1,36	2,79	2,05	3,35	1.297	10,15	3,92	7,46
Fas	30,5	43,88	13,98	0,32	20,89	685	39,8	1,30	0,91
Hollanda	16,34	421,3	80,12	0,19	115,32	7.057	178,31	10,91	0,42
Yeni Zelanda	4,14	63,6	17,54	0,28	40,37	9.746	36,8	8,89	0,58
Nikaragua	5,53	4,75	3,45	0,73	2,36	426	3,98	0,72	0,84
Nijerya	144,72	63,53	105,07	1,65	16,85	116	51,42	0,36	0,81
Norveç	4,66	191,8	26,09	0,14	113,24	24.295	36,85	7,91	0,19
Umman	2,55	26,22	15,42	0,59	11,35	4.457	29,45	11,55	1,12
Pakistan	159	99,03	79,29	0,80	76,34	480	125,73	0,79	1,27
Panama	3,29	15,47	2,78	0,18	4,95	1.506	6,02	1,83	0,39
Peru	27,59	70,6	13,55	0,19	24,81	899	27,93	1,01	0,40
Filipinler	86,26	99,43	42,97	0,43	49,85	578	66,5	0,77	0,67
Polonya	38,13	211,6	97,72	0,46	136,74	3.586	305,96	8,02	1,45
Portekiz	10,58	118,9	25,43	0,21	50,8	4.799	56,33	5,32	0,47
Katar	0,82	28,36	18,12	0,64	14,11	17.188	39,67	48,38	1,40
Romanya	21,59	52,63	40,15	0,76	51,85	2.401	94,68	4,39	1,80
Rusya	142,5	373,2	676,2	1,81	872,39	6.122	1587,18	11,14	4,25

Tablo 4.2'nin devamı

Ülke	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
Suudi Arabistan	23,68	239,64	146,11	0,61	167,64	7.079	340,03	14,36	1,42
Senegal	12,07	5,65	3,02	0,53	1,82	150	4,46	0,37	0,79
Sırbistan	7,44	12,23	17,07	1,40	29,95	4.026	53,43	7,18	4,37
Singapur	4,48	121,63	30,67	0,25	37,5	8.363	43,13	9,63	0,35
Slovakya	5,39	27,7	18,64	0,67	27,69	5.136	37,45	6,95	1,35
Slovenya	2,01	24,07	7,26	0,30	14,3	7.123	15,5	7,71	0,64
Güney Afrika	47,39	168,81	129,81	0,77	227,95	4.810	341,96	7,22	2,03
İspanya	44,07	708,2	144,56	0,20	273,81	6.213	327,65	7,43	0,46
Sudan	37,71	18,93	17,71	0,94	3,57	95	11,43	0,30	0,60
İsveç	9,08	290	51,31	0,18	138,31	15.230	48,27	5,32	0,17
İsviçre	7,56	274,7	28,21	0,10	62,57	8.279	44,05	5,83	0,16
Suriye	19,41	24,78	18,92	0,76	28,46	1.466	51,5	2,65	2,08
Tacikistan	6,64	1,64	3,64	2,22	14,88	2.241	6,15	0,93	3,75
Tayland	63,44	164,95	103,38	0,63	131,97	2.080	217,01	3,42	1,32
Tunus	10,13	25,4	8,74	0,34	12,36	1.221	19,7	1,94	0,78
Türkiye	72,97	261,2	94	0,36	149,83	2.053	239,74	3,29	0,92
Türkmenistan	4,9	6,34	17,27	2,72	10,4	2.123	43,58	8,89	6,87
Ukrayna	46,79	48,44	137,43	2,84	159,06	3.400	310,29	6,63	6,41
Birleşik Arap Emirliği	4,25	114,25	46,89	0,41	61,89	14.569	110,28	25,95	0,97
İngiltere	60,53	1684,7	231,13	0,14	374,85	6.192	536,48	8,86	0,32

Tablo 4.2'nin devamı

Ülke	Nüfus Milyon	GSYİH 2000 yılı Milyar \$	Toplam Birincil Enerji Arzı MTEP	Enerji Yoğunluğu	Elektrik Tüketimi TWh	Kişi Başına Elektrik Tüketimi kWh	CO2 Salınımı	Kişi Başına CO2 Salınımı	CO2 Yoğunluğu
ABD	299,83	11265,2	2320,7	0,21	4052,24	13.515	5696,77	19,00	0,51
Uruguay	3,31	23,16	3,19	0,14	6,77	2.042	6,14	1,85	0,27
Özbekistan	26,54	19,21	48,45	2,52	44,87	1.691	112,86	4,25	5,88
Venezuela	27,02	146,64	62,22	0,42	85,79	3.175	149,2	5,52	1,02
Yemen	21,73	11,88	7,09	0,60	4,12	190	19,8	0,91	1,67

4.3.ENERJİDE VERİMLİLİK

4.3.1. Verimlilik Kavramı

Verimlilik; üretim sürecine sokulan çeşitli faktörlerle (girdiler) bu sürecin sonunda elde edilen ürünler (çıktılar) arasındaki ilişkiyi ifade eder, savurganlıktan uzak ve kaynakların en iyi biçimde değerlendirilerek üretmektir (www.mpm.org.tr).

Genel bir tanım olarak; verimlilik, üretim sürecine dahil edilmiş öğelerin, birbirleriyle karşılıklı etkileşimleri sonucunda, elde edilen çıktıyı optimal noktaya çıkaracak bir miktar ilişkisi içerisinde olmalarına denir. Buradan anlaşıldığı gibi verimlilik; mal veya hizmet üreten bir sürecin, ürettiği çıktı ile bu çıktıyı elde etmek için kullandığı girdi arasındaki ilişkiler bütünüdür.

4.3.2. Enerji Verimliliği Kavramı

Enerji ekonomisi, enerji kaynaklarının varlığını ve bu kaynakların ekonomik faaliyetlerle ilişkisini ele almaktadır. Enerji talebi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, enerjinin bolluğu veya yetersizliğinin ekonomi üzerindeki etkileri bu bilim dalının konularını oluşturmaktadır (Yücel, 1994:134).

Enerji ekonomisi, ekonomik birimlerin – firmalar, kişiler, hükümetler-enerji kaynaklarını elde etmeye ve bu kaynakları kullanışlı enerji formları olarak kullanıcıya iletmelerinin arkasındaki faktörleri incelemektedir. Ayrıca enerji ekonomisi alternatif piyasaların ve düzenleyici yapıların ekonomik bölüşüm ve çevre üzerindeki etkilerini araştırmaktadır (Sweeney, 2007:4-5).

Enerjinin hem bir girdi hem de çıktı olarak ekonomik faaliyetlerde giderek artan bir şekilde önem kazanması ve enerjinin giderek daha pahalı ve zor elde edilmeye başlanması enerji ekonomisinin doğmasında önemli rol oynamıştır. Özellikle 1973 ve 1980'deki enerji krizleri, enerji ve ekonomi arasındaki ilişkilerin önem kazanmaya başlaması açısından bir dönüm noktası olmuştur ve enerji fiyatları, özellikle petrol fiyatları dünya ekonomisi ve ulusal ekonomiler için önemli unsurlardan biri haline gelmiştir.

Enerji kaynaklarının çeşitlenmeye başlaması ve enerjiyi verimli kullanma çabaları da enerji ekonomisinin önemli konularını oluşturmaktadır. Ayrıca enerji yatırımlarının pahalı olması enerji ekonomisini ön plana çıkaran hususlardan birisidir. Enerji sorunları ve bunların çözüm imkanları, dünyanın farklı bölgeleri ve ülkeleri arasında değişiklik göstermektedir. Enerji politikaları ulusal düzeyde belirlenirken enerjinin uluslararası yapısı gözden uzak tutulmamalıdır.

Nitekim enerji sistemindeki krizden sadece birkaç ülke kendisini koruyabilmiştir. Fakat önlemler konusunda bütün ülkelerin benzer uygulamaları yapmaları sonucu (enerji tasarrufu, petrol yerine başka enerjilerin kullanılması, verimin arttırılması) krizin atlatılmasını sağlamıştır. Bu olaylar enerjinin uluslararası yapısının, diğer özelliklerinden baskın olduğunu göstermektedir. Bu da enerji ekonomisini daha önemli hale getirmektedir (Yücel, 1994:153).

Enerji ekonomisi uygulanacak enerji politikaları ile yakın ilişki içerisinde. Enerji konusunda karar alınırken ekonomik etkileri ve maliyetleri de göz önünde bulundurulmaktadır. Çünkü enerji yatırımlarının maliyetleri oldukça yüksektir.

Enerji politikası, ekonomiye yeterli miktardaki ve formdaki enerjiyi gerekli olan zamanda temin edebilmeyi hedeflemektedir. Enerji politikaları için basit ve hemen uygulanabilecek çözümler bulunmamaktadır. Bunun en önemli nedeni ise henüz sorunsuz (bitmeyen, çevre kirlenmesine yol açmayan, ekonomik) bir enerji kaynağının bulunmamasıdır.

Bugün hem sürdürülebilir kalkınmanın gereklerini yerine getiren, hem de çevresel tehlikelerle enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanan ekonomik ve sosyal maliyetleri en aza indirgeyen bir strateji oluşturmak için, çevresel kısıtlar, ekonomik ve siyasi kısıtlarla beraber düşünülmelidir. Burada bahsedilen strateji de enerji verimliliği stratejisidir. Böyle bir strateji, en önce enerji ihtiyacı kavramının dramatik biçimde yeniden ele alınmasına dayanmaktadır. Aynı hizmet bugünkünden daha az enerji kullanarak ve toplamda bugünkünden daha az bir maliyetle yerine getirilebilir. Bu durum, en ileri teknolojileri kullanan ve belirgin biçimde etkin ekonomilere sahip olan ülkeler için de geçerlidir (Laponche vd, 1998:18).

Son yüzyılda sanayi ve teknolojiye görülen büyük gelişmelere karşın doğal enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Bu nedenle enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi ve enerji maliyetlerinin aşağı çekilmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle; yaşam kalitesinde düşüşe yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması, yani, enerjide verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bu artışın sürekliliğinin sağlanması için ise belli aralıklarla enerji verimliliği ölçümleri yapılmalı, bu ölçümler değerlendirilmeli ve gerekiyorsa yeni yatırımlar yapılmalıdır (Ergün, 2005:557).

Kısaca enerji verimliliği, enerji kaynaklarının üretimden tüketim aşamasına kadar tüm safhalarda en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini ifade etmektedir. Enerji verimliliği konusunun kapsadığı stratejilerin en önemlilerinden birisi enerji

tasarrufudur. “Halk arasında genellikle enerjinin az kullanılması, iki ampulden birinin söndürülmesi şeklinde algılanmakta olan enerji tasarrufu, aslında enerji atıklarının değerlendirilmesi ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden enerji ihtiyacının en aza düşürülmesidir (Çalıkoglu, 2004:59).

Türkiye’de EİE tarafından 1981 yılından beri bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmaların tek mercide toplanması açısından 1993 yılında Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) kurulmuştur. 1995 yılı Kasım ayında çıkarılan yönetmelikle, enerji tüketimi yapan sanayi kuruluşlarında tasarruf imkan ve odaklarının tespiti, genel ve spesifik enerji tüketimi hedeflerinin belirlenmesi ve izlenmesi, mevcut durumdaki enerji tüketimi ve hedef rakamlara ulaşmak için plan ve programlar yapılarak Enerji Yönetim Sistemi’nin kurulması öngörülmüştür. Bu yönetmelikle, bazı enerji üretim ve dönüşüm uygulamalarının zorunlu hale getirilmesi, bunları uygulamayan işletmeler için ise yaptırımlar getirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, Enerji Verimliliği Yasası ile ilgili çalışmalarda, en az 500 TEP enerji tüketimi olan sanayi kuruluşlarının da Enerji Yönetim Sistemleri kurmalarının zorunlu hale getirilmesi öngörülmüştür (Akdeniz, 2003:26).

18 Nisan 2007’de kabul edilen “Enerji Verimliliği” Kanunu; birim milli gelir başına tüketilen enerjiyi (enerji yoğunluğunu) 2020 yılına kadar en az % 25 azaltmayı hedefliyor. Bu hedef; aynı enerji ile daha fazla üretmenin önünün açacak, enerji yatırım ihtiyacını ve ithalat bağımlılığını azaltacak ve çevrenin korunmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Enerji tasarrufu denildiği zaman, akla enerji arz hizmetlerinin kısıtlanması gelmemelidir. Enerji tasarrufu, kullanılan enerji miktarının değil, ürün başına tüketilen enerjinin azaltılmasıdır. Enerjinin gereksiz kullanımını belirlemek ve bundan kaynaklanan israfı azaltmak veya mümkünse tamamen ortadan kaldırmak için alınabilecek önlemler akla gelmelidir. Belirgin verimlilik artışlarının pek çoğunun genellikle malzeme ve enerji tasarrufu sonucunda elde edildiği de bilinen bir gerçektir. “En ucuz enerji, tasarruf edilen enerjidir”.

Türkiye’de 2020 yılına kadar 50.000 MW’lık ilave kurulu güce ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için 55 milyar USD’lik yatırım yapmak gerekir. Bu tesisler en yüksek verimle kurulursa, 5 milyar USD’lik tasarruf yapılır ki bu da 16 milyar m³ doğalgaz tasarrufu demektir. Kojenerasyon tesislerinin çevrim verimlerini

% 10 arttırabilmek, yılda 1 milyar m³ doğal gaz tasarrufu sağlayarak Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltabilir (Ağış, 2007:17).

4.3.3. Binalarda Enerji Verimliliği

Enerji, teknolojinin hızla geliştiği günümüz dünyasında, hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Enerjinin bu kadar yoğun ve denetimsiz bir şekilde tüketilmesi, doğal kaynaklarımızın hızla tükenmesine, oluşan çevre kirliliği nedeniyle ekolojik dengenin bozulmasına ve enerji üretiminin yüksek maliyetlere ulaşmasına neden olmaktadır. 2007 yılı içinde dünya (ölçülebilir ve ticari) birincil enerji tüketimi 11.099 milyon ton petrol enerjisi eşdeğeri kadardır. Bunun büyük bir çoğunluğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil kaynaklardan %79 olmuştur. %6.4'ü hidro güçten ve %5,6'sı nükleer enerjiden karşılanmıştır (BP, 2008:12-41).

Türkiye'nin birincil enerji arzı 78 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) olup, toplam nihai enerji tüketimi 58 milyon TEP'dir. 2002 yılı verilerine göre, Türkiye'de binalarda 18 MTEP tüketim miktarı ile sanayiden sonra en fazla enerji tüketiminin gerçekleştirildiği sektördür (EİE, 2007).

Bu miktar toplam enerji tüketiminde %31 paya denk düşer. Elektrik tüketiminde ise bina sektörü %43'lük bir paya sahiptir. Enerjinin % 68'ini ithal etmek durumunda kalan ülkemizde enerji tasarrufu potansiyeli de oldukça fazladır. İstatistikî verilere göre aynı iklim koşullarında ve aynı kullanım alanına sahip bir konutun enerji tüketimi Fransa, Almanya, İsveç gibi ülkelere göre iki, üç kat fazla olması ülkemizde binaların enerji verimliliğine önem verilmediğinin bir göstergesidir. Enerjinin etkinliğinin bir göstergesi olan enerji yoğunluğu (gayri safi milli hasıla başına tüketilen enerji miktarı) OECD ülkelerinde 0,19 iken ülkemizde 0.36'dır. Bununla beraber kalkınmış ülkelerde yıllık enerji ihtiyacı her yıl %1 oranında yükselirken Türkiye'de bu artış %8,5 oranındadır (EİE, 2007).

Binalarda enerjinin veriminin kullanımına yönelik yürürlükte olan tek düzenleyici sayılabilecek TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları 1970'te yayınlanmıştır. Ancak o dönemde bu yönetmeliğin uygulanması konusunda bir zorunluluk getirilmemiştir.

1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca çıkarılan Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği ile bu konuda önemli bir adım atılmıştır. 30.10.1981 tarihinde Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlüğe konmuş ve 16.01.1985 tarihinde

üzerinde çeşitli değişiklikler yapılmıştır. 1995 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları'nın revizyon çalışmalarına başlanmış, 29.04.1998 yılında TSE Teknik Kurulu'na onaylanarak yürürlüğe girmiştir (Şenkal, 2005).

TS 825 standardı 14.06.1999 gün ve 23725 sayılı resmi gazetede yayınlanmış, 14.06.2000 tarihinden itibaren de zorunlu standart olarak, yeni yapılacak binalarda uygulanmaya başlamıştır. Mevcut binalarda herhangi bir yasal uygulamaya gidilmemiş, ancak bu tarihten itibaren inşa edilecek tüm yapıların ısı yalıtım proje hesaplarında bu standarttaki kurallara uyulması zorunlu hale getirilmiştir. TS 825; ayrıca binaların alan ve hacim oranlarına göre ısıtmada kullanılacak enerjiye yeni sınırlar da getirmiştir. Konutta enerji etkinliğin sağlanmasında uzun bir süreç söz konusudur. Geleneksel yaklaşımda, binanın yaşam süreci; tasarım, yapım, bakım-onarım ve yıkım olmak üzere dört temel evre olarak tanımlanır (Şenkal, 2005).

Bu yaklaşımla geleneksel süreç binanın çevre ile olan ilişkilerini göz ardı eder. Yaşam döngüsü değerlendirmede ise; bir başlangıç noktası yoktur. Malzeme hammaddesinin elde edilmesi, işlenmesi, pazarlanması, taşınması, binanın yapımında kullanılması, gerekli zamanlarda bakım ve onarımının yapılması, ürün veya malzeme ömrünü tamamladığında tekrar işlemiden geçirilerek yeniden kullanılabilir veya dönüştürülebilir hale getirilmesi, böylece hammadde noktasına geri gelinmesi ile bir döngüsel süreç tanımlanır.

4.3.4. Sanayide Enerji Verimliliği

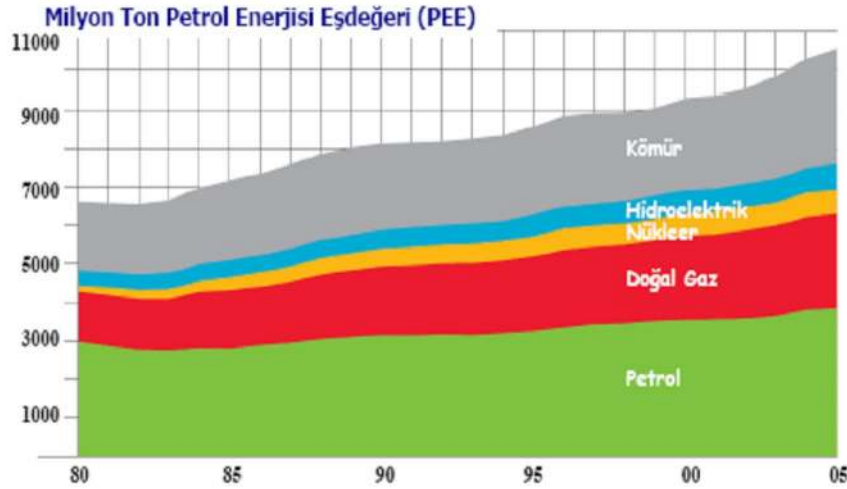
Elektrik enerjisi birçok farklı kullanım alanlarında, değişik oranlarda kullanılır. 2006 yılı istatistiklerine bakılırsa, toplam elektrik tüketiminin %42.18'i sanayide, %25.18'i konutlarda, %14.28'i ticarethanelerde kullanılmıştı. GWh olarak tüketim değerleri incelendiğinde sanayide tüketimin %42.18 olduğu görülür, ancak toplam elektrik tüketim bütçesine bakıldığında sanayide tüketimin oranı %28.7'ye düşmektedir. Aynı şekilde konutlardaki tüketim GWh olarak %25.18 iken toplam tüketim bütçesi içinde %30 seviyelerine yükselmektedir. Bunun sebebi konutlarda ve sanayideki elektrik birim maliyetlerinin farklı olmasıdır (TÜİK, 2008).

Örnek olarak 2006 yılı içinde konutlarda elektrik birim maliyeti 0.15834 YTL/kWh iken, sanayide 0.12579 YTL/kWh olmuştur. Konutlarda 2006 yılı içinde elektrik enerjisi en ucuz maliyetli doğalgaza göre %294, sanayide ise doğalgaza göre

%309 oranında pahalı kalmıştır. 2006 yılı yapılan ortalama fiyat artışı %0'dır. 2007 yılı içinde konutlarda elektrik maliyeti 2006 yılı ile aynı olup, doğalgaza göre %246 pahalı kalmıştır. Sanayide ise elektrik 0.120998 YTL/kWh olup, doğalgaza göre oranı %249 olmuştur (EİE, 2007).

Son olarak 2008 yılı Mart ayındaki konutlardaki elektrik maliyetlerine bakılırsa fiyatların yükseldiği görülmektedir. Mart ayı sonu itibariyle elektrik konutlarda 0.188994 YTL/kWh olup, doğalgaza göre %273 pahalı kalmıştır. Mart itibariyle senelik fiyat artışı %19.4 olarak gerçekleşmiştir. Mart ayı sonu itibariyle sanayide elektrik maliyeti ise 0.138112 YTL/kWh olup, doğalgaza göre %260 pahalı kalmıştır. Sanayide elektrik maliyeti bir önceki yıla göre %14.1 oranında artmıştır.

Şekil 4.2. Türkiye'nin enerji oranları (TÜİK, 2008)



- Gıda, içki ve tütün sanayi
- Dokuma, giyim eşyası ve deri sanayi Orman ürünleri ve mobilya sanayi
- Kağıt - kağıt ürünleri ve basım
- Kimya – petrol, kömür, kauçuk
- Taş ve toprağa dayalı sanayi
- Demir-çelik metal ana sanayi

Demir-çelik dışı metal ana sanayi, Metal eşya ve makine-teçhizat sanayi olarak adlandırılabilir. Bu alt sektörlerin elektrik tüketimlerine bakılırsa 2005 yılında, demir-çelik metal sanayi (%25), taş ve toprağa dayalı sanayi (%21) ve dokuma, giyim ve deri sanayi (%19) ilk sıraları oluşturmaktadır. En çok elektrik enerjisi tüketen bu sektörlerin kendi içlerindeki tüketimlerine bakılırsa tekstil sanayi %29'luk elektrik tüketimi ile diğer sektörleri geride bırakmaktadır (EİE, 2007).

2006 yılında özellikle sanayide devam eden büyüme eğilimi enerji tüketimine de yansımıştır. Sanayi sektörü birincil enerji tüketiminde önceki yıla göre yüzde 6,4, elektrik sektörü birincil enerji kullanımında yüzde 7,1 oranında artış gerçekleşmiştir. Böylece toplam birincil enerji tüketimi yüzde 4,7 oranında artış göstermiştir. 2006 yılında ülke ekonomisinin içinde bulunduğu istikrarlı büyüme sürecinin devamı neticesinde, birincil enerji tüketiminin 2005 yılındaki 90 milyon ton petrol eşdeğerinden (MTEP) 94,3 MTEP'e ulaşması ve böylece kişi başına enerji tüketim 1.249 KEP (kilogram petrol eşdeğeri)'den 1.291 KEP'e yükselmiştir (EİE, 2007).

4.4. ENERJİ ETKİNLİĞİ

Teknolojinin gelişmesiyle her geçen yıl insanlar enerjiye daha bağımlı hale gelmektedir. Gerek söz konusu bağımlılık, gerekse enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması enerjinin değerini her geçen yıl arttırmaktadır. Enerji, teknolojinin hızla geliştiği günümüz de, hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bununla birlikte, doğal kaynaklarımızın hızla tükenmesi, fosil yakıtların sonuna gelineceğinin tahmin edilmesi, fosil yakıt kullanımından ortaya çıkan hava kirliliği, çevre kirliliği ile birlikte ekolojik dengenin bozulmaya başlaması, bunlara paralel olarak sera gazı oluşumları, iklim değişikliği ve küresel ısınmaya sebebiyet verilmesi gibi sorunlar son yıllarda insan neslini tehdit edici ciddi boyutlara ulaşmaya başlamıştır.

Enerji üretiminin yüksek maliyeti de bu sorunlara eklenince enerji tasarrufu konusunda çok daha duyarlı olmak kaçınılmazdır. Enerjinin kullanıldığı her sektörde zamanla toplumların taleplerinin artması sonucunda enerjinin değeri artmış ve bir çok yatırımın değerlendirilmesinde enerji tüketimi seçim kriteri haline gelmiştir.

Bugün istatistikler, dünyadaki enerjinin büyük bölümünün sanayide ve konutlarda tüketildiğini göstermektedir. 2005 yılı verilerine göre ülkemizdeki toplam nihai enerji tüketiminde yapılar % 30'luk pay almıştır. Enerjinin etkin kullanımı, kalite ve performansı düşürmeden bir mal veya hizmeti elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılmasıdır. Enerjinin etkin kullanımı sonucunda sağlanacak enerji tasarrufunun, en hızlı ve en ucuz elde edilen bir enerji kaynağı olduğu bugün bütün dünyada kabul edilmektedir (Rubacı, 2005).

Özellikle artan nüfus, şehirlerin büyümesini ve yeni yerleşim birimlerinin doğmasını beraberinde getirmiştir. İnsanların barınma ihtiyacını karşılamak için sürekli yeni konutlar yapılmıştır. Mevcut yapı stokunun büyük bir kısmını konutlar

oluşturmaktadır. Yapıda kullanılan enerji miktarı kullanıcı alışkanlıkları ile birlikte; yapının güneşe yönelimi, mimari tasarım, malzeme kararları ve detaylar gibi tasarım sürecinde alınan kararlarla ilişkilidir.

Ancak Türkiye’de birim hacmi ısıtmak için harcanan enerji Almanya’dan %50, Amerika’dan %60, İsveç’ten %73 daha fazladır. Bu rakamlar Türkiye’de daha bilinçli yapı üretilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Yeni yapıların yanı sıra özellikle mevcut yapılardaki enerji tüketimi ayrıntılı olarak üzerinde durulması gereken bir konudur. Bugün tüm dünyada yeni yapılarda uygulanmaya çalışılan enerji etkin tasarım yöntemleri ile başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir, ancak mevcut yapılardaki enerji kaybı devam etmektedir. Bu sebeple toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahip mevcut yapılardaki enerji tüketimi araştırılarak, enerji etkinliklerini iyileştirmek gerekmektedir (Rubacı, 2005).

Birincil enerji kaynaklarının giderek azalması ile enerji krizlerinin başlaması ve çevre kirliliği gibi sorunlar karşısında, 1970’li yıllardan bu yana, uzmanlar enerji israfını engelleme ve çevre koruma alanında çalışmalar yapmışlardır. Bu süreçte, sürdürülebilirlik ve enerji etkinliği bilinci önem kazanmıştır.

Enerji etkinliği bilinci 1990’lardan itibaren ülkemizde de önem kazanmaya başlamıştır. Enerjinin kullanımının büyük bölümü, dünya da ve Türkiye de konutlarda yapı konfor şartlarının sağlanması amacıyla tüketilmektedir. Ülkemizde enerji tüketimi son 25 yılda kişi başına % 100 oranı üzerinde artmıştır. Ülkemiz kendi enerji üretiminin 1990 yılında toplam ihtiyacın % 50 kadarını karşılarken günümüzde %30 civarını karşılamaktadır. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda, hem enerji üretimini arttırmak, hem de enerjiyi verimli kullanmak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Şenkal, 2005).

4.5. ENERJİ FİYATLARI VE ENERJİ FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

OECD ülkelerinde sanayi ve meskene uygulanan elektrik satış fiyatlarında OECD ülkeleri içinde en yüksek sanayi elektrik fiyatı ülkemize aittir ve fiyatı 7,9 cent/KWh’dir. Mesken elektrik satış fiyatı ise makul seviyelerde olup 8,4 cent/KWh dir. Sanayi sektörünün girdi maliyetlerinin düşürülmesi ve rekabet gücü kazanabilmesi için sanayi elektrik fiyatlarının düşük seviyelerde olması gerektiği ve hatta bir ekonomi politikası olarak meskenden de ucuz hale getirilmesi çoğu ülke

tarafından uygulanmaktadır. Oysa ülkemizde tam tersi olup mesken elektrik fiyatları nispeten ucuzdur (Tezekici, 2005: 159-161)

Türkiye’de elektrik fiyatlarının yüksek olmasının sebeplerinden birisi elektrik üretiminde kullanılan kaynakların pahalı alınması ve YİD, Yİ ve imtiyazlı şirketlerden alınması gereken zorunlu elektriğin fiyatının yüksek olmasıdır. Ayrıca son yıllarda termik elektrik üretiminin yarısını oluşturan doğal gaz anlaşmalarının fiyatlarının yüksek olmasıdır.

İkinci sebep ise kayıp ve kaçak oranının % 18 gibi oldukça yüksek oranda olmasıdır. Bu maliyet artışları, otomatik olarak fiyatlara yansımakta ve elektrik fiyatları Türkiye’de yüksek seyretmektedir (Şanlıurfa, kaçak elektriğin en fazla olduğu ildir). Diğer taraftan santral verimlilikleri de maliyeti ve fiyatları artıran diğer bir unsurdur. Bu sebepler konusunda son yıllarda çalışmalar olsa da hala maliyet artırıcı bu unsurlar ortadan kalkmış değildir (Tezekici, 2005: 159-161).

4.6. ELEKTRİK ENERJİSİ VE TÜRKİYE’NİN KURULU GÜCÜ

Daha önce de belirtildiği gibi sanayileşme çabası içinde olan Türkiye’de yüksek nüfus artışı ve şehirleşmenin de etkisiyle elektriğe olan talep yıllar itibarıyla hızlı bir artış göstermiş bu da üretim kapasitesinin artırılmasına yönelik çalışmalara hız kazandırmıştır. Elektrik piyasalarını serbestleştirme çalışmaları kapsamında 1984 yılında TEK’in TEAŞ ve TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) olarak ayrılmasının ardından, 2001 yılında TEAŞ da; Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi (TETAŞ) olarak üçe ayrılmıştır. 2004 yılı sonu itibarıyla 36.824 MW olan elektrik santralleri toplam kurulu gücü, 2005 yılında yeni santrallerin devreye girmesiyle yüzde 4,1 artarak 38.317 MW'a ulaşmıştır. Kurulu güçteki bu artış, 2005 yılı itibarıyla talebin çok üzerinde bir arz imkanı sunmaktadır. Bu nedenle, kapasitenin önemli bir bölümü atıl kalmaktadır (Kılıç, 2005).

Toplam kurulu güçteki bu büyük oranlı artışta, Yap-İşlet kapsamında devreye alınan doğal gaz santrallerinin payı büyüktür. Bu artış 2002 yılı içinde işletmeye giren 770 MW kurulu güçlü Adapazarı ve 1540 MW kurulu güçlü Gebze doğal gaz kombine çevrim santralleri, 2003 yılı içinde 770 MW kurulu güce sahip Ankara ve 1.520 MW kurulu güce sahip İzmir Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralleri, 2004 yılında devreye alınan 770 MW kurulu güce sahip Ankara Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralıyla özel sektör firmaları tarafından tesis edilen

otoprodüktör santrallerinden kaynaklanmaktadır. İşletmeye alınan hidrolik santrallerde 2002 yılında tamamlanan 510 MW gücündeki Berke Hidroelektrik Santral Projesi başta gelmektedir (Kılıç, 2005).

Tablo 4.3. 2004 Yılında Kuruluşlara ve Kullandıkları Kaynaklara Göre Kurulu Gücün Paylaşımı (%) (www.eie.gov.tr)

Kuruluşlar	Kurulu Güçte Payı	Taş Kömürü	İthal Taş Kömürü	Linyit	Doğal Gaz	Hidrolik
EÜAŞ	48,76	0,81	0,00	8,11	7,56	29,86
EÜAŞ'ın Ortaklığı	5,85	0,00	0,00	2,81	3,04	0,00
Özelleştirme Kapsamı	4,56	0,00	0,00	4,56	0,00	0,00
Yap İşlet Devret	6,38	0,00	0,00	0,00	0,70	2,40
Yap İşlet	16,57	0,00	3,58	0,00	12,99	0,00
Serbest Üreticiler	2,10	0,00	0,00	0,00	1,02	0,23
Otoprodüktörler	11,9	0,10	0,52	0,35	2,27	1,77
Mobil Santraller	2,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşletme Hakkı Devir	1,77	0,00	0,00	1,68	0,00	0,08
Kurulu Güçte Payı	100	0,91	4,10	17,52	27,58	34,34

Bunu 2004 yılında tamamlanan Batman Hidroelektrik Santralının 3 ve 4'üncü üniteleriyle 2005 yılındaki Muratlı Barajı ve Hidroelektrik Santrali izlemiştir. Türkiye, en çok kömür, petrol ve doğal gaz rezervine sahip olmakla birlikte, linyit dışında bu rezervlerin büyüklükleri sınırlı olup, elektrik üretim ihtiyacını karşılayamamaktadır. 2003-2004 yıllarında ülkemizde üretilen elektriğin %67'si termik santrallerden elde edilmiş iken, 2005 yılında bu oran %65'e, 2006'da da %61'e gerilemiştir (Kılıç, 2005).

Tablo 4.4'te yakıt cinslerine göre EÜAŞ'a bağlı termik santraller enerji üretiminde termik santrallerin kullanım oranı görülmektedir.

Tablo 4.4. Türkiye’de EÜAŞ’a Bağlı Ortaklıklara Ait Termik Santraller (Kılıç, 2005).

Termik Santral Adı	Kurulu Güç (MW)	Yeri	Yakıt
Ambarlı	630	İstanbul	Fuel-oil
Ambarlı	1350,9	İstanbul	Doğalgaz
Aliağa	180	İzmir	Dizel
Gökova	630	Muğla	Linyit
Yatağan	630	Muğla	Linyit
Yeniköy	420	Muğla	Linyit
18 Mart Çanakkale	320	Çanakkale	Linyit
Çayırhan	620	Ankara	Linyit
Çatalağzı B	300	Zonguldak	Kömür
Afşin A+B	1360	K.maraş	Linyit
Orhaneli	210	Bursa	Linyit
Hopa	50	Artvin	Fuel-oil
Kangal	457	Sivas	Linyit
Seyitömer	600	Kütahya	Linyit
Tunçbilek A+B	429	Kütahya	Linyit
Engil	15	Van	Dizel
Bursa	1432	Bursa	Doğalgaz
Hamitabat	1200	Kırklareli	Doğalgaz
Soma A	44	Manisa	Linyit
Soma B	990	Manisa	Linyit

4.7. TÜRKİYE’NİN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNDE KULLANDIĞI KAYNAKLAR

Türkiye çok çeşitli birincil enerji kaynaklarına sahip bir ülkedir. Türkiye’de taşkömürü, linyit, asfaltit, ham petrol, doğalgaz, uranyum ve toryum gibi fosil kaynak rezervleri ile, hidrolik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, deniz dalga enerjisi, biomas enerji gibi yenilenebilir kaynak potansiyelleri bulunmaktadır. Türkiye’nin, Dünya’da halen yoğun olarak kullanılan fosil kaynakların, özellikle akışkan fosil yakıtların görünür rezervleri yeterli düzeyde değildir.

Ülkemiz 1980 yılında birincil enerji talebinin % 54.2’sini yerli kaynaklar ile karşılayabilirken, 1990 yılında bu rakam % 48’e, 2000 yılında % 32.3’e ve 2005 yılında da % 27.5’e gerilemiştir. Gelecek yıllarda bu oranın daha da düşmesi

beklenmekte iken, enerji güvenilirliği açısından dışa bağımlılığı kabul edilebilir düzeylerde tutmak için, yerli kaynaklarımız olan kömür ve hidrolik enerjiye gereken önem verilerek, elektrik üretiminin bu kaynaklardan sağlanmasına özen gösterilmek zorundadır. Bu durum ülkemizin enerji de dışa bağımlılığını düşük seviyelerde tutabilmek açısından olduğu kadar, sağlayabileceği istihdam olanakları açısından da oldukça önemlidir (Gazete Milas, 2009).

Ülkelerin elektrik sektörlerine bakıldığında üretici konumunda bulundukları enerji kaynaklarında, petrol ve doğalgaz dışında en büyük tüketicinin de kendileri olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum ülkelerin elektrik üretiminde kendine yeterlilik ve ülke içi kaynakların kullanılması prensibini benimsediklerini göstermektedir. Türkiye’de bugüne kadar taşkömürü, linyit, petrol ürünleri, doğalgaz ve su gücünden yararlanılarak elektrik üretilmiştir.

Bunun yanında jeotermal, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı da gelişmektedir. Bu kaynakların paylarının artırılması düşüncesi Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de hakim olmaya başlamıştır. Sayılan bu kaynakların yanında hayvan, bitki ve odun atıkları gibi ticari olmayan kaynaklar ile hidrojen enerjisi gibi enerji kaynakları da çevre sorunlarının ciddi boyutlara ulaştığı günümüzde önem kazanan enerji türleridir (Görgün, t.y: 120-122)

1940–2000 yılları arası dönem birincil enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki paylarına bakıldığında önceleri taşkömürü ağırlıklı olmakla birlikte linyit, su gücü ve yenilenebilir atık olarak nitelendirilen hayvan ve bitki atıklarının kullanıldığı görülmektedir. Mesela 1940 yılında 317,7 GWh’lik taşkömürüne karşılık 22,6 GWh’lik linyit ve 18,9 GWh’lik yenilenebilir atık kullanılmıştır.

Daha sonra ise 1950 yılında bu değerler sırasıyla 540,7, 137,1 ve 21,8 GWh’tir. Planlı kalkınma yılları olan 1960’lı yıllarda linyit kullanımında artış görülmekle birlikte, hidroelektrik santrallerle elektrik üretimine gidildiği görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynak kullanımında 1990’lı yıllarda artış olmuştur. Bu kaynakların sağladığı avantajlar ve Türkiye’nin kaynaklara sahip olma açısından diğer ülkelere göreceli üstünlüğü, elektrik sektörü için olumlu bir gelişmedir. Ancak yine 1990’lı yıllarla birlikte elektrik üretiminde yoğun olarak kullanılan doğalgaz bakımından Türkiye’nin zengin bir ülke olmadığı göze alınırsa, bu tercih, enerji politikaları ve elektrik sektörü bakımından sakıncalıdır (Atman, 2006: 58-59).

Tablo 4.5. Enerji Kaynakları (9. BYKP Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2006)

Kaynaklar	Birim	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü	milyon ton	550*	42 5	3 68	1.343
Linyit	milyon ton				
Elbistan		3.357			3.357
Diğer		3.982	62	4	5.018
Toplam		7.339	6 62 6	10 4 10	8.375
Asfaltit	milyon ton	43	29	7	79
Bitümler	milyon ton	555	10 86		1.641
Hidrolik	Gwh/Yıl MW/Yıl	127.381 36.260			127.381 36.260
Ham petrol	milyon ton	42,8			42.8
Doğalgaz	milyar m ³	8			8
Nükleer Kaynak Tabii Uranyum Toryum	Ton	9.129 380.000			9.129 380.000
Jeotermal (Elektrik Termal)	MW/Yıl	98 3.348		412 28.152	510 31.500
Güneş Elektrik* Isı	MTEP				87

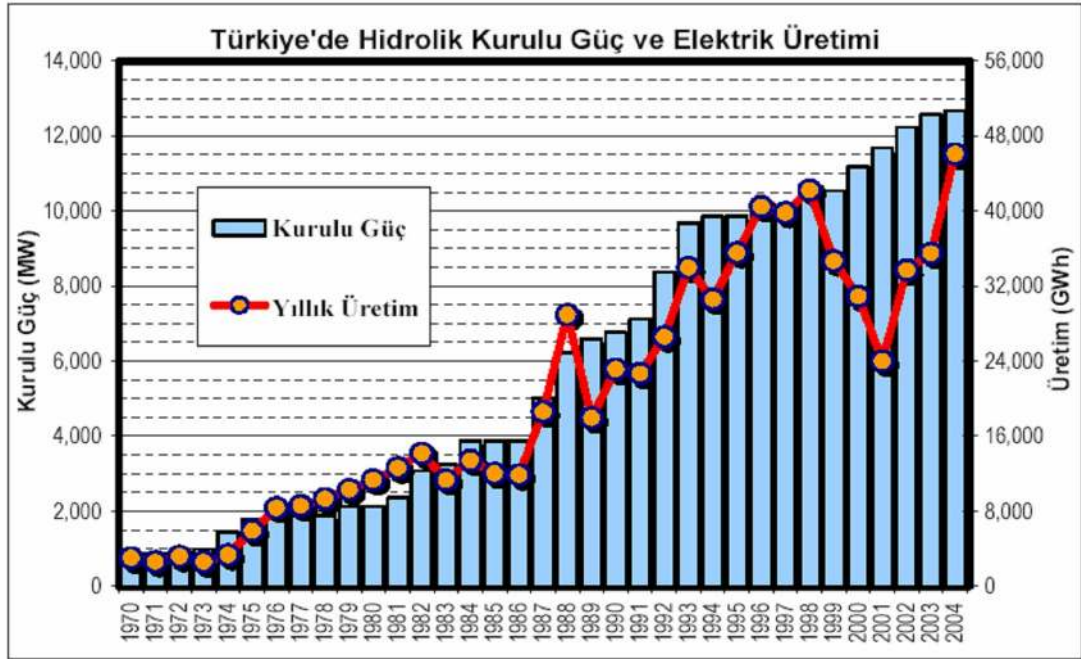
*Teknik Potansiyel 24.9 MTEP'dir.

Türkiye elektrik üretiminde kullanabileceği çok zengin bir hidroelektrik potansiyele sahiptir. Ancak bu potansiyeli kullanıma sokmakta yetersiz kaldığı ve enerji stratejilerinde büyük bir yanlış içerisinde olduğu da açıkça görülmektedir. Türkiye'nin hidroelektrik kapasitesinin değerlendirilmesinde kullanılan ve herhangi bir tesisin ekonomik olarak yapılabilir olup olmadığı kararına mesnet teşkil eden kriterlerin daha yakından incelenmesi gerekmektedir. Halihazırda kullanılan kriterlerin hidroelektriğe karşı ve caydırıcı etkisi olduğu düşünülmektedir (Göken, 2007: 23-24).

Bu hesaplar ve hesaplarda kullanılan kriterler tamamen "internal costs" denen içsel maliyetler esas alınarak yapılmakta, hidroelektrik santrallerin alternatifi olarak düşünülen termik santrallerin dışsal maliyetleri (external costs) tümüyle göz ardı edilmektedir. Literatürde dışsal maliyetler bu santrallerin sebep olduğu çevre

sorunlarının (sera gazı emisyonları, asit yağmurları, atık maddelerin muhafazası, çevre kirliliği, vs.) giderilmesi için gerekecek harcamalar olarak tanımlanmaktadır ve mertebesinin içsel maliyetlerinin en az % 30'u olduğu belirtilmektedir” (Göken, 2007: 23-24).

Şekil 4.3. Türkiye’de Hidroelektrik Güç ve Elektrik Üretimi (9. BYKP Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2006)



Elektrik enerjisi üretimi konusunda, hidrolik enerji, Türkiye’nin kullanılabilir en önemli yenilenebilir enerji kaynağını oluşturmaktadır. Ülkemizde kurulan ilk hidroelektrik santral, 1902 yılında Tarsus’ta kurulan 2kW gücündeki santraldir. Daha sonra yenileri eklenen hidroelektrik santraller, ülkemizin enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamaktadır. Türkiye; yıllık 433 milyar kWh hidrolik enerji potansiyeline sahiptir ki, bu değer de dünya potansiyelinin yaklaşık %14’ünü oluşturmaktadır (Çelebi ve Gök, t.y.).

Yapılan çalışmalar, 2020 yılında hidrolik güçten yıllık 97,5TWh enerji üretmeye yöneliktir. Çalışır durumda olan 329 hidroenerji santrali sayısının 2020 yılına kadar 483’e çıkarılarak, 11.588MW olan enerji üretiminin 19.699MW’a yükseltilmesi planlanmaktadır. Ayrıca 74.000 km² ile Türkiye topraklarının yaklaşık %10’unu teşkil eden Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yapılan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)’nden 7.476MW enerji elde edilmekte ve ülke gereksiniminin %22’ye yakın bir kısmı karşılanmaktadır.

“Teknik ve ekonomik yapılabilirlik sınırlamaları göz önüne alınmaksızın, Türkiye’nin hidrolik kaynaklarının teorik olarak, ortalama debi ve düşü şartlarında hesaplanan brüt potansiyeli 430 milyar kWh/yıl’dır. Ekonomik yapılabilir olmasına bakılmaksızın, teknik yapılabilirlik şartı ile bu kaynaklardan sağlanabilecek teknik potansiyel 215 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Hem teknik hem de ekonomik yapılabilir şartları altında kullanılabilecek potansiyel, bugün için 124,5 milyar kWh/yıl olarak bildirilmektedir. Ekonomik potansiyele bağlı güvenilir enerji üretim potansiyeli 79,7 milyar kWh/yıl’dır” (Çıtak, t.y.).

Günümüzde, Türkiye hidrolik güçten oldukça fazla yararlanılmasına rağmen kullanılmayan büyük bir potansiyel de mevcuttur. İnşa edilecek barajların ise yapılan hafriyatın büyüklüğü, tarım alanlarını yok etmesi, sulama sisteminde meydana getireceği değişiklik gibi çevresel yönlü pek çok etkisi bulunmaktadır. Buna karşın termik ve nükleer santrallere göre daha güvenli ve işletmeciliği daha kolay ve esnektir.

Elektrik donanımlarının tamamına yakını yurt içinde imal edilebilmektedir ve bakım-onarım-işletmeleri daha kolaydır. Bu gibi avantajlarına karşın bir hidrolik enerji santralinin kuruluş yeri büyük önem arz etmektedir. Bu gibi santrallerden, elektrik üretiminin yanı sıra sulama, içme ve kullanma suyu temin edilebileceği de unutulmamalıdır. Hizmet ömürleri de uzun olan bu santrallerin yapımına ülkemizce önem verilmektedir.

Türkiye’nin jeotermal ısı potansiyeli 31.500MWh’dır. bu potansiyel 5 milyon evin ısıtılmasına eşdeğerdir. Bu ısıtmanın maliyeti elektrikten 100 kat, fuel oil’den 50 kat, doğal gazdan 40 kat ve kömürden 32 kat daha düşük olmaktadır. Ayrıca jeotermal enerjiyi kullanan sistemler güvenilir, emniyetli ve esnektirler. Bu sistemler %97 oranında verime ulaşabilmekte ve yıl boyunca sürekli çalışabilmektedirler. Bir avantajı da diğer sistemlerle karşılaştırıldığında inşaat süresinin çok kısa olmasıdır (Özçep ve Karabulut, 2003:45; Ergün, 2005:11).

Türkiye’de bilinen 1000’in üzerinde jeotermal enerji kaynağı bulunmaktadır ve bu kaynaklar jeolojik yapı nedeniyle batı Anadolu’da yoğunlaşmıştır. Bunu sırası ile Marmara, İç Anadolu, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgeleri izler. Jeotermal enerji açısından Avrupa’da birinci, dünyada yedinci sırada yer alan Türkiye’de kaynakların doğru kullanılması enerji ithalatını ve petrole olan bağımlılığı azaltır. 2010 yılı itibarıyla 16 milyar kWh/yıl elektrik üretme kapasitesi ve/veya potansiyeli olan ülkemizde aynı yıl itibarıyla üretim hedefi 4 milyar

kWh/yıl'dır. Bu sayılar, elde olan jeotermal kaynakların yeterli derecede değerlendirilemediğine işaret etmektedir (Ergün, 2005:11-12).

4.8. EKONOMİK BÜYÜME VE KALKINMA İLE ENERJİ İLİŞKİSİ

Ülkeler 20. yüzyıl boyunca kalkınma sorununu incelemişler ve bu doğrultuda çeşitli politikalar uygulamışlardır. Ancak kalkınma sorunu 21. yüzyılda da dünya gündemine oturmuştur. Son yüzyılda doğal afetler, terör, savaş, açlık gibi olguların artması ile artan yoksulluk karşısında kalkınma boyut değiştirerek yoksulluğun azaltılması ile aynı anlamda kullanılmaya başlanmış, gerek ülkemizde gerekse dünya genelinde günümüzün en önemli gündem maddesi haline gelmiştir.

Ülke toplumunun yaşam seviyesini yükseltmek için üretimi arttırıp, ulaşılan zenginliğin adil bölüşümü, üzerinde uzlaşılan bir konu olmakla birlikte bunun nasıl yapılacağı ya da bu amaçla hangi yöntemlerin kullanılacağı konusu ekonomi bilimini düşünsel ve uygulama bazında meşgul etmiştir. (Barbaros, 2004: 16).

Ülke hükümetlerinin zenginliği nasıl yaratacağı ve dağıtacağı sorunsalında temel olarak kabul edilen olgu; ülkenin doğal kaynaklarının etkin bir biçimde kullanımı ve bu sürecin nitelikli işgücü ile organize edilip, kullanılmasıdır. Ancak bu belirtilen süreçlerin ulaşacağı ortak hedef, ülkenin sermaye birikiminin sağlanmasıdır. (Boratav, 2006: 12-16) Ülkelerin enerji yoğunluğunda meydana gelen değişim ise enerji ekonomisi ile yakından ilgilidir. Enerji yoğunluğundaki değişim iktisadi büyüme ile enerji tüketiminin zaman içinde nasıl değiştiği hakkında bilgi verir. Eğer enerji yoğunluğu ülke zenginleştikçe azalıyorsa, iktisadi büyüme ve enerji tüketimindeki artış arasındaki ilişki, zaman içinde daha zayıf hale gelecektir. Birçok ülke için, enerji kullanımında zaman içinde meydana gelen değişimin incelenmesi aynı zamanda geleceğe dönük bazı tahminlerin yapılmasına da imkan sağlar. (Leach vd, 1986: 11).

Doğal olarak gerek ülkeden ülkeye gerekse bölgesel olarak enerji kullanımındaki değişimi belirleyen faktörler de farklılaşabilmektedir. Fakat genel olarak enerji kullanımındaki değişimleri belirleyen değişkenleri şu şekilde sınıflandırılması mümkün görünür.

Leach ve diğerleri (1986.11)'e göre enerji kullanımındaki değişimi belirleyen değişkenlerden ilki, iktisadi büyüme ile beraber sektörlerin farklı gelişme göstermesidir. Enerji talebini belirleyen diğer değişken ise, gelir seviyesindeki değişimlerin enerji tüketimindeki değişimleri uyarmasıdır. Genel olarak gelir

seviyesinin ve/veya gelir dağılımının değişmesi, nihai enerji tüketiminin hem dağılımını hem de seviyesini değiştirecektir.

Enerjinin kapsamı ve önemi arttıkça ülkelerin iç ve dış politika amaç ve hedeflerinde daha da önemli hale gelmiştir. Enerji öncelikle ekonomik olarak değerlendirilirken zaman içinde siyasal hedeflerle bağlantılı ele alınmıştır.

Ülke üretimi, hane halklarının ihtiyaçları gibi ekonomik ve sosyal öncelikler içerisinde yer alırken, birinci etkene bağlı olarak siyasal unsurlar içindeki yerini almıştır. Hatta zaman içinde petro-politik ve su-politik gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. İki dünya savaşının da hammadde yarışı yanında özellikle kömür ve çelik kaynakları rekabetinden çıktığı düşünülürse ve hatta Avrupa Birliği (AB) nin Kömür ve Çelik Antlaşması ile kurulması, enerjinin ortak kullanımı kuruluş amaçlarından biri olarak belirlemesi enerjiyi politik bir unsur olarak belirginleştirmektedir (Atman, 2006: 59-61).

Dünya’da enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıtların rezervleri hızla tükenmektedir. Bu yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğalgaz gibi bazı fosil yakıtların rezervlerinin sonuna gelineceği tahmin edildiğinden, bütün enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır (Kavak, 2005: 34-35).

Enerji, çevreye en olumsuz etkilerde bulunan sektörlerden biridir. Dolayısıyla enerjinin çevreyle ilgili önemli bir boyutu da vardır. Fosil yakıt kullanımından çıkan parçacık emisyonları, atmosfere giren ısınları geri yansıtmak suretiyle soğutma, sera gazı emisyonları ise yeryüzünden yansıyan ısınları daha ziyade yutmak suretiyle ısınma etkisi yaratmaktadır. Bu durumda küresel ölçekte, ciddi endişeler yaratan küresel iklim değişikliklerine sebep olmak beraber büyük felaketlere de yol açması mümkündür

2001 yılı itibarıyla atmosfere yayılan sera gazı yayılımlarının % 85’i enerji, % 9’u tarım, % 5’i sanayi ve % 3’ü atık sektörlerinden kaynaklanmaktadır. Yerel düzeyde en yaygın ve ciddi sorun ise, kentlerdeki hava kirliliğidir. Hatta, ısınma amacıyla kullanılan yakıtların türünün yol açtığı yüksek kirletici yoğunlukları ve yetersiz havalandırma koşulları nedeniyle bu ikinci durum önemli bir kamu sağlığı sorunu oluşturmaktadır (Kavak, 2005: 34-35).

Öte yandan, kömür madenlerinin drenajı, boru hatlarından, tankerlerden ve yeraltı yakıt depolarından sızıntılar ve petrol rafinerilerinin emisyonları yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Bölgesel ölçekte, fosil yakıt kullanan

taşıtlar ve güç santrallerinin emisyonları tarım ürünlerine, ormanlara ve kamu sağlığına zarar vermektedir.

Kişi başına tüketilen elektrik miktarı uzun yıllar ülkelerin gelişmişlik ölçütlerinden biri olarak kullanılmıştır. Elektrik talebi de o ülkedeki gelişmeleri ve ekonomik seviyeyi takip etmek için kullanılan bir yöntemdir. Ancak, teknolojik gelişmelerin artmasıyla birlikte tüketilen elektrik miktarı yerine elektrikten sağlanan verim önem kazanmıştır.

Dolayısıyla gelişmiş ülkelerde kişi başına elektrik tüketimi azalmasa bile birim elektrikten sağlanan fayda artmıştır. Önemli olan tüketilen elektrik miktarı değil birim elektrik miktarı başına sağlanan faydadır. Buna bağlı olarak elektrik tüketimi bir gelişmişlik ölçütü olmakla birlikte, ülkede tüketilen elektriğin GSMH’de sağladığı artış ve gelişmişlik göstergesi arasında yakın ilişki vardır.

2006 verilerine Dünya’da kişi başına düşen elektrik 2.659 kw’dır. OECD ülkelerinde ise Dünya ortalamasının yaklaşık üç katı 8.381 kw, kişi başına düşen gelir 22.214 USD’dir. Afrika ülkelerinde kişi başına elektrik tüketimi 557 kw, kişi başına düşen gelir ise 824 USD’dir. Bu istatistik bilgiler kişi başına elektrik tüketimi ile kalkınmışlı arasındaki ilişkiyi desteklemektedir. Türkiye’de ise kişi başına elektrik tüketimi 2.053, kişi başına düşen gelir ise 3.625 USD’dir (tablo 4.1).

Tablo 4.2’ye ülkeler bazında kişi başına elektrik tüketimine baktığımızda; İzlanda 31.306 kw kişi başına elektrik tüketimiyle Dünya’da en fazla kişi başına elektrik tüketen ülkedir. İzlanda’nın kişi başına geliri ise 36.333 USD’dir. Norveç, 24.295 kw kişi başına elektrik tüketimiyle ikinci sıradadır. Norveç’te kişi başına gelir ise 41.158 USD’dir.

Tablo 4.2’deki kişi başına elektrik tüketimi en yüksek olan diğer ülkeler sırasıyla şunlardır: Katar 17.188 (kişi başına gelir 34.585 USD), Finlandiya 17.178 kw (27.514 USD), Kanada 16.766 kw (25.892 USD), Lüksemburg 16.402 kw (54.983 USD), Kuveyt 16.314 kw (21.069 USD), İsveç 15.280 kw (31.938 USD), Birleşik Arap Emirlikleri 14.569 kw (26.882 USD) ve ABD 13.515 kw (37,572 USD). En fazla elektrik tüketen ülkelerin kişi başına gelirlerinin de yüksek olduğunu görmekteyiz

Tablo 4.2’deki ülkelere göre kişi başına en az elektrik tüketen ülkeler sırasıyla şunlardır: Etiyopya 38 kw (kişi başına gelir 146 USD), Benin 69 kw (324 USD), Kamboçya 88 kw (442 USD), Sudan 95 kw (501 USD), Nijerya 116 kw (439 USD),

Kenya 145 kw (438 USD), Bangladeş 146 kw (420 USD), Senegal 150 kw (468 USD), Angola 153 kw (1.033 USD), Kamerun 186 kw (689 USD).

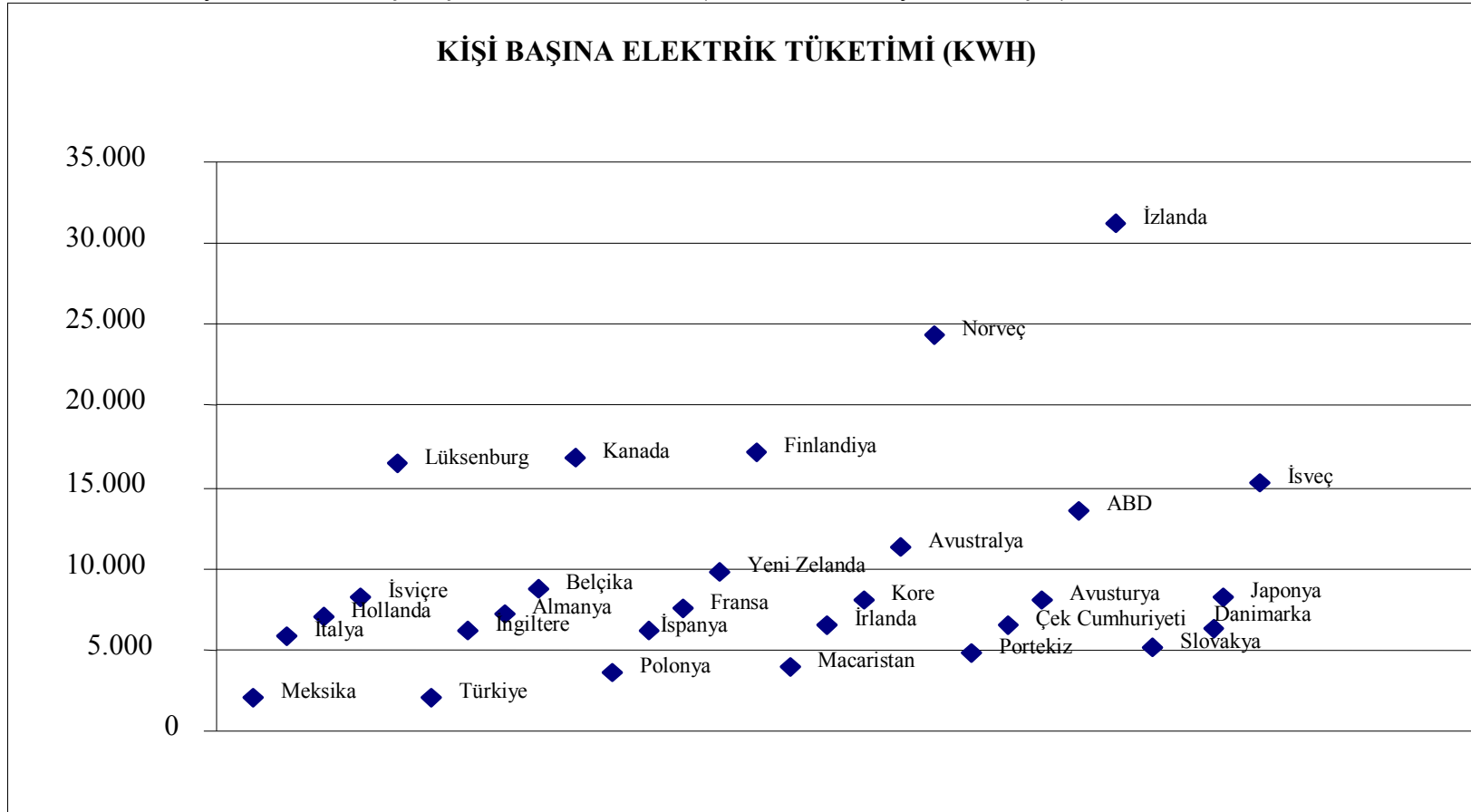
Aşağıdaki şekil 4.4'te OECD ülkelerinde kişi başına elektrik tüketimi verilmiştir. OECD ülkelerinin kişi başına elektrik tüketim ortalaması 8.381 kwh'dır. Bunun üzerinde olan ülkelerin kişi başına düşen gelirlerinin ve ülkelerin kalkınmışlık seviyelerinin yüksek olduğunu görmekteyiz. En yüksek elektrik tüketimine sahip ülkelerden İzlanda'nın kişi başına geliri 36.333 USD, Norveç'in kişi başına düşen geliri ise 41.159 USD'dir.

Tablo 4.2'de OECD ülkelerinden en az elektrik tüketen ülkeler; Meksika 1.993 kwh, Türkiye 2.053 kwh, Polonya 3.585 kws, Macaristan 3.883 kwh, Portekiz 4.799 kwh ve Slovakya 5.136 kwh'dir. Bu ülkelerin kişi başına düşen gelirleri ise sırasıyla; Türkiye 3.580 USD, Slovakya 4.466 USD, Meksika 6.353 kwh, Macaristan 6.107 USD, Meksika 6.353 USD, Portekiz 11.238 USD'dir.

Bu yapılan açıklamalar çerçevesinde çıkan sonuçlar şöyledir:

- Kişi başına düşen gelirler yükseldikçe elektrik tüketimi artmakta, kişi başına düşen gelirler azaldıkça elektrik tüketimi de azalmaktadır. Elektrik tüketimi ile kişi başına düşen gelir arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.
- Gelişmiş ülkelerin kişi başına gelirleri arttıkça, kişi başına elektrik tüketimi de artmaktadır. Gelişmekte olan ve geri kalmış ülkelerde ise kişi başına elektrik tüketiminin gelişmiş ülkelere göre daha az olduğunu görmekteyiz. Gelişmişlik düzeyi ile kişi başına düşen elektrik arasında da doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

Şekil 4.4. OECD üyesi ülkelerin kişi başına elektrik tüketimi (Tablo 4.2’den faydalanılmıştır)



4.9. ENERJİ OLGUSUNUN ÜLKELER İÇİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Enerjinin özellikle sanayi sektöründe etkin ve verimli kullanımı önem arz etmektedir. Ancak enerji kaynaklarını edinme konusunda tüm ülkeler aynı oranda potansiyele sahip değildir. Hatta birçok ülke bu kaynaklardan tamamen yoksun oldukları için dışa bağımlıdırlar. Gelişmiş ülkeler sömürge dönemlerinde enerji ya da hammadde bakımından zengin ülkelerde sömürgeler oluşturarak zenginleşmişlerdir. Bu bağlamda enerji kaynakları ile kalkınma arasında sıkı bir bağ bulunmaktadır. Bunun yanında gelişmekte olan ülkeler bu kaynaklardan yoksun oldukları ve kendi içsel koşulları nedeniyle gelişme sürecinde geride kalmışlardır (Atman, 2006:60-62).

Özellikle günümüzde enerjinin artan önemi ve ülkelerin ekonomik gelişme için enerjiye şiddetle ihtiyaç duymaları, dünyanın önemli enerji potansiyeline sahip ülkelerinde sıkı bir rekabet içine girmelerine neden olmaktadır. Ülkeler arasındaki kalkınma ve ticaret yarışı ekonomik yaşamı daha da hızlandırmaktadır. Bu bağlamda dünya ekonomisinin geleceği için enerjinin önemi giderek artmaktadır.

Enerjinin ekonomik yaşamdaki rolü konusunda yapılan değerlendirmelerde, dünyadaki mevcut petrol ve doğal gaz kaynaklarının % 50'sinin Orta Doğu'da olduğu, Afrika, Orta Doğu, Rusya ve Hazar Denizi'nden temin edilecek petrol ihtiyacının 2010 yılında bugünkü % 20 oranından % 40 oranına çıkacağı, Çin' in petrol ihtiyacının önümüzdeki 10 yıllık dönemde iki kat artacağı, bu ülkenin 2030 yılında dünya petrolünün % 14'üne ihtiyacı olacağı belirtilmektedir. (Atman, 2006: 62-63). Enerji tüketiminin 1980-2000 yılları arasında % 34 oranında artmış iken, 2020 yılına kadar bu artışın % 50 olacağı, Hazar Denizi, Orta Doğu ve Afrika' nın bu nedenle önemli olduğu, dünyada üretilen doğal gazın % 95' inin boru hatları ile taşındığı, 2030 yılına kadar dünyadaki petrol ve doğal gazın çıkarılması ve dağıtımı için toplam 16 trilyon dolarlık bir yatırıma ihtiyaç olacağı belirtilmektedir (Atman, 2006: 63).

Dünya ekonomisinin 2020 yılında 2000 yılına göre % 80 daha büyüyeceği ve kişi başına düşen gelirin de % 50 oranında artacağı ifade edilmektedir. Ayrıca, enerji tüketiminin 1980-2000 yılları arasında % 34 oranında artmış iken, 2020 yılına kadar bu artışın % 50 olacağı, Hazar Denizi, Orta Doğu ve Afrika' nın bu nedenle önemli olduğu, dünyada üretilen doğal gazın % 95' inin boru hatları ile taşındığı,

AB' nin dışarıdan enerji ihtiyacının 2000 yılında 1/3 oranında iken, 2020 yılında bu oranın 2/3 olacağı belirtilmektedir (Atman, 2006:63).

Tablo 4.6. Dünya Fosil Yakıt Rezervlerinin Kullanılabilme Süreleri (Yıl) (BP, 2008:6-32).

BÖLGE	Petrol	Doğalgaz	Kömür
Kuzey Amerika	13.9	10.3	224
Orta ve Güney Amerika	45.9	51.2	188
Avrupa ve Avrasya	22.1	55.2	224
Eski SSCB Ülkeleri	27.4	67.7	463
Ortadoğu	82.2	100 yıldan fazla	186
Afrika	31.2	76.6	
Asya ve Okyanusya	14.2	36.9	70
TOPLAM	41.6	60.3	133

Bu verilere dayanılarak dünyada artan enerji ihtiyacının nedenlerinin birinin yoğun ekonomik faaliyetler olduğu söylenebilir. 2010 yılında Çin' in Gayri Safi Milli Hasılasının, ABD hariç diğer Batılı devletleri geçeceği, Çin ve Hindistan'ın nüfuslarının sırasıyla 1,4 ve 1,3 milyara ulaşacağı hesaplanmaktadır. Çin, enerji ihtiyacının önümüzdeki on yıllık dönemde % 100 artacağını bilerek, Afrika'daki enerji kaynaklarına sahip ülkelerde önemli yatırım yapmaktadır. Elbette ki artan Dünya nüfusu ve tüketim ihtiyacı bu durum özelinde önemli olsa da özellikle sanayileşmiş ülkelerin yoğun ekonomik faaliyetleri ve üretimleri için önemli oranda enerji kaynağına ihtiyaçları bulunmaktadır (Atman, 2006: 63-64).

Tablo 4.7. Dünya Enerji Tüketiminde Kaynakların Payı (%) (2000-2020 Dönemi) (U.S. Energy Information Administration, International Energy Outlook, 2000)

Kaynak	2000	2010	2020
Petrol	38.9	38.1	37.9
Doğalgaz	21.7	25.5	28.5
Kömür	26.1	23.1	22.1
Nükleer	5.9	5.1	3.7
Diğer	7.4	8.1	7.8

Yukarıdaki değerlendirmelerden anlaşılacağı üzere ekonomik yaşam içinde enerji hayati öneme sahiptir. Bunun yanında enerjinin tarihsel süreç içindeki gelişimi düşünüldüğünde aslında her zaman ekonomik yaşam içinde önemli olmuştur.

Enerji olgusunun ekonominin yanında siyasal yaşam içindeki rolü günümüzde ekonomik nedenlere bağlı hale gelmiştir. Artan enerji ihtiyacı ve

devletlerin enerjiyi temin etmedeki rekabeti ister istemez politik unsurların da düşünülmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, özellikle son yıllarda uluslar arası siyasal sistemdeki güç mücadelelerinin nedenlerinden biri de enerjidir diyebiliriz.

4.9.1. Amerika Birleşik Devletleri

Günümüzde ABD'nin süper güç olması nedeniyle küresel stratejilerini de buna uyum olarak şekillendirdiği söylenebilir. Özellikle 11 Eylül saldırısı sonrası güvenlik kavramının uluslar arası sistemin merkezine yeniden yerleştiği söylenebilir. SSCB'nin yıkılışından 11 Eylül saldırısına kadar geçen dönemde ABD politikaları neo liberal anlayışla şekillenmiştir.

Buna göre devletler arası işbirliği ve ekonomik ilişkilerin (küreselleşmenin de etkisi ile) geliştirilmesi anlayışı hakim olmuştur. Buna göre ABD yeni süper güç olarak dünya sisteminin merkezinde olacak ve çatışma yerine işbirliği gelişecek, diktatörlükler yerine demokrasi, insan hakları ve ekonomik uzlaşma süreçleri yaşanacaktı. Ancak 11 Eylül bir anlamda bu sürece sert bir karşı çıkışı ortaya koymuş ve güvenlik kavramını ABD'nin de öncelikleri arasına almıştır.

Özellikle ikinci dünya savaşı sonrası hem sanayileşme alanındaki gelişmeler hem de savaş teknolojilerindeki yenilikler enerji kavramına olan önemi arttırmıştır. Bu bağlamda güvenlik kavramı ile enerji arasında yakın bir ilişki olduğu söylenebilir. Güvenlik sadece siyasal ya da askeri anlamda olmak yanında ekonomik olarak da belli bir içeriğe sahiptir.

ABD'nin ekonomik olarak dünya liderliğini sürdürmesi ve ekonomik güvenliğini ağırlaması için enerjiye (özellikle petrol) özel bir önem vermektedir. ABD günümüzde tek başına dünya enerji kaynaklarının %25'ini tüketmektedir. Bunun %27'sini ithal etmektedir. Enerjiyi verimli kullanmasına rağmen 2025 yılında ithal etmek durumunda kalacağı oran yaklaşık %38'dir (Pamir, 2006: 24).

Dünyanın her yerinde etkisi görülen ve çeşitli stratejiler uygulayan ABD, Sovyetler Birliği'nin dağılmasıyla Kafkaslar ve Hazar Bölgesi'ni de etkisi altına alma politikaları uygulamaktadır. ABD dünyanın en fazla petrol tüketen ülkesidir ve ihtiyaç duyduğu bu enerji kaynağını Ortadoğu'dan temin etmektedir. Ancak geçmişteki yaşanan petrol krizlerinden dolayı ABD ve batılı müttefikler çeşitli sıkıntılar yaşamışlardır. Bundan dolayı ABD kendi enerji kaynaklarını garanti altına almak için zengin rezervlere sahip Hazar Bölgesi'ne yoğun ilgi göstermektedir (Pala, 2003: 82).

ABD'de petrol tüketimi son 10 yılda % 18 oranında artmıştır. Günümüzde

ise, dünyanın en çok petrol tüketen ülkesi olan ve dünya nüfusunun % 5'ine sahip olan ABD, günde 20.5 milyon varil ile dünya rezervlerinin % 25'ni tek başına tüketmektedir. Bu mevcut hâli ile ABD dünya petrol piyasaları üzerinde büyük bir ağırlık taşımaktadır. Gelecek öngörülerini kapsamında da ABD'nin ekonomik performansına ve rakip yerel petrol arzına bağlı olarak, gelecek yıllar boyunca da artmaya devam edeceği öngörülmektedir. Nüfus veya ekonomik üretimle karşılaştırıldığında, ABD'nin enerji ve petrol talebi, Batı Avrupa veya Japonya'ya göre çok daha yüksektir. Örneğin 1997'de kişi başına enerji kullanımı Amerika'da, Batı Avrupa ile karşılaştırıldığında iki katından, nominal GSYH ile bağlantılı olarak enerji talebi ise ABD'de Batı Avrupa'da olduğundan yaklaşık %50 daha fazlaydı. Aynı fark petrol tüketimi için de yaklaşık olarak geçerliliğini korumuştur. ABD aynı zamanda dünyanın en önemli petrol üreticisi ülkelerinden biridir (Aklin ve Atman, 2006: 120-128).

Bu bakımdan petrol fiyatları ve tüketicilerle, yerli üreticilerin gelecek beklentilerinin dengelenmesi gibi karmaşık ve hatta çelişen çıkarlar söz konusudur. Günümüze dek geçen sürede petrol fiyatı şoklarına karşı geliştirilen kısa dönem sigorta politikası kapsamında, bir arz kesintisi nedeniyle petrol fiyatında meydana gelen artışı dengelemek amacıyla, ABD Hükümeti'nin serbest bırakabileceği stratejik petrol rezervi önem taşımaktadır. ABD petrol arzı güvenliği; ülke dışında özellikle Körfez ülkelerinde ve hatta ülkede fiyat esnek üretim kapasitesi içinde hazırda tutulan yedek petrol üretim kapasitesi, aynı zamanda petrol çıkarlarını savunmak amacıyla güçlendirilmiş askeri kapasiteyi de kapsamaktadır. Bu kapsamda ABD'nin petrol ithalatına olan bağımlılığı, ölçülmesi güç askeri maliyetleri de taşımaktadır. Petrol piyasasındaki bağımlılık ilişkilerini önemli derecede etkileyen ve 1974 yılında yaşanan petrol krizinden sonra basta ABD olmak üzere sanayileşmiş ülkelerin oluşturdukları, ulusal ve uluslararası kurumsal yedek emniyet mekanizmaları petrol stratejileri açısından önem taşımaktadır. ABD'nin ulusal mekanizması, stratejik petrol rezervleridir. ABD, 1973 Arap ambargosundan sonra uygulamaya başlatma kararı aldığı Meksika Körfezi sahili altındaki tuz mağaralarında 1 aylık ihtiyacını karşılayabilecek yaklaşık 685 milyon varillik stratejik petrol rezervi de bulundurmaktadır. Bu miktarı 2006 sonunda 700 milyonun üzerine, daha sonraki dönem de 1 milyar varile çıkarmayı planlamaktadır. ABD stratejik petrol rezerv kaynaklarını kullanarak, tek başına piyasalara günlük 4.4 milyon varil sürebilecek kapasiteye sahiptir. Bu miktar Irak'ın savaş öncesi ihracatının yaklaşık iki katı

oranındadır (Aklin ve Atman, 2006: 120-128).

Tablo 4.8. ABD'nin Enerji Üretim ve Tüketimi (BP, 2008:6-40)

Yıllar	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BET*	2219	2258	2310	2255	2290	2297	2342	2343	2322	2361
Petrol Üretim	8011	7731	7733	7669	7626	7400	7228	6895	6841	6879
Petrol Tüketim	18917	19519	19701	19649	19761	20033	20731	20802	20687	20698

*BET: Birincil enerji Tüketimi

Stratejik açıdan oldukça önemli olan bu kapasite ile ABD; basta Suudi Arabistan olmak üzere, OPEC kullanmadığı kapasiteleri ile piyasaları kontrol etme noktasında önemli bir konuma sahip olsa da, özellikle meydana gelebilecek kısa dönemli olası krizlere karşı ekonomik açıdan önlem almak yönünde strateji belirlemektedir. Böyle bir durumda ABD, petrol ithalatını yeniden yönlendirmek için zaman kazanabilecek ve olası krizin ekonomisi üzerindeki muhtemel etkilerini kontrol altında tutabilecektir. Aynı zamanda petrol üreticisi ülkelerin ortaya koyacakları yüksek fiyatlı ve düşük arzlı petrol politikalarına karşı, tüketici konumundaki ABD zor durumda kalmayacaktır.

4.9.2. Çin ve Hindistan

Dünyada ham petrol tüketiminin % 25'e yakını ABD tek başına gerçekleştirmektedir. Çin, ABD'yi % 8,2'lik oranla takip etmektedir. Yüksek oranda petrol tüketen gelişmiş ülkeler ve Çin-Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin ellerinde bulunan ham petrol rezervi miktarıysa toplam rezervlerin yalnızca % 20,3'üdür. Dünya ham petrol üretiminin yarısından fazlasını sağlayan ve toplam ham petrol rezervlerinin % 73,5'ini elinde bulunduran Ortadoğu-Avrasya bölgesinin toplam tüketim içindeki payı % 32,1 seviyesindedir. ÇHC, Hazar bölgesi ülkelerinden enerji kaynakları temin etmek üzere çeşitli projeler geliştirmeye çalışmaktadır. Ancak, hızla artan tüketimlerini sadece bu bölgeden karşılamaları imkânsız olduğundan, 21. yüzyılın ekonomik merkezi olmasına kesin gözle bakılan Çin-Japonya eksenindeki ülkelerin, Orta Doğu petrollerine olan ilgisinin artabileceği ve artan talep ile petrolün daha da değerlenme ihtimali olacaktır. Dolayısıyla petrolün taşındığı uluslar arası sulardaki deniz güçlerini (hem donanma hem de deniz

ticaret filosu) artırmak ve Orta Doğu politikalarında etkin rol oynamak isteyeceklerdir (SAREM, 2002:2-8).

Dünyada soğuk savaşın bitmesiyle iki kutuplu sistemden tek kutuplu sisteme geçilmesi, ilerleyen yıllarda dünya üzerinde tek hâkim güç gözüken Amerika Birleşik Devletleri ile ikinci ve üçüncü kutup olma yolunda ilerleyen Avrupa Birliği ve Çin Halk Cumhuriyeti arasında büyük enerji mücadelesine sahne olacaktır. Amerika bu bölge de üretilen petrole ihtiyaç duymamasına rağmen rakiplerine olan enerji girdilerini kontrol etmenin rakiplerini kontrol etmek anlamına geldiğini bilerek politika yapmaktadır.

Hazar havzası ve Orta Asya, süper güç hedeflerinin birleştiği bir bölgedir. ABD ve Avrupa dışında Çin, Hindistan gibi ekonomisi hızla büyüyen ülkelerin gelecekte petrol ihtiyaçları artacaktır. Hazar Havzası Çin'in petrol stratejileri arasında önemli bir yere sahiptir. Çin'in bu enerji kaynaklarına yönelik yürüttüğü politikaların en önemlisi Kazakistan ile 1996 yılından itibaren gündemlerine aldıkları, iki ülke arasında inşa edilecek 3000 Km uzunluğundaki petrol boru hattıdır. Bu hattın 450 kilometrelik ilk etabı tamamlanmıştır. 1000 kilometre civarındaki ikinci etabın inşasının da 2005 sonuna kadar tamamlanacağı ifade edilmektedir. Kazakistan ile Çin arasındaki yapımı süren boru hattının sadece Çin açısından değil günde 5.5 milyon varil petrol tüketen Japonya ile 2.3 milyon varil petrol tüketen Güney Kore açısından da stratejik bir proje olacağı düşünülmektedir (Kıraç, 2004: 17).

Petrolün 56 dolar seviyesine kadar çıkmasının nedeni Çin'dir. Bugün petrolün çıkarıldığı yerlerdeki maliyeti 3 doların altında. Petrolü de Çin nerede ne fiyata bulursa bulsun alıyor. Çin'in talebiyle petrolde büyük sıçrama oldu. Yoksa savaş nedeniyle petrol çıkarılamıyor değildir. Irak'ın çıkaramadığı petrol açığını, zaten hem OPEC artırarak, hem de en ilginç Rusya 3 milyon tondan 7.5 milyon tona çıkararak kapattı. Buradaki sorun savaş değildir. Dünyanın en büyük ikinci ithalatçısı haline gelen Çin'dir.

Tablo 4.9. Çin'in Enerji Üretim ve Tüketimi Milyon Ton (BP, 2008:6-40)

Yıllar	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BET*	917	935	967	101	1058	1230	1429	1561	1730	1863
Petrol Üretimi	160	160	163	165	167	170	174	181	184	187
Petrol Tüketimi	197	210	224	228	247	272	319	328	353	368

*BET: Birincil enerji Tüketimi

Görüldüğü üzere Çin dünya ekonomisinin yükselen yıldızı olarak enerji üretim ve tüketiminde diğer ülkelere oranla ciddi bir sıçrama içindedir. Enerji tüketiminin giderek artması Çin sanayisinin geliştiğinde yani ekonomik kalkınma ile enerji tüketiminin arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anı ilişkinin gözlemlendiği ülkelerden diğeri de Hindistan'dır. Özellikle küreselleşme süreci ile birlikte önemli büyüme oranları sergileyen Hindistan çektiği yabancı sermaye yatırımları ile de önemli bir gelişme göstermiştir. Bu bağlamda Hindistan'daki enerji tüketimi de artış göstermiştir.

Tablo 4.10. Hindistan'ın Enerji Üretim ve Tüketimi Milyon Ton (BP, 2008:6-40)

Yıllar	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BET*	272	280	295	297	308	316	344	362	379	404
Petrol Üretim	37	37	36	36	37	37	38	36	37	37
Petrol Tüketim	93	100	106	107	111	113	120	120	120	129

*BET: Birincil enerji Tüketimi

4.9.3. Rusya ve Avrupa Birliği

Rusya, dünyada doğal gaz rezervlerine göre birinci, kömür rezervlerine göre ikinci ve petrol rezervlerine göre ise sekizinci sırada olmasından dolayı enerji pazarı bakımından çok önemli bir konuma sahiptir. Aynı zamanda doğal gaz ihracatına göre birinci, petrol ihracatına göre ikinci ve enerji tüketimine göre ise üçüncü sıradadır.

2004 yılında Rusya'nın GSYİH yaklaşık 7% civarlarındaydı ve bu da G 8 ülkeleri arasında en yüksek göstergeydi. Rusya'nın önemli ölçüde ekonomik büyümesi son beş yılda enerji ihracatı ile gerçekleşmiştir. Bu da petrol üretimindeki artış ve o dönemdeki petrol fiyatlarının yükselişi ile ilgilidir (Pala, 2003: 82-83).

Rusya ispatlanmış 60 milyar varil petrol rezervine sahip ve bunun da büyük kısmı Batı Sibirya bölgesinde, Ural Dağlarında ve Merkezi Sibirya Platosunda bulunmaktadır. Yaklaşık 14 milyar varili Sakhalin adalarında bulunmaktadır. Sovyetler Birliği döneminde petrol üretimi göstergesi yüksekti, fakat bağımsız devletlerin ayrılması ile bu rakam doğal olarak düştü. Rusya'da petrol üretimindeki yükselme devri 1999 senesinden itibaren yeniden başladı ve 2004 senesinde günlük 9,27 milyon varile ulaştı. bunun da 8,8 milyon varilini ham petrol oluşturmaktadır.

1998 yılından 2003 yılına kadar 40% oranında bir artış olmuş ve 2003 senesinde Rusya Suudi Arabistan'dan sonra dünyanın ikinci en büyük ham petrol üreten devleti durumuna gelmişti. 2004 yılının Mart ile Mayıs ayları arasında Rusya'da üretilen ham petrol Suudi Arabistan'da üretilenden daha fazlaydı (Onica, 2004: Pala, 2003:82-83).

Rusya ham petrol üretiminin %70'ini ihraç edilmekte ve geriye kalan %30'luk kısmını ise iç tüketime ayırmaktadır. 2004 yılında günlük üretilen petrolün %25'i (6,7 milyon varil) Beyaz Rusya, Ukrayna, Polonya, orta ve doğu Avrupa'daki devletlere ihraç edilmekteydi. Petrolün bu yerlere ulaşımı esasen Druzhba boru hattı ve onun kolları vasıtasıyla yapılmaktaydı. Geriye kalan %25'lik kısmı limanlara gönderilerek dünya pazarlarına satılmaktaydı. Şu anda dünya petrol fiyatlarının yüksek olmasından dolayı petrol ihracatının yaklaşık % 40'lık kısmı demir yolları ve ırmaklardaki tankerler vasıtasıyla taşınmaktadır.

AB'nin küresel rekabette petrol stratejilerinin incelenmesi kapsamında üye ülkelerin ayrı ayrı petrol politikaları olması yanında, genel olarak bölgenin petrol bakımından yeterli oranda kaynağa sahip olmaması nedeniyle enerji konusunda dışa bağımlılık söz konusudur. AB, dünyada enerji tüketiminde %25'lik paya sahip ABD'nin ardından %16'lık bir oranla ikinci en büyük enerji tüketicisi konumundadır.

Özellikle fosil yakıtlar bakımından hem rezerv hem de kaynak açısından yeterli bir potansiyele sahip olmayan AB bugünkü enerji tüketiminin % 59'sini ithalatla karşılamaktadır. AB'nin gelecek 20-30 yıl içinde enerji tüketimi için % 70 oranında ithalata bağımlı hale gelecektir. Petrolde ise dışa bağımlılık oranı ilgili tarihlerde %90 seviyesine ulaşacaktır (Aklın ve Atman, 2006;184).

AB'nin en fazla dışa bağımlılık yaşadığı kaynak toplam tüketimin %76'sının ithalatla karşılandığı kaynak petroldür. Özellikle kuzey denizindeki rezervlerin 25 yıl

içinde tükenecek olması öngörülleri ve yeni bir kaynak tespit edilememesi nedeniyle bu oranın aynı seviyelerde kalacağı ve hatta bir miktarda artacağı öngörülmektedir.

Aynı zamanda KYOTO Protokolünde taahhüt edilen emisyon oranlarına inebilmesi açısından ve nükleer enerjide yaşanan durgunluk ve bunun yanında Kuzey Denizinde bulunan petrol rezervleri konusunda azalış yönündeki tahminler ile petrol fiyatlarının artış eğiliminde olması nedeniyle, AB'nin gelecek 30 yıl içinde enerji kaynakları arasında daha çok doğalgaza ağırlık vereceği tahmin edilmektedir (Aklın ve Atman, 2006;185).

AB ülkelerinde üretilen doğal gazın, AB içi doğal gaz talebini karşılaması mümkün değildir. Bununla birlikte, 25 üyeli AB'nin doğal gaz üretiminin 2000-2030 döneminde %40.4 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. AB'nin doğal gaz tüketiminin AB içi üretimle karşılama oranı 2000 yılında %11.9 iken 2030 yılında bu oran %5.9 olmaktadır. Bu durum doğal gaz açısından Birliğin ithalat bağımlılığın artırmaktadır (Aklın ve Atman, 2006;185).

AB'nin özellikle petrol konusunda kendi kaynaklarının yeterli düzeyde sahip değildir. AB sadece dünya petrol rezervlerinin % 0,6'sı gibi çok düşük bir paya sahip olması karşısında başta Fransa ve Almanya olmak üzere AB gelecek petrol stratejilerinde, ikili ilişkilerle petrol bölgelerinin projeler aracılığı ile kontrol ve yönetiminin etkinliğine yönelik adımlar atmaktadır (Aklın ve Atman, 2006;186).

Günümüzde AB, petrol ithalatının yaklaşık olarak %51'ini OPEC ülkelerinden %21'ini Norveç'ten, %18'ini ise öncelikle Rusya olmak üzere diğer Hazar ve Kafkas ülkelerinden sağlamaktadır. Özellikle OPEC üyesi Doğu bölgesi ülkelerinden Suudi Arabistan, Libya, İran, Irak ve Kuveyt'ten yapılan ithalat büyük oranlar içermektedir.

AB içerisinde öncü rol oynayan Fransa, sınırlı petrol rezervlerine sahip bir ülkedir. Fransa'nın ham petrol rezervleri yaklaşık olarak 25 milyon tondur. Aynı zamanda Fransa'nın toplam birincil enerji kaynaklarında petrolün payı %32,9'dur. Günümüzde Fransa büyük oranda dışa bağımlı olarak petrol dengesini sağlamaktadır. AB'nin diğer önemli gücü olan Almanya ise enerji kaynakları bakımından kısıtlı imkanlara sahiptir. Ham petrol rezervlerinin yaklaşık olarak 32-33 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Almanya'nın toplam birincil enerji kaynaklarında petrolün payı %36,4'tür. Almanya'nın, Avrupa'nın en büyük sanayi bölgesi ve bununla birlikte geçmişten itibaren sanayi gelişiminin merkezi konumunda olduğu düşünüldüğünde

özellikle petrol tüketiminin oldukça artacağı tahmin edilmektedir (Aklın ve Atman, 2006;186-187).

4.10. DÜNYADA ELEKTRİK TÜKETİMİ

Dünya nüfus artışıyla beraber enerji tüketimi de sürekli artmakta ve enerji sektörü devamlı büyüme eğilimi göstermektedir. Enerjinin sahip olduğu fiziksel boyutunun dışında, enerjinin geniş halk kitleleri tarafından sürekli artan bir talebinin olması, enerjiye yeni boyutlar kazandırmıştır. Bu boyutlar teknolojik, ekonomik, politik ve çevresel boyutlardır (Yıldırım, 2003:189).

Enerji üretimi ve kullanımı endüstri devrimiyle birlikte, endüstrileşmenin ve modern toplumun en önemli, en etkinli ve en çok tartışılan konularından birisi olmuştur. Bu bağlamda özellikle enerji üretimi sonucunda ortaya çıkan atıkların çevresel etkileri giderek artmış ve ulusal sınırları da asarak, uluslararası boyutta küresel sorunlar haline gelmiştir. Özellikle 1950’lerden sonra enerji üretimi ve bunun çevresel etkileri, giderek artan ölçüde toplumu etkilemesi bağlamında toplumsal sorunlar haline gelmiştir. Enerji üretimi sonucunda ortaya çıkan gaz atıklar bugün için küresel ısınmanın en önemli nedeni olarak gösterilmektedir (Tuna, t.y.).

Küresel ısınma ise küresel iklim değişikliği, buzulların erimesi ve deniz suyu seviyesinin yükselerek kıyı bölgelerin, özellikle ada ülkelerinin tamamen ya da kısmen sular altında kalması ile sonuçlanabilecek gelişmelerin başlangıcını oluşturmaktadır. Enerji üretiminin çevresel ve toplumsal sonuçları olarak özetlenebilecek olan gelişmeler teknik ve mühendislik bilimlerinin sınırlarını aşarak toplumsal bilimlerin de ilgi alanına giren konular olarak da değerlendirilmektedir (Tuna, t.y.).

Bu bağlamda içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda, savaş, açlık ve diğer sorunlar da dahil olmak üzere belki de en önemli sorun; enerji üretim ve tüketimi ile doğrudan ilgili olan küresel iklim değişikliği ve diğer çevresel sorunlar olacaktır.

Günümüz koşullarında enerji ile ilgili yeni teknolojik projeleri uygulamak her zaman ekonomik açıdan gerçekçi olmayabilir. Enerji yatırımları büyük parasal güç gerektirmektedir. Dolayısıyla yapılacak olan yatırımların ekonomik getirisinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. İleriki konularda yatırım maliyetlerine değineceğiz.

İnsan hayatının vazgeçilmez bir tüketim malzemesi olan enerji, ülkeler açısından stratejik öneme sahip bir güçtür. Enerji kaynaklarını elinde bulunduran

devletler arz miktarı ve enerji fiyatları üzerinde oynayarak diğer ülkelerin ekonomilerine etkiye bulunmaktadır.

Enerjinin üretilmesinden tüketilmesine kadar olan faaliyetler, çevre üzerinde, özellikle sera gazı nedeniyle, olumsuz etkiler yaratmaktadır. Yapılan projeksiyonlarda Dünya enerji tüketiminin artacağı göz önüne alındığında çevrenin de her geçen gün daha fazla tahrip olması söz konusudur. Toplumların enerji üretimi, iletimi ve tüketimi aşamasında çevre faktörünü hem bir maliyet unsuru olarak, hem de kendinden sonraki nesillerin ihtiyaçlarını gözeterek, fayda-maliyet analizi yapma zorunluluğu kaçınılmazdır.

Enerji, ihtiyaçların giderilmesi için bir araçtır. Enerji tüketimlerine yol açan bu ihtiyaçlar termik, mekanik güç, hammadde ve ışık ihtiyacı olmak üzere dört bölüme ayrılır. Termik ihtiyaçlar, belli ürünlerin piyasaya hazırlanmasında, yaşam şartlarının iyileştirilmesinde doğrudan veya dolaylı olarak sağlanan ısıtma ya da soğutma ihtiyacı olarak tanımlanabilir. Termik ihtiyaçlara, konutların ısıtılması, soğuk hava depoları, sanayi için yüksek sıcaklıkta ısı sağlanması örnek olarak gösterilebilir. Termik ihtiyaçlar, ülkelerin gelişmişlik düzeyine, bulunduğu iklim kuşağına göre farklılık gösterir. Mekanik güç, çeşitli uygulama yöntemleri ile (buhar makinesi, patlamalı motor, hidrolik türbin vs.) taşıma ve kaldırma araçlarında, inşaat, endüstri, küçük sanatlar, tarım, ormancılık, balıkçılık işlerinde geniş kullanım alanına sahiptir. Enerji, daha çok sanayide ana girdi olarak yer almaktadır. Petrol ve petrolün türevleri, kömürden elde edilen bazı ürünler, enerjinin hammadde seklindeki ihtiyaçlarına örnektir (Yücel, 1994:13).

Enerji, insan hayatının her aşamasında ihtiyaç duyduğu ve enerji ihtiyacının da karşılama zorunluluğu olduğu kaçınılmaz ve hayati öneme sahip bir girdidir. Yapılan öngörülerde de bu enerji ihtiyacının artacağı söz konusu olmaktadır.

Gelişmişlik düzeyi ile enerji kullanımı arasında, daha zengin ülkelerde enerji yoğunluğunun azaldığı buna karşın gelişme sürecinde olan ülkelerde iktisadi gelişme ile beraber enerji yoğunluğunun da arttığı görülmektedir.

1980'li yılların başından itibaren enerji sektörü ile ilgili çalışmalarda, enerji tüketimindeki ve enerji yoğunluğundaki değişmelerin nedenlerinin incelenmesi ayrı bir önem taşır. Kullanılan modellerde enerji tüketimindeki değişimin genellikle, ekonominin ölçek faaliyetinden (faaliyet etkisi), sektörel teknoloji seviyesinden (yoğunluk etkisi) ve iktisadi yapıdan (yapı etkisi) kaynaklandığını göz önüne alınmaktadır. Teknolojik iyileşmelerin, enerji kullanımını azaltacağı, enerjinin daha

verimli kullanılacağı genel bir kabul görmektedir. Özellikle, fiyat asimetrisinin (enerji talebinin fiyat artışlarına ve düşüşlerine nazaran daha çok duyarlı olması) ortaya çıkmasını sağlayan temel faktörün, enerji tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmelerin olduğu kabul edilir.

4.11. TÜRKİYE’DE ELEKTRİK TÜKETİMİ

Kişi başına elektrik tüketimi toplam elektrik tüketiminin nüfusa bölünmesiyle ortaya çıkan bir veridir. Bu veri mesken, ticaret, sanayi ve genel aydınlatmanın toplamından oluşmaktadır. Türkiye’de 1923 yılında kişi başına tüketim 3 kWh’tir. Tüketim seviyesi 1930 yılında 7 kWh, 1940 yılında 20 kWh, 1950 yılında 33 kWh, 1960 yılında 87 kWh, 1970 yılında 207 kWh, 1980 yılında 459 kWh, 1990 yılında 835 kWh ve 2000 yılında da 1457 kWh seviyesine çıkmıştır. Bunun yanında, nüfusun on yıllık dönemlerle artış hızı sırasıyla şöyledir: İlk nüfus sayımı olan 1927 yılından 1935 yılı arası artış hızı ortalama yıllık %2.11’dir. Bu rakam 1940 yılında %1.95’e, 1950 yılında %2.17’ye ve 1960 yılında da %2.85’e çıkmış 2000 yılında %1.82 olmuştur (Yücel, 1994:23-27).

Türkiye’de kişi başına elektrik tüketimi yıllar itibariyle artmakla birlikte özellikle 1970 ve 1980’li yıllarda artış hızı çok yüksektir. Türkiye’de elektrik tüketimine bakıldığında 1980 yılından 2000 yılına ciddi bir artış kaydedilmiştir. 1980 yılında 439 kWh olan kişi başına tüketim 2000 yılı itibariyle 1468 kWh seviyesindedir (Yücel, 1994:23-27).

Türkiye’nin 2006’daki enerji verilerine göre, Türkiye’de kişi başına düşen elektrik 2.058 kwh olarak gerçekleşmiştir (IEA, 2008:56). Bu Türkiye’nin sanayileşme çabasının, hizmet sektörünün artışının ve refah seviyesinin yükselişinin bir göstergesidir.

Sanayileşme, elektriğin üretimde kullanımına bağlı olarak toplam elektrik tüketiminin ve dolayısıyla kişi başına tüketim miktarının artmasına yol açmaktadır. Örneğin, daha önceleri su değirmenleri veya petrol türevleri ile çalıştırılan değirmenlerde buğday öğütülmekteyken zaman içinde elektrikle çalışan değirmenler ve un fabrikaları faaliyete geçmiştir.

Kentleşme ise hem insanların refahını tarım sektörüne göre daha fazla artırmakta, hem de elektriğin dağıtım maliyetini azaltmaktadır. Kırsal bölgelerde nüfus yoğunluğu düşük, elektrik dağıtım hatlarının kurulması gereken mesafe uzundur. Kentleşme dağıtım hatları için gereken mesafenin azalmasına yol açmakta,

daha dar alanlarda ve çok daha fazla nüfusa elektrikten faydalanma imkanı sağlamaktadır. Elektrikli ev aletlerinin ve küçük imalathaneler ile tamir işlerinde kullanılan elektrikli makine ve teçhizatın yaygınlaşması da elektrik tüketiminin artmasında önemli rol oynamıştır (Yücel, 1994:23-27).

Bunun yanında elektrikli ev aletlerinin üretim maliyetlerinin yeni teknolojilere bağlı olarak azaltılması, boyutlarının küçülmesi ve refahın yükselmesine bağlı olarak kullanımlarının yaygınlaşması elektrik tüketimini de artırmıştır.

Öte yandan kentleşmenin artmasına bağlı olarak şehirlerde genel aydınlatma ihtiyacı da artmış, ticaretin gelişmesi meskenlerin yanı sıra ticarethanelerin de gece ve gündüz elektrik kullanmasına imkân sağlamıştır. Ticarethanelerde reklâm amaçlı aydınlatma, eğlence amaçlı elektrik kullanımı gibi faktörler de elektrik tüketimini artırmıştır.

Elektrik kullanımının sektörel dağılımı denildiğinde; sanayi, ticaret, resmi daire, genel aydınlatma ve meskende tüketilen elektriğin toplam tüketim içindeki payları akla gelmektedir. Elektrik tüketiminde başlangıçta meskenler en yüksek paya sahipken, zaman içinde en önemli payı sanayi sektörü almış, diğer sektörlerin payında önemli bir değişme olmamıştır.

Dünya'daki konjonktüre bağlı olarak Türkiye'nin de ekonomik yapısında değişiklik göstermesi söz konusudur. Elektrik tüketimi geçmişte Sanayi Devriminden itibaren en fazla sanayi sektöründe tüketilirken yıllar geçtikçe hizmet sektöründe tüketilmeye başlanmıştır.

4.12. ELEKTRİK SANTRALLERİNİN MALİYETLERİNİN KİYASLAMASI

Dünya'da özellikle gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler elektrik ürettiği santralleri genelde kendi sahip olduğu fosil kaynaklardan üretmeyi tercih etmektedir. Bu enerjide dışa bağımlılığı azaltmakta ve sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde enerji arz güvenliğini sağlamaktadır. Rusya, doğal gaz rezervlerinin fazla olduğu ülke olarak doğal gazdan elektrik üretmekte; Çin, ekonomik kömür rezervlerine sahip olan ülke olarak yeni kömür santralleri kurmakta; Mısır ve Orta Doğu ülkeleri petrol açısından zengin oldukları için elektriklerini petrolden üretiyorlar

Fosil kaynaklı santralleri incelediğimizde; doğal gaz kurulum süresi, ilk yatırım maliyeti ve CO2 salınımı açısından en avantajlı olandır. Fakat yakıt gideri veya üretim maliyeti açısından en dezavantajlı durumdadır.

Nükleer santralin, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş santralini hariç tutarsak, ilk yatırım maliyeti en pahalı olan ve üretim maliyeti bütün santrallerin içinde en fazla olan santral çeşididir. Ayrıca atık sorunun çözülmemiş olması da en büyük problemdir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan santralleri değerlendirildiğinde; rüzgar santralleri öne çıkmakta, rüzgar santrallerinden de kara türbinlerinin maliyet avantajı olduğunu görmekteyiz. Hidroelektrik santrallerinin de ilk yatırım maliyetinde rüzgardan sonra ikinci geldiği görülmektedir

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermalin diğer ülkelere göre avantajlı olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü Türkiye genç bir toprağa sahip olduğu için sıcak suya ulaşmak daha kolay ve elverişlidir. Jeotermal ile ilgili yerli sanayi de gelişmiş durumda olduğu için jeotermal açısından ileri teknoloji transferi yapmadan jeotermal santralleri kurulabilir.

Üretim maliyetlerine bakıldığında bütün kaynaklar içinde; rüzgar, güneş, jeotermal en avantajlı olanlarıdır. Bunda bu kaynakların yenilenebilir olmasından gelen özelliği etkilidir.

Tablo 4.11 Kaynaklarına göre santrallerin; inşaat süresi, ekonomik ömrü, işletme gideri, karbondioksit salınımı, ilk yatırım ve üretim maliyeti karşılaştırması (İTÜ, 2007:73; Arık vd, 2006:26; IEA, 2003:126-149-150; DPT, 2001b:29-43; www.eie.gov.tr)

SANTRALLER	İnşaat Süresi Yıl	Ekonomik Ömür Yıl	İşletme Gideri	İlk Yatırım Maliyeti USD/kw	Üretim Maliyeti cent/kwh	CO2 Salınımı
Doğal Gaz	2-3	30-40	Yüksek	795	5-6	380
Linyit	3-5	30-40	Yüksek	1.500	2,5-3,5	910
Kömür	3-5	30-40	Yüksek	1.325	3-3,5	790
Nükleer	8-9	30-40	Yüksek	3.700 - 4.500	12	25
Hidrolik (Küçük)	3-5	50'den fazla	Çok az	800 - 1.200	0,5-2	4
Hidrolik (Büyük)	6-9	50'den fazla	Çok az	1.200 - 1.500		
Rüzgar-Kara türbin			Çok az	850 - 950	Çok az	20
Rüzgar-Kıyı türbin			Çok az	1.100 - 1.200	Çok az	
Güneş			Çok az	2.800 - 5.000	Çok az	200
Jeotermal 1-5 MW	2		Çok az	3.000 - 5.000	Az	0,136
Jeotermal 5 MW'dan büyük	3		Çok az	1.500 - 3.000	Az	
Türkiye için Jeotermal	3		Çok az	819	Az	

4.13 ENERJİ ve ÇEVRE İLİŞKİSİ

Kyoto Protokolü, gelişmiş ülkelerin seragazı (karbondioksit, metan, nitroz oksit, kükürt hekzaflorür, hidroflorokarbon, perflorokarbon salınımlarını, 1990 yılına göre ortalama %5 azaltmasını hedefleyen bir anlaşmadır (Karadağ vd, 2009:24). Taraf olan ülkeler; iklim değişikliğinin ve uluslararası ticarete olumsuz etkileri en aza indirecek şekilde sosyal, çevresel ve ekonomik politikaları ve önlemleri yürütmeye çaba göstereceklerdir.

AB uyum sürecindeki çevre mevzuatı çerçevesinde özellikle kömüre dayalı termik elektrik enerjisi üretiminde köklü önlemler alınmalıdır. Gerek AB uyum sürecinden, gerekse iklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine yönelik somut hedef ve önerileri geliştirilmesi için uluslar arası işbirliği yapmak gerekir (DEKTMK, 2004:47-48). Çevre, iklim değişikliği, temiz ve sürdürülebilir kalkınmayı amaçlayan bu Protokolü Türkiye 13.05.2009 tarihinde kabul etmiştir.

İklim Değişikliği sorununda en büyük pay, en çok enerji tüketen gelişmiş ülkelerindir. Kyoto Protokolü'nü imzalamayan ülkelere tedbir alınması konusunda önemli maliyetler getirmektedir. Eğer İklim Değişikliği ile ilgili tedbirler alınmazsa oluşacak maliyetler her geçen gün artacaktır (Çetin, 2007:35).

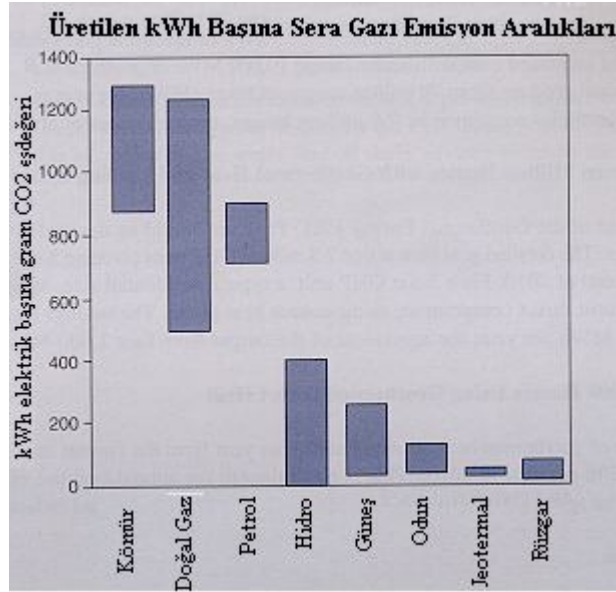
2004 yılında; ABD 7.068, Japonya 1.355, Almanya 1.015 milyon ton eşdeğer karbondioksit salınımına neden olmuştur (Arıkan, 2007:48).

Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin üç temel sorumluluk ilkesi bulunmaktadır. Bunlar; eşitlik ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar, önceden önlem alma yaklaşımı ve kalkınma ile İklim Değişikliğinin ilişkisidir (Arıkan, 2007:47-48).

Türkiye, Mayıs 2009 tarihinde, imzalanan Kyoto Protokolü kabul etmiştir (Ek 3). Türkiye'nin kabul ettiği bu sözleşme; sadece fabrikaların, elektrik üretim santralleri gibi tesislerin ürettiği atıkları değil emisyonun da azaltılması veya hiç çıkmaması için gerekli radikal tedbirleri içerir (Çetin, 2007:35).

ABD Enerji Bakanlığı'nın verilerine (1998, Jeotermal Enerji Stratejileri ve Hedefleri) göre sera etkisi yaratan karbondioksit salınımının jeotermalde sifıra yakın olduğu ve diğer fosil ve alternatif enerji kaynaklarında ise çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Örneğin bu değer kömür'de 850–1.300 g/KWh, Doğal gaz'da 500-1.250 g/KWh, Güneş enerjisinde 20-250 g/KWh, Rüzgar enerjisinde 20-50 g/KWh iken, Jeotermal enerjide 20-35 g/KWh'dır (Şekil 12). Modern jeotermal santrallerde ise zararlı emisyon değeri sıfırdır (DPT, 2001b:45).

Şekil 4.5. Üretilen kWh başına sera gazı salınım miktar aralıkları (DPT, 2001b:46).



Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan gazların oluşturduğu sera etkisi sonucunda küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin insanlığın ve doğal yaşamın geleceğini tehdit etmektedir. Buna karşılık yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etki açısından daha avantajlı olduğu görülmektedir

Tablo 4.12. Enerji üretim sistemlerinin çevresel etkileri açısından kıyaslaması (TMMOB, 2006:45)

	İklim Değişikliği	Asit Yağmuru	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Petrol	X	X	X	X	X	-
Kömür	X	X	X	X	X	X
Doğal gaz	X	X	X	-	X	-
Nükleer	-	-	X	X	-	X
Hidrolik	X	-	-	-	X	-
Rüzgar	-	-	-	-	-	-
Güneş	-	-	-	-	-	-
Jeotermal	-	-	-	X	-	-

Enerji üretim sistemlerinin çevresel etkilerinin kıyaslanması fayda maliyet analizi için oldukça önemlidir. Örneğin kömür santralının ilk yatırım maliyeti oldukça düşük olabilir ama yukarıdaki tabloya göre kömür yakılmasıyla oluşacak çevresel zararların giderilmesinin maliyeti ise oldukça yüksek olacaktır. Kömür santrallerinin çevreye verdiği zararlar; iklim değişikliği, asit yağmuru, su kirliliği,

toprak kirliliği, gürültü ve radyasyonun gibi etkileridir. Bunların çevreye maliyetini hesaplamak da oldukça zor hatta bu zararların telafisi de imkansızdır.

Aşağıdaki şekil 4.6 incelendiğinde kişi başına elektrik tüketiminin az olduğu Türkiye, Meksika, Portekiz, Macaristan gibi ülkelerde ve nükleer enerjiyi daha fazla kullanan, İsveç ve özellikle Fransa (enerjisinin yaklaşık %40'ini nükleerden sağlıyor) gibi ülkelerde karbondioksit salınımının az olduğu görülmektedir.

Kişi başına karbondioksit salınımının en fazla olduğu ülkeler, kişi başına elektrik tüketiminin de fazla olduğu ülkelerdir. Lüksemburg, ABD (enerjinin %89'unu fosil kaynaklı yakıtlardan karşılamaktadır). Avustralya, Kanada, Finlandiya, Çek Cumhuriyeti OECD ülkeleri arasında en fazla karbondioksit salınımı olan ülkelerdir.

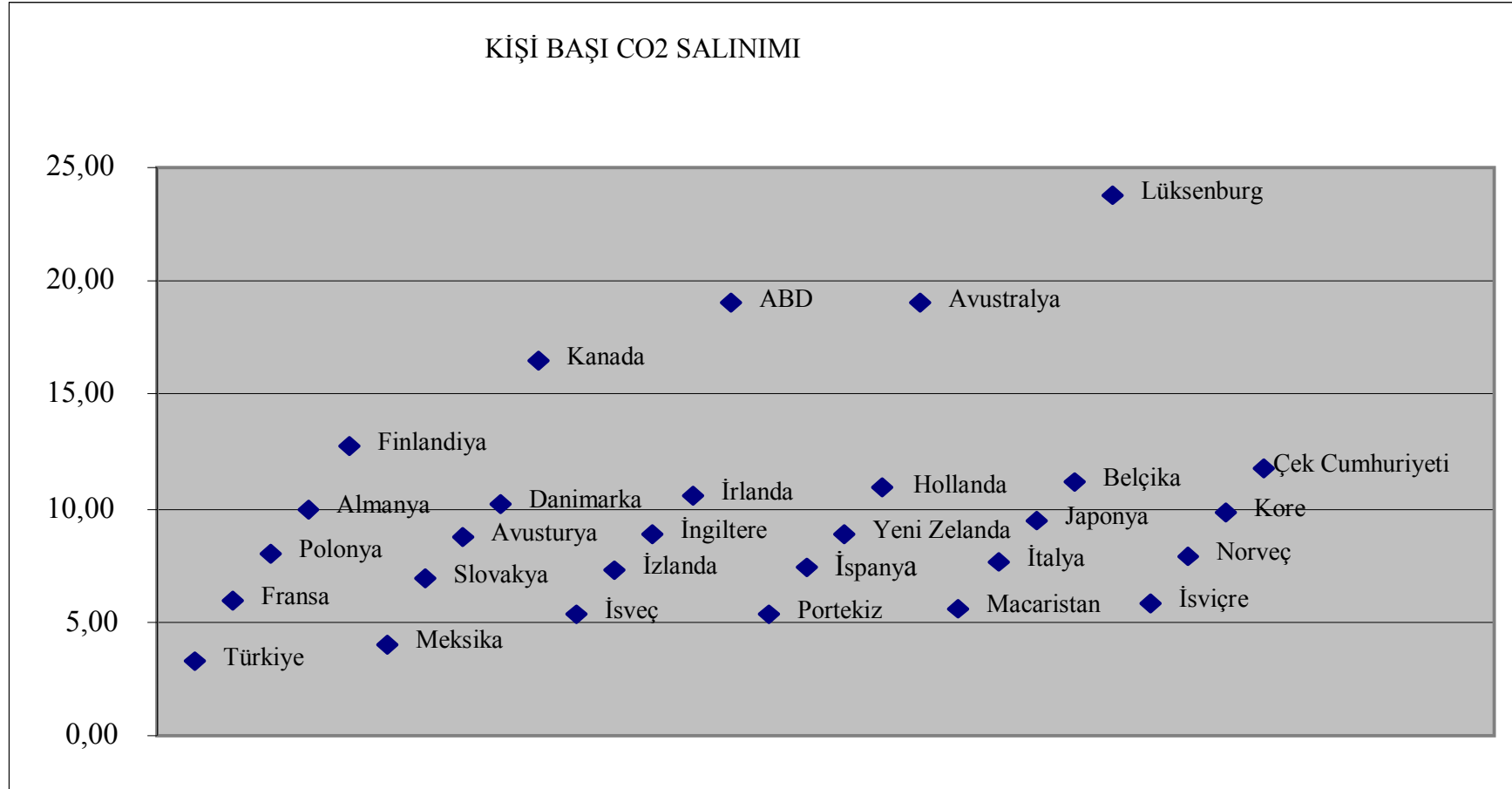
Karbondioksit salınımı kullanılan yakıt çeşidine göre değişmektedir. Örneğin; kişi başına elektrik tüketiminin yüksek olan ve birincil enerji tüketiminde yüksek oranda nükleer enerjiyi kullanan Fransa, İsveç ve İsviçre gibi ülkelerde karbondioksit salınımı oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Karbondioksit salınımı elektrik tüketimine göre de değişmektedir. Örnekle şöyle açıklayabiliriz.

- OECD ülkelerinden Türkiye ve Meksika'nın karbondioksit salınımının düşük olmasının sebebi kişi başına elektrik tüketiminin az olmasıdır.
- Gelişmiş OECD ülkelerinde kişi başına elektrik tüketimi fazla olduğundan ve fosil kaynaklı birincil enerjileri kullandıklarından karbondioksit salınımı yüksektir.

Gelişmişlik düzeyi ve kişi başına düşen gelir ile elektrik tüketimi ve karbondioksit tüketimi arasında doğrusal bir korelasyon bulunmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınma gerçekleştiğinde elektrik tüketimi ve karbondioksit salınımı artmaktadır.

Şekil 4.6. OECD ülkelerinin kişi başına karbondioksit salınımı (Tablo 4.2'den faydalanılmıştır)



Tablo 4.13. Özel sektörün 2007 yılında yaptığı çevresel harcamaları
(www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=4041&tb_id=1-02.05.2009)

	Toplam çevresel harcamalar	Cari harcamalar (1)	Yatırım harcamaları (2)
Sektörlere göre çevresel harcamaları	782.878.506	535.582.297	247.296.209
İmalat sanayi sektörü toplamı	648.112.958	469.728.066	178.384.892
Dış ortam havasını ve iklimi koruma	78.894.451	14.368.520	64.525.931
Atıksu yönetimi	314.528.364	225.654.345	88.874.019
Atık yönetimi	150.238.182	139.261.520	10.976.662
Toprak ve yeraltı suyunu koruma	2.395.840	1.585.971	809.869
Gürültü ve vibrasyonun azaltılması	1.895.960	1.287.916	608.044
Biyolojik çeşitliliğin ve peyzajın korunması	2.930.554	2.843.641	86.913
Araştırma ve geliştirme	13.460.434	11.484.530	1.975.904
Harcamaları bölünemeyen faaliyetler (3)	83.769.173	73.241.623	10.527.550
Elektrik, gaz, buhar ve sıcak su üretimi ve dağıtım sektörü toplamı	107.549.419	46.969.117	60.580.302
Dış ortam havasını ve iklimi koruma	45.174.400	25.712.159	19.462.241
Atıksu yönetimi	3.842.365	3.377.664	464.701
Atık yönetimi	31.850.241	9.701.155	22.149.086
Toprak ve yeraltı suyunu koruma	300.482	283.781	16.701
Gürültü ve vibrasyonun azaltılması	2.001.864	1.443.292	558.572
Biyolojik çeşitliliğin ve peyzajın korunması	745.200	671.717	73.483
Araştırma ve geliştirme	41.357	32.247	9.110
Harcamaları bölünemeyen faaliyetler (3)	23.593.510	5.747.102	17.846.408
Madencilik ve taşocakçılığı sektörü toplamı	27.216.129	18.885.114	8.331.015
Dış ortam havasını ve iklimi koruma	3.271.077	2.436.170	834.907
Atıksu yönetimi	7.020.836	5.541.125	1.479.711
Atık yönetimi	8.127.361	4.115.089	4.012.272
Toprak ve yeraltı suyunu koruma	3.996.560	2.268.675	1.727.885
Gürültü ve vibrasyonun azaltılması	134.240	56.499	77.741
Biyolojik çeşitliliğin ve peyzajın korunması	658.373	658.373	0
Araştırma ve geliştirme	282.970	282.970	0
Harcamaları bölünemeyen faaliyetler (3)	3.724.712	3.526.213	198.499

(1) Üretilen veya satın alınan çevresel mal ve hizmetler için yapılan harcamalardır. Faydası ve kullanımı bir yıllık olan harcamalardır.

(2) Çevre koruma amacıyla yeni kurulan ya da ilave edilen sabit sermaye stokları için yapılan üretim ve satın alış harcamalarıdır.

(3) Birden fazla çevresel konuyu içeren ve konulara göre harcamaların ayrılması mümkün olmayan faaliyetler yer almaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre; özel sektör ve kamu kuruluşları birincil enerji kaynaklarının kullanılmasından dolayı çevrede oluşan zararların azaltılması için çevresel harcamalar yapmıştır. Çevre ve kamu sağlığı için yapılan toplam harcamaların içinde kamunun yaptığı harcamalar özel sektörün yaptığı harcamalardan fazladır.

Yukarıdaki tablodan anlaşılabacağı gibi özel sektör kuruluşları 2007 yılında çeşitli kalemler altında toplam 782.878.506 TL çevresel harcamalar yaptığı görülmektedir. En büyük çevresel harcamayı yapan sektör imalat sanayidir

Kamu sektörü 2007 yılı toplam çevresel harcamaları (yatırım ve cari harcamaları) 9,18 milyar TL olarak gerçekleşmiştir (www.tuik.gov.tr PreHaberBultenleri.do?id=4020&tb_id=1-02.05.2009). Çevre yatırım harcamaları içerisinde en büyük pay yaklaşık % 80 ile Belediyelere aittir

Tablo 4.14 Kamu kurumlarının yatırım harcamaları
(www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=4020&tb_id=1-02.05.2009).

KAMU KURUMU	Yatırım arcamaları
Belediyeler	3 430 176 271
Su hizmetleri	1 724 218 146
Atıksu yönetimi hizmetleri	953 948 270
Atık yönetimi hizmetleri	175 816 729
Biyolojik çeşitliliğin ve peyzajın korunması	297 081 455
Araştırma ve geliştirme	90 424
Harcamaları bölünemeyen faaliyetler ⁽¹⁾	279 021 247
İl özel idareleri	111 775 362
Dış ortam havasını ve iklimi koruma	38 857
Su hizmetleri	62 253 853
Atıksu yönetimi hizmetleri	46 125 708
Toprak ve yeraltı suyunu koruma	1 478 640
Biyolojik çeşitliliğin ve peyzajın korunması	827 035
Araştırma ve geliştirme	200 785
Harcamaları bölünemeyen faaliyetler ⁽¹⁾	850 484
Diğer kamu kurum ve kuruluşları	816 714 380
Dış ortam havasını ve iklimi koruma	1 790 407
Su hizmetleri	331 670 202
Atıksu yönetimi hizmetleri	381 509 365
Atık yönetimi hizmetleri	5 577 242
Toprak ve yeraltı suyunu koruma	5 663 748
Gürültü ve vibrasyonun azaltılması	9 037
Biyolojik çeşitliliğin ve peyzajın korunması	4 708 343
Enerji	8 656 762
Araştırma ve geliştirme	3 242 076
Harcamaları bölünemeyen faaliyetler ⁽¹⁾	73 887 198
TOPLAM	4 358 666 013

(1)Üretilen veya satın alınan çevresel mal ve hizmetler için yapılan harcamalardır. Faydası ve kullanımı bir yıllık olan harcamalardır.

4.14 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA VERİLEN TEŞVİKLER

Avrupa Enerji Komisyonu 2020 yılında üye ülkelerin toplam elektrik üretimindeki yenilenebilir enerjinin payını yeni direktiflere göre %20'ye çıkarılmasını istiyor (http://ec.europa.eu/energy/renewables/index_en.htm/12.05.09). Bu hedefin gerçekleşmesi için de teşvikler ve vergi muafiyetleri uygulanıyor.

AB'nin yenilenebilir enerji kullanımının arttırılması konusunda önemli teşvikleri bulunmaktadır. Bunlar; mali teşvikler, vergi muafiyetleri ve üretim teşvikleri olmak üzere üç grupta toplanmıştır.

1-Mali Teşvikler

i) Yatırım Teşvikleri: Bu teşvik türünde devlet toplam yatırım tutarına belli bir oranda katkıda bulunmaktadır. Bu oran %20-%40 arasında değişmektedir. Bazı devletler belli kaynaklar için bu teşviki vermektedirler.

ii) Hükümet Destekli Kredi: Devlet veya uluslararası kuruluşlar, yatırımların finanse edilmesi için normal ticari kredilerden daha cazip şartlarda kredi vermektedir. Almanya'da Deutsche Ausgleichsbank ve Commerzbank kredileri bu duruma örnek olarak verilebilir.

2-Vergi teşvikleri

i) Vergi Muafiyetleri: Bazı devletler 1-5 yıl arasında santralden elde edilen gelirden kurumlar ve/veya gelir vergisi almamaktadır. Bu, Hollanda'da uygulanmaktadır.

ii) Gümrük Muafiyetleri: Devletler, rüzgar türbini ve solar paneli gibi ekipman ithalat ve ihracatından düşük oranda veya bütünü ile gümrük vergi muafiyeti getirmektedir. Danimarka'da uygulanmaktadır.

3-Üretim Teşvikleri

i) Yenilenebilir Portföy Standardı: Bu teşvik türünde elektrik dağıtım şirketleri, dağıtımını yaptıkları elektriğin belli bir yüzdesini belirli bir zaman aralığında yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamak zorundadır.

ii) Üretilen Elektriğe Teşvik: Yenilenebilir kaynaklara verilen bir diğer teşvik türü de, üretilen elektriğin birim fiyatına verilen teşvik türüdür.

iii) Sabit Tarife Uygulaması: Üretilen elektrik için belli bir zaman aralığında belli bir fiyat tarifesi uygulanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bir teşvik türüdür (Durak, 2003:1).

Türkiye'de enerji sektörüne uygulanan teşvikler (yenilenebilir enerji için özel değildir) ise şöyledir:

- Enerji sektörüne reel sektör yatırımlarında teşvik aracı olan Yatırım İndirimi (Durak, 2003:5),
- Belirli bir fiyattan alım garantisi,
- Bazı harçlardan muafiyet (damga vergisi, noterde alının bazı masraflar) gibi.

AB 2005 yılında yayınladığı Yeşil Kitap ile birlikte enerji verimliliği, AB'nin enerji politika ve hedeflerine ulaşılmasında en önemli politikaların başında gelmektedir. Çünkü enerji verimliliğin arttırılması; enerji kaynaklarına daha az ihtiyaç duyulması, dolayısıyla arz güvenliğinin sağlanması, enerji yoğunluğunun düşürülmesiyle maliyet avantajı sağlanması ve çevreye daha az emisyon salgılanması anlamına gelmektedir (Öner, 2007:110).

Enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik faaliyetlerinin desteklenmesi amacıyla AB, teşvik programları geliştirilmiştir. Akıllı Enerji-Avrupa Programı, özellikle Enerji verimliliğini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılmasına yönelik programdır. 2007-2013 döneminde için bu programa yaklaşık olarak 780 milyon avro bütçe ayrılmıştır (Öner, 2007:114).

Enerji konusunda Danimarka'nın en önemli uygulaması "Yeşil Vergi Paketi"dir. Bu paket endüstri sektörü ile hükümet arasında gönüllülük esasına dayalı bir anlaşmadır. Bu anlaşma firmaların emisyon düzeyini azaltmalarını karşılığında daha düşük vergiye tabi olmalarını öngörür. Bağımsız bir danışmanlık şirketi tarafında firma denetlenip rapor tutularak anlaşmaya uyulup uyulmadığına bakar. Yeşil Vergi Paketi ile Danimarka Hükümeti, endüstriyel enerji tüketiminin % 60'ını gerçekleştiren 300'den fazla firma ile anlaşma yaparak emisyon oranlarında önemli düşüşler gerçekleştirmiştir. Bu vergi indiriminin yanında; kojenerasyon kullanan girişimcilerin vergi indirim, yeni tesislerin kurulması ve eskilerinin yenilenmesi konusunda uygun finansman sağlanması uygulanmaktadır (Öner, 2007:116).

Almanya'nın Danimarka'ya benzeyen uygulamaları bulunmaktadır. Almanya'da ayrıca iki yönlü çalışan elektrik sayaçları ile güneş enerjili ev donanımı ile elektriği devlete iki kat daha pahalıya satabiliniyor. Böylece Almanya güneş enerjisi hem teşvik ediyor, hem de sübvans ediyor. Bu uygulama Almanya'nın güneşten elektrik üretim gücüne yansiyarak Almanya'yı fotovoltaiik güneş pillerinden en çok elektrik üreten ülke yapıyor (Gürdilek vd, 2006:40).

BEŞİNCİ BÖLÜM

DÜNYA'DA ve TÜRKİYE'DE ENERJİNİN GELECEĞİ

5.1. TÜRKİYE'NİN DIŞ TİCARETİNDE ENERJİNİN DURUMU

Birincil enerji tüketimini kendi kaynakları ile değil dışarıdan ithalat yoluyla karşılayan ülkelerin, her zaman dış ticaret dengesinin daha fazla bozulma riski bulunmaktadır. Bununla birlikte dış ticaret dengesi bozulan ülkelerde ekonomik kriz yaşanma olasılığı da daha fazladır. Ekonomik kriz yaşanmasa bile yüksek açık oluşan ülkelerde hükümetlerin alacağı tedbir kararları vatandaşların ekonomik olarak olumsuz etkilenmesine yol açabilir.

Aşağıdaki tablo 5.1. incelendiğinde; Türkiye, 2000 yılından beri dış ticaret açığı verme eğilimi gösterdiğini görmekteyiz. 2001 yılında yaşanan krizin ve develüasyonun etkisiyle dış ticaret açığımızda bir düşüş gözlenmektedir. 2001 sonrası yıllarda tekrar dış ticaret açığında yükseliş meydana gelmiştir.

Petrol ithalatımız 2000 yılında 4.208 milyon \$ iken 2008 yılında 15.639 milyon \$'a ulaşarak 3.7 kat artış göstermiştir. Son dokuz yılda petrol ithalatı yıllık ortalama % 25 artış göstermiştir. Enerji ithalatında ise, 2000 yılında 9.529 milyon \$ gerçekleşen enerji ithalatı 2006 yılında 28.571 milyon \$'a ulaşarak yaklaşık 3 kat artmıştır. Yıllık ortalama enerji ithalat artışı ise % 28 olarak gerçekleşmiştir.

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de genel bir ekonomik büyümenin yaşanması sonucunda enerji hammaddelerine olan talep artmış durumdadır. Ayrıca Çin gibi gelişmekte olan ülkelerin enerji talebinin artması, enerji hammadde fiyatlarının yükselmesi neden olmuştur.

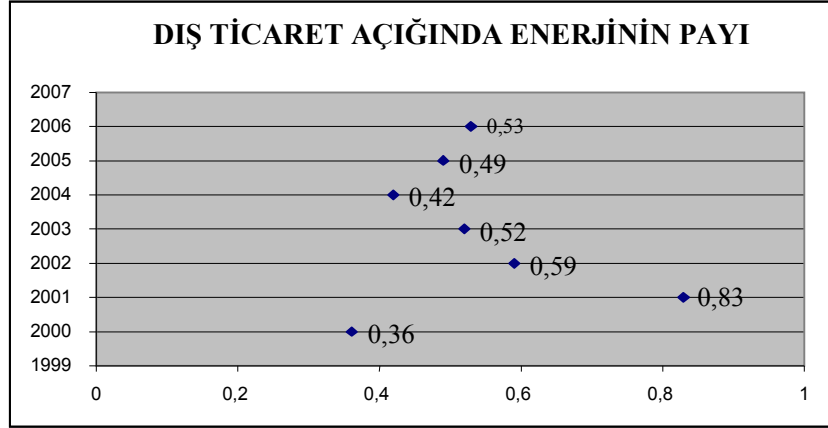
Kriz yaşandığı 2001 yılında Türkiye'nin GSYİH'si düştüğünde enerji ithalatının da düşmüş olduğunu görmekteyiz. Enerji ithalatının ekonomik büyüme ile orantılı olduğunu söyleyebiliriz. Diğer yıllara baktığımızda ise enerji ithalatı artmış ve enerji ithalatının arttığı dönemlerde de GSYİH'de artış görülmektedir. Bundan, enerji ithalatı miktarı ile GSYİH miktarındaki değişimler doğru orantılı sonucunu çıkarılabilir.

Tablo 5.1 Türkiye'nin dış ticaretinde enerjinin görünümü (*www.dtm.gov.tr, **www.tuik.gov.tr, ***www.haberx.com)

DİŞ TİCARET Milyon \$	YILLAR								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
İhracat (FOB)*	27.775	31.334	36.059	47.253	63.167	73.476	85.535	107.272	132.003
İthalat (CIF)*	54.503	41.399	51.554	69.340	97.540	116.774	139.576	170.063	201.961
Dış Ticaret Hacmi*	82.278	72.733	87.613	116.593	160.707	190.251	225.111	277.334	333.963
GSMH*	265.384	196.736	230.494	304.901	390.387	481.497	526.429	648.754	741.792
Dış Ticaret Açığı*	-26.728	-10.065	-15.495	-22.087	-34.373	-43.298	-54.041	-62.791	-69.958
Petrol İthalatı**	4.208	3.878	4.088	4.777	6.092	8.649	10.706	11.784	15.639
Enerji İthalatı ***	9.529	8.339	9.204	11.575	14.407	21.255	28.571	-	-
Enerji İthalatı / Dış Ticaret Açığı	0,36	0,83	0,59	0,52	0,42	0,49	0,53	-	-

2000 yılında dış ticaret açığının % 36'sını enerji ithalatı oluşturmaktadır. 2001 yılında dış ticaret açığındaki enerjinin payı % 83 ile 2000-2006 arasında en yüksek düzeydedir. 2001 yılında yaşanan devalüasyon dış ticaret açığımızı bir önceki yıla göre neredeyse 2.5 kat arttırmıştır. 2002-2006 yıllarında ise dış ticaret açığının yaklaşık % 50'sinin enerji ithalatından kaynaklandığı görülmektedir.

Şekil 5.1 Türkiye'nin dış ticaret açığında enerjinin payı (Tablo 5.1'den faydalanılmıştır).



5.2. TÜRKİYE'NİN GELECEKTEKİ ENERJİ TALEBİ

Türkiye ETKB verilerine göre; 2005 yılında 161.956.2, 2006 yılında 176.299.8, 2007 yılında 191.237 GWh elektrik enerjisi tüketmiştir. 2007 yılında elektrik enerjisinin % 48,5'ini doğal gazdan, % 27,8'ini linyit ve kömürden, %18,7'sini hidrolikten sağlamaktadır. Elektrik enerjisinin geri kalan %0,5'lik kısmı ise jeotermal, rüzgar, yenilenebilir ve atıktan elde edilmektedir (Tablo 3.1). Türkiye'nin elektrik enerjisi üretmede kullandığı kaynakların büyük bir çoğunluğu ithalat ile sağlanmaktadır. Son yıllarda Türkiye'nin enerjide ve özellikle doğal gazda dışa bağımlılığı artmış görünmektedir.

Gelecekteki enerji ihtiyacımızı; doğal gaz, petrol, kömür gibi fosil kaynakların ithalatı ile sağladığımızda dış ticaret açığındaki enerjinin payının yükselmesi ve ülkedeki dövizin yurt dışına çıkması kaçınılmazdır.

Aşağıdaki tablo 5.2 incelendiğinde; Türkiye yüksek senaryoya (1) göre enerji tüketimi yıllık ortalama % 7,9 ve düşük senaryoya (2) göre ise % 6,4 artış sağlayacaktır. 2020 yılında yüksek senaryoya göre elektrik talebimiz, 2007 verilerini baz aldığımızda, yüksek senaryoya göre 2.6 kat, düşük senaryoya göre ise 2.1 kat artacaktır.

Tablo 5.2. Türkiye'nin gelecekteki elektrik ihtiyacı
(www.teias.gov.tr/apkuretimiplani/veriler.htm-02.05.2009)

Yıllar	SENARYO 1		SENARYO 2	
	GWh	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2005	159.650	-	159.650	-
2006	176.400	10,5	169.517	6,2
2007	190.700	8,1	180.248	6,3
2008	206.400	8,2	191.677	6,3
2009	223.500	8,3	203.827	6,3
2010	242.020	8,3	216.747	6,3
2011	262.000	8,3	230.399	6,3
2012	283.500	8,2	244.951	6,3
2013	306.100	8	260.401	6,3
2014	330.300	7,9	276.799	6,3
2015	356.200	7,8	294.560	6,4
2016	383.000	7,5	313.599	6,5
2017	410.700	7,2	334.297	6,6
2018	439.600	7	356.500	6,6
2019	469.500	6,8	380.503	6,7
2020	499.490	6,4	406.533	6,8

Türkiye'nin elektrik tüketimini düşük senaryo veya yüksek senaryoya göre artacağı görülmektedir. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanması veya devam edebilmesi için öncelikle enerji arz güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Enerji arz güvenliğinin sağlanması ise enerji çeşitliliğinin oluşması ve yerel kaynakların daha fazla kullanılmasıyla sağlanmalıdır.

Enerji arz güvenliğinin sağlanması güneş enerjisi bakımından zengin bir ülke konumunda olan Türkiye'nin; güneş enerji santrallerine yatırım yapması, maliyetlerin düşürülmesini ve teknolojik ilerleme sağlamak için ar-ge yatırımlarının arttırması gerekmektedir.

Türkiye güneş enerjisi dışında diğer alternatif enerji kaynakları açısından da zengin durumdadır. Bu kaynakların potansiyellerinin değerlendirilerek stok kaynakların ithalatından oluşan enerji arzındaki dışarıya bağımlılığın en aza indirmek mümkün olacaktır.

5.3. DÜNYA'NIN VE BAZI ÜLKELERİN ENERJİ DURUMU

2007 verileriyle oluşan tablo 5.3 bilgilerini ayrıntılı olarak ele alındığında çıkarılan sonuçlar şöyledir:

- Dünya 2007 yılında 11.099,3 MTEP birincil enerji tüketimi yapmıştır. Bu miktarın; %36'lık pay ve 3.952,8 MTEP'si petrole, % 24'lük pay ve 2.637.7 MTEP'si doğal gaza, % 6'lık pay ve 709.2 MTEP'si hidroliğe ve % 6'lık pay ve 622 MTEP'si nükleer enerjiye aittir.

- ABD; Dünya enerjisinin 2.361,4 MTEP ve %21 tüketim ile birinci sıradadır. Enerjisinin % 40'ını petrolden, % 25'ini doğal gazdan, % 24'ünü kömürden, % 8'ini nükleerden, % 2'sini hidrolikten sağlamaktadır.

- Çin; 1.863,4 MTEP'lik tüketim ile Dünya'da en fazla enerji tüketen ikinci ülke konumundadır. Dünya toplam enerji tüketimindeki payı ise %17'dir. Enerjisinin % 20'sini petrolden, % 3'ünü doğal gazdan, % 70'ini kömürden, % 1'ini nükleerden ve % 6'sını hidrolik enerjiden sağlamaktadır.

- Rusya Federasyonu 692 MTEP ve %6'lık pay ile en büyük üçüncü, Japonya 517,5 MTEP ve %5'lik tüketim ile dördüncü olmaktadır. Hindistan 404,4 MTEP ve Kanada 231,7 MTEP ve % 4'lük pay ile beşinciliği paylaşmaktadırlar.

- Birincil enerji kaynaklarının tüketimine baktığımızda; Norveç elektriğinin % 68'ini hidrolikten, Fransa % 39'unu nükleerden, Çin % 70'ini kömürden, Singapur % 89'unu petrolden, Özbekistan % 83'ünü doğal gazdan tükettiğini görmekteyiz. Buradan anlaşılacağı gibi ülkeler daha çok kendi sahip oldukları birincil enerji kaynaklarını kullanmaktadır. Ülkelerin kendi birincil enerji kaynaklarını kullanmaları; enerjide dışa bağımlılığı azaltmakta, eğer dış ticaret açığı varsa dış ticaret açığındaki enerji ithalatının payını düşürmekte ve dış ticaret açığını olumsuz etkilemesi önlenmektedir.

Tablo 5.3. Bazı ülkelerin birincil enerji kaynaklarının tüketimi ve oranları(2007 verileri) (BP,2008:41).

ÜLKELER	Petrol		Doğal Gaz		Kömür		Nükleer Enerji		Hidroelektrik		TOPLAM	
	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı
ABD	943,1	0,40	595,7	0,25	573,7	0,24	192,1	0,08	56,8	0,02	2.361,4	0,21
Kanada	102,3	0,32	84,6	0,26	30,4	0,09	21,1	0,07	83,3	0,26	321,7	0,04
Meksika	89,2	0,57	48,7	0,31	9,2	0,06	2,4	0,02	6,1	0,04	155,6	0,01
Toplam Kuzey Amerika	1.134,6	0,40	729,0	0,26	613,3	0,22	215,6	0,08	146,2	0,05	2.838,7	0,26
Arjantin	23,5	0,32	39,7	0,54	0,4	0,01	1,6	0,02	8,5	0,12	73,7	0,01
Brezilya	96,5	0,45	19,8	0,09	13,6	0,06	2,8	0,01	84,1	0,39	216,8	0,02
Venezuela	26,8	0,37	25,6	0,36	0,1	0,00	-	-	19,0	0,27	71,5	0,01
Diğer Güney ve Orta Amerika	105,2	0,55	36,0	0,19	8,3	0,04	-	-	41,5	0,22	191,0	0,02
Toplam Güney ve Orta Amerika	252,0	0,46	121,1	0,22	22,4	0,04	4,4	0,01	153,1	0,28	553,0	0,05
Avusturya	13,5	0,41	8,0	0,25	3,2	0,10	-	-	7,9	0,24	32,6	*
Belçika – Lüksemburg	41,2	0,56	15,2	0,21	5,6	0,08	10,9	0,15	0,6	0,01	73,5	0,01
Fransa	91,3	0,36	37,7	0,15	12,0	0,05	99,7	0,39	14,4	0,06	255,1	0,02
Almanya	112,5	0,36	74,5	0,24	86,0	0,28	31,8	0,10	6,2	0,02	311,0	0,03
Yunanistan	21,6	0,64	3,6	0,11	8,1	0,24	-	-	0,7	0,02	34,0	*
İtalya	83,3	0,46	70,0	0,39	17,5	0,10	-	-	8,8	0,05	179,6	0,02
Kazakistan	10,6	0,18	17,8	0,30	29,9	0,50	-	-	1,8	0,03	60,1	0,01
Hollanda	48,5	0,53	33,4	0,36	8,8	0,10	1,0	0,01	0,1	0,00	91,8	0,01
Norveç	10,1	0,22	3,8	0,08	0,4	0,01	-	-	30,6	0,68	44,9	*
Polonya	24,3	0,26	12,3	0,13	57,1	0,60	-	-	0,7	0,01	94,4	0,01
Rusya Federasyonu	125,9	0,19	394,9	0,60	94,5	0,14	36,2	0,05	10,5	0,02	662,0	0,06
İspanya	78,7	0,52	31,6	0,21	20,1	0,13	12,5	0,08	7,4	0,05	150,3	0,01
İsveç	16,8	0,33	0,9	0,02	2,2	0,04	15,3	0,30	15,0	0,30	50,2	*

Tablo 5.3'nin devamı

ÜLKELER	Petrol		Doğal Gaz		Kömür		Nükleer Enerji		Hidroelektrik		TOPLAM	
	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı
İsviçre	11,3	0,39	2,6	0,09	0,4	0,01	6,3	0,22	8,3	0,29	28,9	*
Türkiye	31,1	0,31	31,6	0,31	31,0	0,30	-	-	8,0	0,08	101,7	0,01
Ukrayna	15,3	0,11	58,2	0,43	39,3	0,29	20,9	0,15	2,3	0,02	136,0	0,01
Birleşik Krallık	78,2	0,36	82,3	0,38	39,2	0,18	14,1	0,07	2,1	0,01	215,9	0,02
Özbekistan	5,8	0,12	41,1	0,83	1,4	0,03	-	-	1,4	0,03	49,7	*
Diğer Avrupa ve Avrasya Ülkeleri	129,4	0,31	120,6	0,29	77,0	0,19	26,9	0,06	61,8	0,15	415,7	0,04
Toplam Avrupa ve Avrasya	949,4	0,32	1.040,1	0,35	533,7	0,18	275,6	0,09	188,6	0,06	2.987,4	0,27
İran	77,0	0,42	100,7	0,55	1,1	0,01	-	-	4,1	0,02	182,9	0,02
Suudi Arabistan	99,3	0,59	68,3	0,41	-	-	-	-	-	-	167,6	0,02
Diğer Orta Doğu Ülkeleri	117,2	0,52	100,4	0,45	5,0	0,02	-	-	1,0	0,00	223,6	0,02
Toplam Orta Doğu	293,5	0,51	269,4	0,47	6,1	0,01	-	-	5,1	0,01	574,1	0,05
Mısır	30,6	0,48	28,8	0,46	0,9	0,01	-	-	2,9	0,05	63,2	0,01
Güney Afrika Cumhuriyet	25,8	0,20	-	-	97,7	0,77	3,0	0,02	1,2	0,01	127,7	0,01
Diğer Afrika Ülkeleri	81,8	0,53	46,4	0,30	7,2	0,05	-	-	18,1	0,12	153,5	0,01
Toplam Afrika	138,2	0,40	75,2	0,22	105,8	0,31	3,0	0,01	22,2	0,06	344,4	0,03
Avustralya	42,2	0,35	22,6	0,19	53,1	0,44	0,1	0,00	3,8	0,03	121,8	0,01
Çin	368,0	0,20	60,6	0,03	1.311,4	0,70	14,2	0,01	109,3	0,06	1.863,5	0,17
Çin Hong Kong	16,9	0,64	2,7	0,10	7,0	0,26	-	-	-	-	26,6	*
Hindistan	128,5	0,32	36,2	0,09	208,0	0,51	4,0	0,01	27,7	0,07	404,4	0,04
Endonezya	54,4	0,47	30,4	0,27	27,8	0,24	-	-	2,0	0,02	114,6	0,01
Japonya	228,9	0,44	81,2	0,16	125,3	0,24	63,1	0,12	18,9	0,04	517,4	0,05
Malezya	23,6	0,41	25,4	0,44	6,9	0,12	-	-	1,4	0,02	57,3	0,01

Tablo 5.3'nin devamı

ÜLKELER	Petrol		Doğal Gaz		Kömür		Nükleer Enerji		Hidroelektrik		TOPLAM	
	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı	MTEP	Payı
Pakistan	17,9	0,31	27,7	0,48	4,6	0,08	0,5	0,01	7,5	0,13	58,2	0,01
Singapur	47,4	0,89	5,9	0,11	-	-	-	-	-	-	53,3	*
Güney Kore	107,6	0,46	33,3	0,14	59,7	0,26	32,3	0,14	1,1	0,00	234,0	0,02
Tayvan	52,5	0,46	10,6	0,09	41,1	0,36	9,2	0,08	1,8	0,02	115,2	0,01
Tayland	43,0	0,50	31,8	0,37	8,9	0,10	-	-	1,8	0,02	85,5	0,01
Diğer Asya Pasifik Ülkeleri	54,2	0,36	34,7	0,23	42,4	0,28	0,1	0,00	18,7	0,12	150,1	0,01
Toplam Asya Pasifik	1.185,1	0,31	403,1	0,11	1.896,2	0,50	123,5	0,03	194,0	0,05	3.801,9	0,34
TOPLAM DÜNYA	3.952,8	0,36	2.637,9	0,24	3.177,5	0,29	622,1	0,06	709,2	0,06	11.099,5	100

* % 1'den az paya sahiptir.

5.4. DÜNYA'DAKİ ENERJİ TÜKETİMİNİN GELECEĞİ

Referans senaryo; geçmişteki rakamlar ile gelecek rakamların hesaplanması, alternatif senaryo ise farklı amaçlar için uygulanan politikaların devreye alınmasıyla oluşan senaryo diyebiliriz. Örneğin, alternatif senaryoda amaç fosil kaynakların tüketiminin indirilerek sera gazı emisyonunun ve iklim değişikliğinin önlenmesi veya Dünya'da düşük ekonomik büyümenin gerçekleşeceğinin düşünülmesidir.

Dünyada 2007 yılında 11.099,5 MTEP tüketilmiştir. Aşağıdaki tablo 5.4'e göre 2030 yılında; referans senaryoya göre 17.721 MTEP ile, alternatif senaryoya göre ise 15.783 MTEP birincil enerji tüketimi gerçekleşmesi bekleniyor. Birincil enerji tüketiminin referans senaryoya göre 1.6 kat, alternatif senaryoya göre ise 1.4 kat artacağı düşünülmektedir.

Enerji ekonomisinin temel unsurlarından olan birincil enerji kaynaklarının her iki senaryoda da şu anki durum ile kıyaslandığında; kömür, doğal gaz ve petrolün enerji tüketimindeki payının düşeceği görülmektedir. "Diğer" başlığı altındaki yenilenebilir enerjinin tüketimdeki payının artacağı hesaplanmıştır.

Tablo 5.4. Enerji kaynaklarının 2030 yılında tüketimi (IEA, 2008:46).

Kaynak Çeşitleri	Referans Senaryo		Alternatif Senaryo	
	Yüzde (%)	MTEP	Yüzde (%)	MTEP
Kömür	28,2	4.997	23,4	3.693
Petrol	31,5	5.582	31,1	4.909
Doğal Gaz	22,3	3.952	21,8	3.441
Nükleer	4,8	851	6,8	1.073
Hidrolik	2,4	425	2,9	458
Diğer	10,8	1.914	14,0	2.210
Toplam	100,0	17.721	100,0	15.783

Aşağıdaki tablo 5.5'te; ülke gruplarının gelecekteki enerji tüketimine baktığımızda OECD ülkelerinin referans ve alternatif senaryoya göre gelecekte de en fazla enerjiyi tüketeceği görülmektedir.

Ülke olarak da Çin, ABD'nin yerini alarak en büyük birincil enerji tüketicisi durumunda olacağı düşünülmektedir. Çin'in son 10 yılda ekonomide yüksek büyüme oranlarını yakalaması ve gelecekte de bunun süreceğinin düşünülmesi söz konusudur.

Tablo 5.5. Ülke gruplarına göre 2030 yılındaki enerji tüketimi (IEA, 2008:47).

Ülke Grupları	Referans Senaryo		Alternatif Senaryo	
	Yüzde (%)	MTEP	Yüzde (%)	MTEP
OECD	38,4	6.805	39,9	6.297
Orta Doğu	5,8	1.028	5,5	868
Geçiş Ekonomileri	8,1	1.435	8,2	1.294
Çin	21,6	3.828	20,6	3.251
Asya	14,7	2.605	14,2	2.241
Latin Amerika	4,9	868	4,9	773
Afrika	5,3	939	5,4	852
Diğer	1,2	213	1,3	205
Toplam	100,0	17.721	100,0	15.783

2030 yılında OECD ülkelerinin enerji tüketimi, düşük ekonomik büyümeye göre ortalama yıllık % 0,3 artış gösterecektir. Bu senaryoda Japonya'nın enerji tüketiminde yıllık % 0,2 azalış, Güney Kore'nin enerji tüketiminde ise yıllık %1,1'lik artış meydana gelecektir. Japonya'nın gelecekte elektrik tüketiminde azalış göstermesini Kyoto Protokolüne bağlı değişiklikler ile açıklanabilir.

OECD ülkelerinin yüksek büyüme göstermesi durumunda ise enerji tüketimi ortalama yıllık % 0,6'lık artış meydana getirecektir. En fazla artış ise Güney Kore'de yıllık % 1,4 olacaktır.

2030 yılında OECD dışı ülkelerde enerji tüketimi, düşük ekonomik büyümeye göre yıllık ortalama % 1,2 artış gösterecektir. Bu senaryoda yıllık ortalama artış hızı en yüksek ülke % 2,8 ile Çin olacaktır. Yüksek büyüme oranı yaşanır ise OECD dışı ülkelerde yıllık ortalama % 1,5 artış yaşanacaktır. Bu senaryoda da enerji tüketiminde en yüksek hızı % 3,2 ile Çin'e ait olacaktır.

Çin 2030 yılında 2007 verilerine göre en büyük enerji tüketicisi olan ABD'nin yerini alarak, enerji tüketimiyle dünyanın en büyük enerji tüketicisi konumuna gelecektir.

Çin'de yüksek ekonomik büyüme sağlandığında 2030 yılında 155,8 Btu enerji talebi olacaktır. Çin'in tablo 5.2'deki enerji kaynaklarının tüketim oranlarını baz alarak 2030 yılını hesapladığımızda; 31,16 Btu petrol, 4,67 Btu doğal gaz, 109,06 Btu kömür, 1,5 Btu nükleer ve 9,35'de hidrolik enerji tüketimi olacaktır.

Tablo 5.6 Bölgelere göre düşük ve yüksek ekonomik büyümeye göre enerji tüketimi (www.eia.doe.gov/international/iealf/table18.xls-16.03.2009).

Katrilyon Btu	DÜŞÜK EKONOMİK BÜYÜME							YÜKSEK EKONOMİK BÜYÜME						
	2006	2010	2015	2020	2025	2030	Yıllık Artış Oranı %	2006	2010	2015	2020	2025	2030	Yıllık Artış Oranı %
OECD														
OECD Kuzey America	121, 3	120, 3	122, 5	124, 9	127, 7	130, 3	0,3	121, 3	121, 1	125, 9	130, 3	135, 6	141, 7	0,6
ABD	100, 0	99,2	100, 0	101, 1	102, 6	104, 2	0,2	100, 0	99,9	102, 9	105, 4	109, 1	113, 6	0,5
Kanada	14,0	14,6	15,3	15,9	16,5	17,0	0,8	14,0	14,6	15,6	16,5	17,4	18,3	1,1
Meksika	7,4	6,6	7,2	7,9	8,5	9,1	0,9	7,4	6,6	7,4	8,3	9,1	9,9	1,2
OECD Avrupa	81,6	82,0	83,3	85,0	85,8	86,2	0,2	81,6	82,2	84,8	87,9	90,0	91,8	0,5
OECD Asya	38,7	39,4	40,9	41,6	41,7	41,6	0,3	38,7	39,5	41,8	43,1	43,9	44,6	0,6
Japonya	22,8	21,9	22,5	22,6	22,1	21,6	-0,2	22,8	21,9	22,9	23,4	23,2	23,0	0,0
Güney Kore	9,4	11,0	11,4	11,5	11,9	12,2	1,1	9,4	11,0	11,6	12,0	12,7	13,2	1,4
Avustralya / Yeni Zelanda	6,5	6,6	7,1	7,4	7,6	7,8	0,8	6,5	6,7	7,3	7,7	8,0	8,4	1,1
Toplam OECD	241, 7	241, 7	246, 7	251, 5	255, 2	258, 1	0,3	241, 7	242, 8	252, 4	261, 3	269, 5	278, 2	0,6

Tablo 5.6'in devamı

Katrilyon Btu	DÜŞÜK EKONOMİK BÜYÜME							YÜKSEK EKONOMİK BÜYÜME						
	2006	2010	2015	2020	2025	2030	Yıllık Artış %	2006	2010	2015	2020	2025	2030	Yıllık Artış %
OECD Dışı														
OECD Dışı Avrupa-Avrasya	50,7	53,8	56,5	58,3	59,0	59,3	0,7	50,7	54,0	57,6	60,3	62,0	63,3	0,9
Rusya	30,4	32,1	33,7	34,9	35,3	35,5	0,7	30,4	32,2	34,3	36,0	36,9	37,7	0,9
Diğer	20,3	21,7	22,8	23,4	23,7	23,8	0,7	20,3	21,7	23,3	24,3	25,0	25,6	1,0
OECD Dışı Asya	117,6	138,6	159,4	182,3	202,2	220,6	2,7	117,6	139,2	163,2	190,3	215,4	239,6	3,0
Çin	73,8	90,1	103,4	118,8	132,1	143,4	2,8	73,8	90,5	105,9	124,0	140,7	155,8	3,2
Hindistan	17,7	19,0	22,4	25,8	27,8	29,9	2,2	17,7	19,1	22,9	26,8	29,6	32,3	2,5
Diğer OECD Dışı Asya	26,1	29,5	33,6	37,7	42,3	47,3	2,5	26,1	29,6	34,4	39,5	45,1	51,5	2,9
Orta Doğu	23,8	27,6	29,6	30,8	32,5	34,6	1,6	23,8	27,7	30,3	32,2	34,6	37,7	1,9
Afrika	14,5	16,2	17,3	18,4	19,4	20,2	1,4	14,5	16,2	17,7	19,1	20,6	21,8	1,7
Merkez ve Güney Amerika	24,2	28,2	29,7	31,2	33,1	34,8	1,5	24,2	28,3	30,3	32,5	35,2	37,7	1,9
Brezilya	9,6	11,3	12,6	13,9	15,3	16,7	2,3	9,6	11,4	12,9	14,5	16,3	18,0	2,6
Diğer Merkez ve Güney Amerika	14,6	16,9	17,1	17,2	17,8	18,2	0,9	14,6	17,0	17,5	18,0	18,9	19,7	1,3
Toplam OECD Dışı	230,8	264,4	292,5	320,8	346,2	369,5	2,0	230,8	265,4	299,1	334,4	367,8	400,1	2,3
TOPLAM DÜNYA	472,4	506,2	539,2	572,4	601,4	627,6	1,2	472,4	508,3	551,5	595,7	637,3	678,3	1,5

SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji insan hayatının vazgeçilmez unsurlarından biri olmakla birlikte hızla artan talebe bağlı olarak ülkelerin enerji politikalarını öne çıkarmıştır. Hükümetler için sürdürülebilir kalkınmanı, özellikle fosil (stok) kaynakların tükenecek olması ve küresel ısınma kapsamındaki çevre politikaları önem kazanmaktadır.

GSYİH ile enerji talebi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. GSYİH'si yüksek olan ülkelerde kişi başına elektrik tüketiminin fazla olduğu anlaşılmıştır. Sanayileşmiş gelişmiş ülkelerin ve sanayileşmeye ve üretim yapmaya çalışan gelişmekte olan ülkelerin enerji talebi birleşince birincil enerji kaynaklarına talep yükselmektedir. Enerjiye olan talebin yükselmesi ve birincil enerji kaynaklarının sınırlı stokta olması birleşince enerji fiyatlarında dalgalanmalar yaşanmaktadır. Örneği 2003 yılında Irak'ın işgalinden önce 23 USD olan varil fiyatı geçtiğimiz Temmuz ayında 150 USD' ye yükselmesi buna bir örnektir. Hiç kuşkusuz bunda gelişmekte olan Çin ve Hindistan gibi ülkelerin enerjiye olan taleplerindeki artış da etkilidir.

Dünya'da hükümetler ekonomik kalkınmanı sağlanması veya kalkınmanın sürdürülebilmesi için enerjinin kesintisiz ve sürdürülebilir olarak temin edilmesi için alternatif enerji politikaları üretmektedir. Bunlar yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmenin gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet olarak dezavantajlı olması bu enerjilerin kullanımının yaygınlaşmamasının en büyük nedenidir. Burada yapılması gereken maliyetleri düşürecek teknolojik yeniliklerin desteklenmesi gerekmektedir

Türkiye, birincil enerji kullanımı açısından büyük oranda dışa bağımlılığı olan ve enerji arz güvenliği olmayan bir ülke konumunda görülmekte ve yıllar içerisinde de enerjide dışa bağımlılığı giderek artış göstereceği düşünülmektedir.

Sanayi üretiminin önemli bir girdisi olan enerjinin, dışa bağımlılığın getirdiği riskleri en aza indirilebilmek, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve çevresel sorunları en aza indirebilmek için öncelikle Türkiye'nin yurtiçindeki

yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyellerini yükseltmeye yönelmesi, fosil kaynaklarının rezervlerini en etkin bir şekilde yönetmesi ve enerjiyi daha verimli kullanılması gerekmektedir. Böylece Türkiye'nin sanayi üretiminde rekabet edebilirliğinin yükseltilmesi sağlanacaktır.

Türkiye'nin ve Dünya'nın birincil enerji kaynakları talebinin fosil yakıtlar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Yaşanan petrol krizleri ve fosil yakıtların çevreye verdikleri olumsuz etkiye rağmen fosil yakıtların tüketim oranında bir değişme olmamıştır. Ancak petrol tüketiminin son yıllarda nispeten azalmasına karşılık petrolün yerine, yine bir fosil yakıt olan doğal gaz ile ikame etmeye başlamıştır. Doğal gaz diğer fosil yakıtlara göre daha az çevreyi kirletici özelliğinden, doğal gaz ile çalışan santrallerin kısa sürede kurulabilir olmasından ve doğal gazın kullanım kolaylığından dolayı yoğun bir şekilde talep edildiği görülmüştür.

Türkiye'nin hızla artan enerji talebini ve dış ticaret açığındaki enerjinin payı analiz edildiğinde; dışarıya bağımlılığı azaltmak, sürdürülebilir kalkınma ve enerji arz güvenliğini sağlamak için sahip olduğumuz yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirme yolundaki enerji politikaları üretmek zorunluluğu oluşmaktadır.

Son yıllarda hidroelektrik santrallerinden elektrik üretiminde azalma görülmüş bunda da küresel ısınma nedeniyle barajlardaki su miktarında azalma yaşanması ve alınan siyasi kararlar etkili olmuştur. Buradaki elektrik üretimindeki azalmayı doğalgaz santrallerinde elektrik üretmeyi artırma ile ikame edildiği söylenebilir. Ayrıca hidroelektrik potansiyelimiz şu andaki elektrik tüketimimiz yaklaşık %70'ini karşılayabilecek durumdadır. Bu potansiyeli büyük finansman kaynağı gerektiren rezervuar tipi büyük barajlarla kurarak değil, özellikle nehir tipi küçük türbinlerle değerlendirmek Türkiye'nin potansiyelini kullanmasını daha kısa sürede gerçekleştirecektir.

Güneş enerjisi, insanların enerji ihtiyacından kat kat fazla enerji içeren ve Türkiye'nin de coğrafi konum itibarıyla özellikle Kuzey Avrupa ülkelerine göre çok şanslı olduğu enerji çeşididir. Türkiye, güneş enerjisini daha çok su ısıtma amaçlı kullanmakta ama güneş enerjisini depolayabilen fotovoltaik güneş pillerini maliyetlerin yüksek oluşu nedeniyle kullanmamaktadır. Türkiye'de, yüksek yatırım gerektiren yoğunlaştırıcı güneş santrallerinin olmaması Türkiye için bir dezavantaj olmaktadır. Türkiye, AB ülkelerinden özellikle Danimarka ve Almanya'da

uygulanan teşvik ve destek modellerini örnek alarak güneş pillerinin yaygınlaştırılmasını sağlamalıdır. Bu teşvik ve desteklerden farklı olarak bu fotovoltaiik güneş pillerinin ithalatından uygulanan gümrük vergilerinin düşük tutulması veya kaldırılması sağlanabilir. Güneş enerji teknolojilerinin gelecekte ilerlemesi ve bunun sonucunda da ucuzlaması beklenmektedir.

Jeotermal enerjide, Türkiye yeni jeolojik dönemde oluşan topraklara sahip olduğundan şanslı durumdadır. Özellikle kırıklı jeolojik yapıya sahip batı Anadolu'da özellikle ev ve sera ısıtması için doğal gaz yerine jeotermal enerji kullanılmalıdır. Jeotermal enerji potansiyeli açısından Türkiye Dünya'da yedinci, Avrupa'da birinci durumdadır. Türkiye'de tespit edilen kaynakların neredeyse hepsi ısıtma için elverişli kaynaklardır. Ayrıca jeotermal enerji konusunda yerel sanayinin gelişmiş olması ve bu sanayinin desteklenmesi Türkiye için büyük bir fırsat olacaktır. Türkiye'nin gelecekte 550 MW elektrik üretmesi ve 200 bin konutun ısıtılması jeotermal enerjiden karşılanması beklenmektedir.

Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyelinin tam olarak bilememekle birlikte Türkiye rüzgar enerjisi bakımından da potansiyeli yüksek ve şanslı ülkeler arasında gösterilmektedir. Özellikler Marmara, Güney Doğu Anadolu ve Ege Bölgesi RES kurulmaya müsait yerlerdir. Bunun en yeni örneğini Nur Dağı'na kurulan RES'leri örnek gösterebiliriz.

Klasik biyokütle enerjisi Türkiye'de, Dünya'da olduğu gibi çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Modern biyokütle enerji kaynaklarından biyogaz, biyodizel ve enerji ormancılığını kullanmasıyla Türkiye'nin biyokütle enerji potansiyeli artması beklenmektedir. Fakat geçtiğimiz yıl yaşanan gıda krizi nedeniyle modern biyokütle enerji bitkilerinin yaygınlaştırılması konusunda bazı tereddütler yaşanmıştır. Çünkü gıda maddelerinin üretileceği tarım alanlarının gelecekte enerji bitkilerine ayrılması gıda maddelerinin temininde sorun yaşanması olasılığını gündeme getirecektir.

Dalga enerjisi diğer bir yenilenebilir kaynak olmakla birlikte Türkiye'de fazla bir potansiyele sahip değildir. Türkiye'nin denizlerdeki tuzluluk oranı farklılıklarından ve boğazlardaki akıntıdan kaynaklanan potansiyeli mevcuttur. En fazla potansiyele sahip sahil şeridi ise İzmir-Antalya arasındır.

Dünyada en fazla bulunan element olan hidrojen, gelecek yüzyılın enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Hidrojen pillerinin daha ekonomik hale gelmesi, depolanması ve taşınması konusunda teknolojik ilerlemenin sağlanması ile

hidrojen enerjisi yaygınlaşacağı düşünülmektedir. Türkiye'nin hidrojen ile ilgili projelerde geç kalmaması ve yeni araştırma geliştirme projelerine destek vermesi gerekir. ICHET'in Türkiye'de kurulması ülkemiz için büyük bir şans olmakta ve ICHET'ten bilimsel anlamdan faydalanıp hidrojen enerjisine fon ayırmak Türkiye için uzun vadede iyi bir yatırım olacak ve aynı zamanda Türkiye'nin gelecekte hidrojen enerjisinde söz sahibi olmasını sağlayacaktır.

Türkiye'de nükleer enerji Dünya'da olduğu gibi oldukça uzun yıllar, yoğun bir şekilde tartışılan konudur. Dünya'da elektrik ihtiyacının büyük kısmını nükleer enerjiden sağlayan ülkelerin karbondioksit yayılımında azaltıcı etkisini ortaya koymaktadır. Ama nükleer enerjinin atık sorununun çözülmemiş olması nükleer enerjinin en olumsuz etkilerinden olduğundan Türkiye'nin öncelikli olarak kendi sahip olduğu enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir.

Dünya'da ve Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının önündeki en büyük sorun yüksek maliyetlerdir. Yenilenebilir enerjilerin maliyetlerinde teknolojik ilerleme ile birlikte gelecekte bir düşme meydana gelmesi beklenmektedir.

Fosil kaynaklı santrallerin ve nükleer santralin işletme giderinin yüksek, doğal gazın ilk yatırım maliyetinin düşük ama üretim maliyetinde ise nükleer santralden sonra en yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Yenilenebilir enerjide ise güneş santrallerinin ilk yatırım maliyetinin yüksek, buna karşılık işletme giderleri ve üretim maliyetinin ise çok az olduğunu görmekteyiz.

Hidrolik, rüzgar ve jeotermal santrallerinin ilk yatırım maliyetlerinin doğal gaz hariç diğer santrallere göre daha ekonomik olduğu ve işletme giderleri ile üretim maliyetlerinin çok az olduğu görülmektedir. Türkiye'nin bu santrallere maliyetler düşünüldüğünde yatırım yapması ülke ekonomisinin geleceği için avantajlı olacağı görülmektedir.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını düşünüldüğünde; jeotermal ve rüzgar santrallerinin şu an için ekonomik olacağı ve dışa bağımlılığı azaltacağı anlaşılmaktadır.

Güneş santralleri için gerekli finansman sağlanıp ileri teknoloji transferinin yapılması ile güneş zengini olan Türkiye'nin güneş enerjisine de yatırım yapması enerjide dışa bağımlılığı azaltacağı, enerji arz güvenliğini sağlayacağı, ekonomik büyüme ve kalkınmanın sürdürebileceği kaçınılmazdır.

Türkiye için öngörülen elektrik tüketimi 2020 yılında düşük ve yüksek senaryoya göre 406.533-499.490 Gwh arası olacağı düşünülmektedir. Şu andaki kaynaklar ve santraller ile Türkiye'nin 2020 yılındaki tüketimin karşılanması imkansız görünmektedir.

Yenilenebilir enerjiye yatırım yapmanın pahalı olduğunu söylesek bile Türkiye'nin dış ticaret açığının yaklaşık yarısını enerji ithalatından kaynaklandığını düşündüğümüzde uzun vadede yapılan yatırımların ülke menfaatine olacağı muhakkaktır.

Yenilenebilir enerjiye yatırım yapma ile Rusya, Ukrayna, İran, Irak gibi fosil kaynak zengini olan ülkelere Türkiye'nin bağımlılığında azalma meydana getirecek, daha az enerji ithalatı yapıldığı için ödemeler bilançosu dengesinde iyileşme yaşanacak, enerji kaynak çeşitlemesine gidildiği için enerji arz güvenliği sağlanacak, fosil kaynaklar daha az tüketildiği için karbondioksit yayılımı azalacak, bu da küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin önüne geçmede bir basamak olacaktır.

Türkiye'nin enerji sektörüne çok ciddi makro yatırım kararı alması gerekmektedir. Bu kararlar çerçevesinde Türkiye için enerji politikalarının oluşturulmasında, gelecekteki enerji ihtiyaçlarında oluşacak artışlar ile bu doğrultuda yapılacak yatırımlar birincil enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının arttırılması sağlayacak hatta Türkiye'nin enerji konusunda Dünya'da önemli bir oyuncu olmasını sağlayabilecektir.

KAYNAKÇA

- Acaroğlu, M. (2003). *Alternatif Enerji Kaynakları*. AtlasYayın, İstanbul, ss.15-17
- Ağış, Ö. (2007). Enerjide verimlilik, sürdürülebilirlik, emisyonlar ve yeni piyasa oluşumları. Teknik Yayıncılık, *ICCI 2007 Bildiriler Kitabı, 13. Uluslar arası Enerji, Kojenerasyon ve Çevre Teknolojileri Konferansı*, İstanbul, ss.17-23.
- Akdeniz, C., Hepbaşlı A. ve Boyar, S. (2003). Türkiye Karma Yem Sanayinde Enerji Yönetiminin Gerekliği, *Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi*, Konya, ss.26.
- Aklın, K. ve Atman, S. (2006). *Küresel Petrol Stratejilerinin Jeopolitik Açından Dünya ve Türkiye Üzerindeki Etkileri*, İstanbul Ticaret Odası, Yayın no: 2006-48, İstanbul, ss.120-187.
- Altun, İ. H. (1998). *Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli, Türkiye'nin enerji politikaları*, Ed. Bedri İpekçioğlu. İstanbul, Yurt madenciliği Vakfı Yayınları ss. 23.
- Apaydın, O. (1994). Ülkemizin Enerji Politikaları, *Türkiye 6. Enerji Konseyi Teknik Oturum Tebliğleri 4*, DEKTMK, İzmir, ss.181
- Arık, F. ve Turan, S. (2006). Nükleer enerji raporu: Nükleer santralin Konya'ya kurulabilirliği, getirileri ve götürüleri, *Yeni İpek Yolu Dergisi*, Konya Ticaret Odası, ss.25-32.
- Arıkan, Y. (2007).Kyoto Protokolü ve Türkiye için tünelin ucundaki ışık. Teknik Yayıncılık, *ICCI 2007 Bildiriler Kitabı, 13. Uluslar arası Enerji, Kojenerasyon ve Çevre Teknolojileri Konferansı*, İstanbul, ss.46-56.
- Atman, S. (2006). Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Rezervleri, Harp Akademileri Basımevi, *Türkiye'nin Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır Bildirileri*, İstanbul, ss.58-64.
- Barbaros, R. F. (2004). Küreselleşme Sürecinde Devletin Rolü:Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme, *2004 Türkiye İktisat Kongresi Tebliğ Sunuşları Kitapçığı*, DPT, İzmir, ss.16
- Başaran, Ü. Kurban, M. (2003). Elektrik enerjisi üretiminde güneş pilleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 1. Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Denizli ss.27.
- Başoğlu, U. (2000). Gelişmekte olan ülkelerde finansal istikrarı sağlamaya yönelik politikalar
www.ufukbasoglu.net/makaleler/gelismekteolan.doc (12.12.2008).
- Başol, K. (1994). Doğal Kaynaklar Ekonomisi, İzmir Anadolu Yayınları, İzmir, ss:114
- Boratav, K. (2006). *Türkiye İktisat Tarihi*, İmge Yayınları, İstanbul, ss12-16
- BP, (2007). BP Statistical Review of World Energy June,
http://www.agric.wa.gov.au/pls/porta130/docs/FOLDER/IKMP/SUST/BIOFUEL/190707_STATSREVIEW07PERTH.PDF (20.12.2008).

- BP, (2008). Statistical Review of World Energy June,
http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf
 (20.12.2008).
- Cerit, B., Yılmaz, B. (2005). Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisinin elektrik enerjisi potansiyeli üzerine bir araştırma, ss. 2.
http://www.emo.org.tr/ekler/c3870fcad1cfc36_ek.pdf (22.12.2008)
- Çağlayan, E. Ataç, Ö. Çoban, V. (2009). Biyoenerji her yerde. *TÜBİTAK*, 498:40-45.
- Çalıkoğlu, E. (2004). Enerji Verimliliği ve EİE Tarafından Yürütülen Çalışmalar, 23. *Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi*, EİE Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu Yayını, Ankara, ss.59.
- Çelebi İ. ve Gök, M., Yenilenebilir Enerji,
<http://www.millienerji.com/DATA/seminer01.ppt> (12.03.2009).
- Çetin, H. (2007). İklim değişikliği sürecinde Türkiye enerji sektörünün değerlendirilmesi, . Teknik Yayıncılık, *ICCI 2007 Bildiriler Kitabı*, 13. *Uluslararası Enerji, Kojenerasyon ve Çevre Teknolojileri Konferansı*, İstanbul, ss.35-45.
- Çıtak, A. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli, TİSAV,
<http://tisavelazig.8m.com/yazilar.htm> (29.03.2009).
- Çolak, M. (2009). Güneş enerjisinden elektrik üretimi: Fotovoltaik dönüşüm. *Bilim ve Teknik*, 498:32-35.
- Dağsöz, A.K. (1997). *Doğal Gaz Tanımı, Cihazları, Devreleri, Hesabı*. Demirdöküm Teknik Yayınlar, ss.1.
- DEKTMK. (2004). Türkiye'de Enerji Dinamikleri, Ankara, ss.44.
- DEKTMK. (2006). Türkiye 10. Enerji Kongresi, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Uygulamalar ve Sorunlar, İstanbul, ss.204-205.
- Dietz, J. F., Simonis E. U., and Straaten, J. (1992). *Sustainability and Environmental Policy*, Germany, ss.23-27.
- DPT. (2001). *Petrol ve Doğal Gaz, Madencilik Ö.İ.K., Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu, Petrol ve Doğal Gaz Çalışma Grubu Raporu*, Ankara, ss.8-32.
- DPT. (2001a). 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerji Özel İhtisas Komisyonu, Enerji, Ankara, ss.78-79.
- DPT. (2001b). 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu: Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu, Ankara, ss. 5-45,
<http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/enerjiha/>, (22.11.2008).
- DPT. (2001c). 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara ss. 4-32,4-33
- DPT. (2001d). 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyon Raporu, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyon Raporu, Nükleer Enerji Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu, Ankara ss.3.
- DPT. (2006). 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı Enerji Özel İhtisas Komisyon Raporu, Ankara
- DSİ. (2008). DSİ Genel Müdürlüğü 2007 Yılı Faaliyet Raporu, Ankara, ss.79.
http://www.veyseleroglu.gen.tr/Dokumanlar/FaaliyetRaporlari/2007_faaliyet_raporu.pdf, (10.11.2008).
- Durak, M. (2003). Avrupa Birliği ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları açısından küçük hes'ler ve rüzgar enerjisi yatırımlarına verilen teşvikler.

- <http://www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/bilimsel/diger/KucukHESveRuzgar.pdf> (18.03.2009).
- Ersöz, A., Sarioğlu, A. Kayta, A. (2009). En bol element hidrojen, *Bilim ve Teknik TÜBİTAK*, 498:54-56.
- EIA-DOE, (2009). International Energy Outlook 2009
www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/excel/ieoreftab_1.xls (03.04.2009).
www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/excel/ieoltab_2.xls (03.04.2009).
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE), (2007). Hidroelektrik Santral Projeleri (HES).
http://www.eie.gov.tr/turkce/HESproje/HES_index.html (12.11.2008).
- ETKB. (2008). Enerji istatistikleri
www.enerji.gov.tr/istatistik.asp, (13.11.2008).
www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/detayGoster/4314
www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/detayGoster/4903
www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/detayGoster/5480
 (14.03.2009)
- EPDK. (2007). Petrol Piyasası Sektör Raporu 2007, EPDK Petrol Piyasası Daire Başkanlığı
www.epdk.gov.tr/yayin_rapor/petrol/2007SektorRaporu.doc (10.10.2008).
- Ergün, S. (2005). Türkiye Enerji Sektöründe Verimlilik Göstergeleri, *Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Enerji Politikaları*, Elektrik Mühendisleri Odası, 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Ankara, ss.11-534.
- Gazete Milas, (2009). Türkiye Kömür İşletmeleri Özelleştirilmesin. (29 Ocak, 2009).
<http://www.gazetemilas.com/habergoster.asp?id=3976> (12.04.2009)
- Gençkol, M. (2003). AB Mali İşbirliği Politikaları. DPT AB ile İlişkiler Genel Müdürlüğü Uyum Daire Başkanlığı, Ankara, ss.95.
- Gökçen, G. (2009). Yerkürenin bize armağanı jeotermal enerji. *Bilim ve Teknik, TÜBİTAK*, 498:46-49.
- Göken, S. Bir Kapılı Hidroelektrik Santrali Teknik Gezi, *Emo Haber Bülteni*.
http://www.emo.org.tr/ekler/a17ad0fa0870b05_ek.pdf?dergi=2 (28.04.2009).
- Görgün, T. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri ve Hizmetleri.
http://www.igeme.org.tr/bakis/Bakis_36/syfl19-122.pdf (03.05.2009)
- Gülsaç, I. I. (2009). Okyanuslardan gelen enerji: Dalga enerjisi. *Bilim ve Teknik TÜBİTAK*, 498:58-61.
- Gürdilek, R. Akbaba, G. Tozar, Z. (2006). Prof. Dr. Sıddık İçli ile görüşme. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Başkanı. *Bilim ve Teknik*, 464:34-41.
- Hecht, M.M. (2001). Safer, cheaper, more efficient “inside the fourth-generation reactors. *21st Century Science and Technology Magazine*, Spring 2001
<http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/spring01/reactors.html>
 (04.05.2009).
- Hepbaşlı, A. (2004). *Evaluating the energy utilization efficiency of Turkey's renewable energy sources during 2001*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 8:237-255.
- IEA. (2003). *Renewables for Power Generations 2003*.
http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2000/renewpower_2003.pdf
 (17.11.2008).
- IEA. (2004). *World Energy Outlook 2004*. ss.8-332,
www.worldenergyoutlook.org, (17.11.2008).
- IEA. (2008). *Key World Energy Statistics 2008*. ss.6-57,
www.iea.org/Textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf, (17.01.2009).

- IEA-OES. (2007). *Annuel Report 2007*. ss. 27-72,
http://www.iea-oceans.org/_fich/6/IEA-OES_Annual_Report_2007.pdf
 (06.01.2009).
- İTO. (2001). *Rüzgar Enerjisi*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın no: 2001-33, İstanbul, ss.1.
- İTO. (2005). *Hidrojen Enerji Sistemleri ve Türkiye Açısından Önemi*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın no:2005-27, İstanbul, ss.10.
- İTO. (2007). *Enerji Sektörünün Geleceği, Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın no: 2007-29, İstanbul, ss.17-79.
- İTÜ. (2007). *Türkiye'de Enerji ve Geleceği İTÜ Görüşü*. İstanbul, ss.68-117.
- Kadiroğlu, K. (1996). Türkiye'ye nükleer teknoloji girmelidir. Trakya Üniversitesi Yayınları, 1. Ulusal Nükleer Enerji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Edirne. ss.107-115.
- Karadağ, Ç. Gülsaç, I.I. Ersöz, A. Çalışkan, M. (2009). Çevre dostu ve temiz: yenilenebilir enerji kaynakları, Bilim ve Teknik, TÜBİTAK, 489:24.
- Karadereli, S. (2001). *Rüzgar Enerjisi*. Temiz Enerji Vakfı Yayınları No:5, Ankara, ss.1.
- Karagölge, Z. Ceyhun, İ. Alkan, M. (2002). Yüzyılın petrolü Bor. *Standart Ekonomi ve Teknik Dergisi, TÜBİTAK*, 489:46-50.
- Kavak, K. (2005). *Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi*, Uzmanlık Tezi. DPT İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara, ss.34-35.
- Kılıç, N. (2005). 2006 Yılına Girerken Enerji Sektörünün Öngörülleri. http://www.izto.org.tr/NR/rdonlyres/7475BDA1-95B7-4855B3519ADCE4362AFE/5742/nurel_enerji.pdf (13.04.2009)
- Kıraç, G. (2004). "Çin'in Gölgesi Büyüyor", *Cumhuriyet Strateji Dergisi*, 15:17.
- Laponche, B., Colombier, B., Jamet, M. Ve Attali, S. (1997). *Energy Efficiency For A Sustainable World*. ICE Editions, International Conseil Énergie, Paris, ss.18.
- Leach, G., Jarass, L., Obermair, G. ve Hoffmann, L. (1986). *Energy and Growth*. Butterworths, England, ss.11.
- Mat, M.D. (2009). Yakıt Pili Teknolojileri
- MB. (2009). Yıllık Ekonomik Rapor 2008. ss 30-31
<http://www.sgb.gov.tr/esad/Ekonomik%20Analiz%20Dairesi%20Ktphane/Ekonomik%20Rapor%202008-.pdf> (06.03.2009).
- Onica, T. (2004). Optimism increases for caspian sea agreement. *Business & Economics*,
www.eurasianet.org/departments/business/articles/eav041904.shtml
 (10.04.2009)
- Öner, B. (2009). Avrupa Birliği'nde enerji verimliliği, mevzuat, uygulamalar ve teşvikler. Teknik Yayıncılık, *ICCI 2007 Bildiriler Kitabı, 13. Uluslar arası Enerji, Kojenerasyon ve Çevre Teknolojileri Konferansı*, İstanbul, ss.109-116.
- Özçep, F. ve Karabulut, S. (2003). Jeotermal Enerji Olanakları ve Yararlanma, *Ölçü Mühendislikte, Mimarlıkta ve Planlamada*. Nisan 2003, ss.45.
- Özemre, A.Y., Bayülken, A. Gençay, Ş. (2000). 50 Soruda Türkiye'nin "Nükleer Enerji Sorunu". Kaknüs Yayınları, İstanbul, ss.11
- Öztürk, İ., Karbuz, S. (2006). Türkiye'nin Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği , MÜSİAD Araştırma Raporları, ss.49

- Öztürk, N. ve Bilgiç, M. ve Arslan, C. (2005). Hidrojen enerjisi ve Türkiye'deki hidrojen potansiyeli, ss1-2
http://www.emo.org.tr/ekler/51c5ffd6b62cc21_ek.pdf (01.05.2009).
- Özsabuncuoğlu, İ.H. ve Uğur, A. (2005). *Doğal Kaynaklar Ekonomi, Yönetim ve Politika*. İmaj Yayınevi, Ankara, ss.103-282.
- Pala, C. (2003). 21. Yüzyıl Dünya Enerji Dengesinde Petrol ve Doğal Gazın Yeri ve Önemi: Hazar Boru Hatlarının Kesişme Noktasında Türkiye, *Avrasya Dosyası: Enerji Özel*. 1(9)82-83.
- Pamir, N. (2005). ABD, AB, Rusya ve Çin'in Enerji İhtiyaçları ve Stratejileri, *Türkiye'nin Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır? Sempozyumu (26-27 Ocak 2006)*. Harp Akademileri Basımevi, İstanbul, ss24
- Parasız, İ. ve Başoğlu, U. (2000). Türkiye'de ekonomik kriz, inandırıcılık ve istikrar
www.ufukbasoglu.net/makaleler/turkiyedeekonomikkriz.doc (12.12.2008).
- Rubacı, E. (2005). Yaşanan Konutlarda Enerji Tasarrufu.
http://www.yapi.com.tr/Arastirmalar/yasanan-konutlarda-enerji-tasarrufu_38.html (29.04.2009).
- Sağlam, M. ve Uyar, T. S. (2005). Dalga enerjisi ve Türkiye'nin dalga enerjisi teknik potansiyeli
http://www.emo.org.tr/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf (01.05.2009).
- Samsun Ticaret Odası, (2008). Türkiye ve Enerji, Samsun, ss.1-45.
- SAREM (2002) "ABD'nin Petrol Politikaları", Askerî Tarih Ve Stratejik Etüt (ATASE) Başkanlığı, Stratejik Araştırma ve Etüt Merkezi (SAREM), ss.2-8.
- Scotts, R. (1994). *IEA The First 20 Years 1974-1994*
<http://www.iea.org/Textbase/nppdf/free/1990/1-ieahistory.pdf> (12.03.2009).
- Shell. (2008). *Shell Energy Scenarios to 2050*
www-static.shell.com/static/aboutshell/downloads/our_strategy/shell_global_scenario_s/SES%20booklet%25%20of%20July%202008.pdf (08.01.2009).
- Sweeney, J.L. (2007). Economics of energy. ss4-5.
<http://www.stanford.edu/~jsweeney/paper/Energy%20Economics.PDF> (21.04.2009)
- Şenkal, F. (2005). Türkiye'de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 2(10)
- Temel Britannica. *Doğal gaz nedir*. 14:62-63.
- Tezekici, S. (2005) Türkiye'de Enerji Sektörü ve Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu (Kaynaklar-Politikalar). Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, ss.106-159-161.
- TMMOB. (2006). *Enerji Raporu*. ss.44-51,
http://www.enerjinesahipcik.org/resimler/ekler/9f0f895fb98ab91_ek.pdf?tipi=7&turu=&sube=0, (11.03.2009).
- Tolun, S. (2009). Yenilenebilir enerji teknolojileri: Rüzgar enerjisi. Bilim ve Teknik, *TÜBİTAK*, 498:36-39.
- Tuna, M. Enerji, Çevre ve Toplum.
http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/069b3415151fa72_ek.pdf?dergi=197 (18.02.2009).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2007). 2006 Yılı Kullanım Alanlarına Göre Elektrik İstatistikleri.
<http://www.tuik.gov.tr>. (12.04.2009).

- Türkiye Vakıflar Bankası TAŞ, (1999). Enerji Sektörü. Planlama ve İktisadi Araştırmalar Grup Yönetmenliği, Sektör Araştırmalar Serisi No:17, ss.26
- US, DOE 2008. *Geothermal Technologies Programs, Geothermal Tomorrow 2008*. ss. 19-25
http://www1.eere.energy.gov/geothermal/pdfs/geothermal_tomorrow_2008.pdf (18.01.2009).
- Utlü, Z. (2004). 2023'e doğru enerji köprüsü, ss.176.
www.tsk.tr/SAREM/Dergiler/2004/SAD4.pdf. (15.03.2009).
- Ültanır, M. Ö. (1998). *21.Yüzyıla girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi*. TÜSİAD Yayınları, İstanbul, ss.243-250.
- Ültanır, M. Ö. (1999). Türkiye'de Doğal Gaz Sıkıntısı, *Enerji*, 4 (2):18.
- Ünver, Ö. (1998). Dünya'da ve Türkiye'de Kömür, Türkiye'nin Enerji Politikaları. Yurt Madencilik Vakfı Yayınları, İstanbul, ss.43.
- Visser, R. (2009). Osmanlı eyalet sınırları, Şii federalizmi ve Irak'taki enerji anlaşmazlığı. Norveç uluslararası ilişkiler Enstitüsü, ss.83 .
<http://historiae.org/documents/Ottoman.pdf> (08.03.2009)
- Yıldırım, M. ve Örnek, İ. (2007). Enerjide son seçim: Nükleer enerji. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1):32-44.
- Yıldırım, S. (2003). *Dünyada ve Türkiye'de Petrol*, T.C.Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, ss.189.
www.dtm.gov.tr/ead/petrol/petrol-kitap.doc (12.11.2008).
- Yılmaz, L. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından rüzgar enerjisinin Türkiye'deki Kapasitesi
http://www.emo.org.tr/ekler/3019767b1b23f82_ek.pdf (01.05.2009).
- Yumurtacı, Z. Bekiroğlu, N. Akaryıldız, E. (2005). Hidrojen enerjisi kullanımında temel kriterler.
<http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat/72/4/> (03.04.2009).
- Yücel, B. (1994). *Enerji Ekonomisi*. Febel Yayınları, İstanbul, ss.189
- WWEA, 2009. World Wind Energy Report 2008. WWEA
http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2008_s.pdf (01.02.2009).
- www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/IstatistikDb/eko01.xls (21.04.2009).
- www.eie.gov.tr (21.04.2009).
- www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=enerji (13.03.2009)
- www.haberx.com/Haberler/Mart-2007/TURKIYE-ENERJI-ITHALATINA-BIR-YILDA -28,6MILYAR-DOLAR-ODEDI (02.05.2009).
- www.meteor.gov.tr/arastirma/yenilenebilir-enerji.aspx?s=rüzgaratlasi (21.04.2009).
- www.mmo.org.tr (21.04.2009).
- www.mpm.org.tr/verimlilik (22.03.2009).
- www.pplweb.com/glossary.htm (03.01.2009).
- www.tuik.gov.tr/PreIstatistik/Tablo.do?istab_id=637 (29.04.2009)
- www.veribaz.com/viewdoc.html?turkiye-de-uygulanan-enerji-politikalari-ve-sonuclari-447577.html (27.03.2009).
- <http://www.veribaz.com/viewdoc.html?turkiye-de-enerji-uretim-ve-tuketimi-445951.html> (25.03.2009).
- www.worldenergy.org/publications/survey_of_energy_resources_2007/solar/722.asp (08.03.2009).

EKLER

EK 1. BÖLGESEL TANIMLAMALAR

OECD Kuzey Amerika

Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Meksika

OECD Avrupa

Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye ve İngiltere

OECD Asya

Japonya ve Kore

OECD Okyanusya

Avustralya ve Yeni Zelanda

Ortadoğu

Bahreyn, İran, Irak, İsrail, Ürdün, Kuveyt, Lübnan, Umman, Katar, Suudi Arabistan, Suriye, Birleşik Arap Emirlikleri ve Yemen

Avrupa Birliği

Avusturya, Belçika, Kıbrıs Rum Kesimi, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Latviya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, Bulgaristan, Romanya ve İngiltere

EK 2. ENERJİ BİRİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Megawatt	= Bin kilowatt	
GW	= Milyon kilowatt	= 1000 MW
TW	= Milyar kilowatt	
1 J	= 0.00024 kilo kalori	(0.2777 KWh)
1 Btu	= 0.25216 kilo kalori	(0.00029)

ÖZGEÇMİŞ

Ümran Özdamar Çakıroğlu, 1978 yılında İstanbul’da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimlerini İstanbul’da tamamladı. 2000 yılının bahar döneminde, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu’nun Dış Ticaret Programı’ndan birincilik ile mezun oldu. 2003 yılının bahar döneminde de, Sakarya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nin İktisat Bölümü’nden mezun oldu. 1995-1997 yılları arasında Tensa Limited Şirketi’nde, 1998-2003 yılları arasında Loreal Türkiye Şirketinde, 2003-2005 yılları arasında da TOFAŞ’da lojistik destek sorumlusu olarak çalıştı. İngilizce bilmekte ve bilgisayar kullanmaktadır. Ümran Özdamar Çakıroğlu, Özgür Çağrı Çakıroğlu ile evlidir.

VITAE

Ümran Özdamar Çakıroğlu was born in İstanbul in 1978. She completed her primary and high school education in İstanbul. In 2000, she graduated from the Program of Foreign Trade in İstanbul University. In 2003, she graduated from the Department of Economy in Sakarya University. She worked between 1995-1997 at Tensa Ltd Şti, between 1998-2003 at Loreal Turkey, finally between 2003-2005 she worked in the logistic department at TOFAS. She is married to Özgür Çağrı Çakıroğlu.