



**TMMOB
MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI**

**ENERJİ POLİTİKALARI
YERLİ, YENİ
ve
YENİLENEBİLİR
ENERJİ KAYNAKLARI
RAPORU**

NİSAN 2006

HAZIRLAYANLAR

Oğuz TÜRKYILMAZ

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Komisyonu Başkanı/Endüstri Mühendisi

Ahmet ENİŞ

**TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Sayman Üyesi,
Enerji Komisyonu Üyesi / Makina Mühendisi**

Ercüment Ş. ÇERVATOĞLU

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Komisyonu Üyesi/Makina Mühendisi

Cenk A. LİŞESİVDİN

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Teknik Görevli/ Makina Mühendisi

KATKIDA BULUNANLAR

İsmail H. ALTUN

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulu Üyesi/Elektrik Mühendisi

Yrd. Doç. Dr. Haydar ARAS

Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Enerji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi/Makina Mühendisi

Nilgün ERCAN

TMMOB Enerji Komisyonu Üyesi/Kimya Mühendisi

Ayla TUTUŞ

DEK-TMK/TMMOB Enerji Çalışma Gurubu Üyesi / İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Kısaltmalar

Simgeler

Birimler

Grafikler

Şekiller

Tablolar

Sunuş

1. Giriş
2. Küreselleşme Süreci ve Enerji Politikaları
3. Dünya’da Enerjinin Genel Durumu
4. Türkiye’de Enerjinin Genel Durumu
5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları
 - a. Dünyada Genel Durum
 - b. Avrupa Birliğinde Durum
 - c. Türkiye’de Durum
- 5.1. Hidrolik Enerji
 - a. Türkiye’de Hidrolik Enerji
- 5.2. Rüzgar Enerjisi
 - a. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi
- 5.3. Jeotermal Enerji (Isı, Elektrik)
 - a. Türkiye’de Jeotermal Enerji
- 5.4. Güneş Enerjisi (Isı, Elektrik)
 - a. Türkiye’de Güneş Enerjisi
- 5.5. Biyokütle Enerjisi (Biyogaz, Biyoyakıt)
 - 5.5.1. Biyogaz
 - 5.5.2. Biyoyakıt
- 5.6. Okyanus, Gel-Git ve Dalga Enerjisi
 - 5.6.1. Gel-Git Enerjisi
 - 5.6.2. Okyanus Isısı Enerjisi
 - 5.6.3. Dalga Enerjisi
- 5.7. Hidrojen Enerjisi
6. İlgili Yasa ve Yasa Tasarıları Hakkında Değerlendirmeler
 - 6.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı Kanunu
 - 6.2. Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı
 - 6.3. Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanun Tasarısı
7. Sonuç ve Öneriler

Kaynakça

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AB-15	Avrupa Birliği 15 Ülke
AB-25	Avrupa Birliği 25 Ülke
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ALBİYOBİR	Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği Derneği
AR-GE	Araştırma Geliştirme
BORES	Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali
BOTAŞ	Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BP	British Petroleum
DB	Dünya Bankası
DEK-TMK	Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi
DEÜ	Dokuz Eylül Üniversitesi
DG	Doğal Gaz
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DIN	Alman Normu
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DTÖ	Dünya Ticaret Örgütü
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPIA	Fotovoltaik Endüstri Birliği
ETKB	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EWEA	Avrupa Rüzgar Enerjisi Derneği
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GATS	Hizmet Ticareti Genel Anlaşması
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
HES	Hidroelektrik Santral
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IHEC	Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Araştırma Merkezi
IMF	Uluslararası Para Fonu
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MAI	Çok Taraflı Yatırım Anlaşması
MİGA	Çok Taraflı Yatırım Garantisi Ajansı
MMO	Makina Mühendisleri Odası
MÖ	Milattan Önce
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
OTEC	Okyanus Isısı Enerjisi
PV	Fotovoltaik Hücreler
RES	Rüzgar Enerjisi Santrali
RES-E	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEAŞ	Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TESKON	Makina Mühendisleri Odası Tesisat Kongresi
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TPES	Toplam Birincil Enerji Tüketimi
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TTK	Türkiye Taşkömürü Kurumu
TUSİAD	Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

TÜBİTAK/MAM
TÜBİTAK/TİDEB

UNIDO
UT
WE- NET
YEK
Yİ
YİD
YTÜ

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu/Marmara Araştırma Merkezi
Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu/Teknoloji İzleme Değerlendirme Başkanlığı
Birleşmiş Milletler Sanayi Kalkınma Örgütü
Uluslararası Tahkim
Dünya Enerji Ağı (World Energy Network)
Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Yap İşlet
Yap İşlet Devret
Yıldız Teknik Üniversitesi

SİMGELER

B₂O₃
C
C/N
CH₄
CO
CO₂
K₄₀
N
N₂O
NH₃
NO₃
SO
SO₂
Th₂₃₂
U₂₃₈, U₂₃₅

Boraks
Karbon
Azot Karbon Oranı
Metan
Karbonmonoksit
Karbondioksit
Potasyum
Azot
Azot Oksit
Amonyak
Nitrat
Kükürtoksit
Kükürtdioksit
Toryum
Uranyum

BİRİMLER

\$/KW
\$/KW-Ay
\$/KWh(Dolar/KWh)
\$/KW-Yıl
\$/MWh
\$/Ton
\$/yıl
\$/yıl fuel-oil
Bin TEP
Bin ton/yıl
BTEP/yıl
°C
Cent/10⁶kcal
Cent/KWh
cm
cm²
cm³
Euro Cent/KWh
G
GW
GWh
GWh/yıl
GWth
h/yıl
hm³
J
J/yıl
k
Kcal

1 Kilowata Düşen Amerikan Doları
Kilowata Düşen Amerikan Dolarının Aylık Miktarı
1 Kilowatsaat'e Düşen Amerikan Doları
Kilowata Düşen Amerikan Dolarının Yıllık Miktarı
1 Megawatsaate Düşen Amerikan Doları
1 Tona Düşen Amerikan Doları
1 Yıla Düşen Amerikan Doları
1 Yıllık Fuel Oil'e Karşılık Gelen Amerikan Doları
Bin Ton Eşdeğer Petrol
1 Yıllık Bin Ton
1 Yıllık Bin Ton Eşdeğer Petrol
Santigrat Derece
Milyon Kilo Kaloriye Karşılık Gelen Cent
1 Kilowatsaat'e Karşılık Gelen Cent
Santimetre
Santimetrekare
Santimetreküp
1 Kilowatsaate Karşılık Gelen Euro Cent
Giga (1 G = 10³ M = 10⁶ K)
Gigawatt (1 GW = 10³ MW = 10⁶ KW = 10⁹ W)
Gigawattsaat (1 GWh = 10³ MWh = 10⁶ KWh = 10⁹ Wh)
1 Yıllık Toplam Gigawatsaat
Gigawattermal
1 Yıla Karşılık Gelen Saat
Hektometreküp
Joule
1 Yıllık Joule
Kilo
Kilokalori

Kcal/cm ² -ay	1 Santimetrekareye Düşen Kilokalorinin Aylık Miktarı
Kcal/Kg	1 Kilograma Düşen Kilo Kalori
KEP	Kilogram Eşdeğer Petrol
Kg	Kilogram
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
KW	Kilowat (1 KW = 10 ³ W)
KW/km ²	1 Kilometrekareye Düşen Kilowat
KWh	Kilowatsaat (1 KWh = 10 ³ Wh)
KWh/gün	1 Günlük Kilowatsaat
KWh/kişi	1 Kişiyeye Düşen Kilowatsaat
KWh/m ²	1 Metrekareye düşen Kilowatsaat
KWh/m ² -gün	1 Metrekareye Düşen Kilowatsaat'ın Günlük Değeri
KWh/m ² -yıl	1 Metrekareye Düşen Kilowatsaat'ın Yıllık Değeri
KWh/yıl	1 Yıllık Kilowatsaat
litre/yıl	1 Yıllık Litre
lt	Litre
M	Mega (1 M = 10 ³ K)
m	Metre
M.Ton	Milyon Ton
m/s	1 Saniyede Ulaşılan Metre (Hız Birimi Metre/Saniye)
m ²	Metrekare
m ² /kişi	1 Kişiyeye Düşen Metrekare
m ³	Metreküp
m ³ /yıl	1 Yıllık Metreküp
miligram/litre	1 Litreye Düşen Miligram
miliwatt/m ²	1 Metrekareye Düşen Miliwat
MJ/m ³	1 Metreküpteki Mega Joule
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	Megawat (1 MW = 10 ³ KW = 10 ⁶ W)
MW/yıl	1 Yıllık Megawat
MWh	Megawatsaat (1 MWh = 10 ³ KWh = 10 ⁶ Wh)
saat/ay	1 Ay İçerisindeki Saat Miktarı
saat/yıl	1 Yıl İçerisindeki Saat Miktarı
T	Tera (1 T = 10 ³ G = 10 ⁶ M = 10 ⁹ K)
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
ton/gün	1 Günlük Ton
ton/yıl	1 Yıllık Ton
TW	Terawatt (1 TW = 10 ³ GW = 10 ⁶ MW = 10 ⁹ KW = 10 ¹² W)
TWh	Terawatsaat (1 TWh = 10 ³ GWh = 10 ⁶ MWh = 10 ⁹ KWh = 10 ¹² Wh)
TWh/yıl	1 Yıllık Terawatsaat
W	Wat
W/kişi	1 Kişilik Wat
W/m ²	1 Metrekareye Düşen Wat
Watt/kişi	1 Kişiyeye Düşen Wat
Wh	Watsaat

GRAFİKLER

Grafik 1	2004 Yılı Dünya Birincil Enerji Üretimi ve Fosil Yakıtların Kalan Ömürleri
Grafik 2	2004 Yılı Dünya Birincil Enerji Tüketiminin Dağılımı
Grafik 3	2004 yılı Dünya Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Yakıtların Dağılımı
Grafik 4	2004 Yılı Verilerine Göre Bölgesel Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketiminin Karşılaştırılması
Grafik 5	Ülkemiz Kişi Başı Net Elektrik Tüketiminin Yıllara Göre Dağılımı
Grafik 6	Ülkemizin 2003 Yılı Kurulu Gücünün Dağılımı
Grafik 7	Türkiye'nin 2005 Yılı Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Detay Dağılımı
Grafik 8	Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan Tipine ve Yakıt Türlerine Göre EPDK Lisanslarının Firma Sayısı Açısından Dağılımı
Grafik 9	Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan Tipine ve Yakıt Türlerine Göre EPDK Lisanslarının Kurulu Güç Açısından Dağılımı
Grafik 10	Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan Tipine ve Yakıt Türlerine Göre EPDK Lisanslarının Yıllık Enerji Üretimi Açısından Dağılımı
Grafik 11	EPDK Tarafından Üretim Lisansı Bulunan Firmaların İşletme Durumlarına Göre Dağılımları
Grafik 12	EPDK Tarafından Otoprodüktör Lisansı Bulunan Firmaların İşletme Durumlarına Göre Dağılımları
Grafik 13	EPDK Tarafından Otoprodüktör Grup Lisansı Bulunan Firmaların İşletme Durumlarına Göre Dağılımları
Grafik 14	EPDK Tarafından Verilen Lisansların Genel Olarak İşletme Durumlarına Göre Dağılımları
Grafik 15	Ülkelerin Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Potansiyelinin Karşılaştırılması
Grafik 16	Türkiye'de Kaynağa Göre Elektrik Enerjisi Üretimi Öngörüsünün Karşılaştırılması
Grafik 17	Türkiye'nin Öngörülen Elektrik Enerjisi Üretiminde Hidrolik ve Doğal Gaz Kaynaklarının Ekonomik Ömür Boyunca Üretim Karşılaştırması
Grafik 18	Türkiye'nin Öngörülen Elektrik Enerjisi Üretiminde Hidrolik ve Doğal Gaz Kaynaklarının Karşılaştırması
Grafik 19	Ülkelerin 2004 Yılı Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı
Grafik 20	Ülkelerin 2004 Yılı Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı
Grafik 21	2005 Yılı Kıtaların Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı
Grafik 22	2005 Yılı Kıtaların Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı
Grafik 23	Türkiye Güneş Enerjisi Üretimi

ŞEKİLLER

Şekil 1	Kaynaklarına Göre Enerjinin Dağılımı
Şekil 2	Hidrolik Santralden Elektrik Enerjisi Elde Edilişi
Şekil 3	Atatürk Barajı
Şekil 4	Hidrolik Santralden Elektrik Enerjisi Elde Edilişi (Cebri Boru)
Şekil 5	BARES II rüzgar Santralinden görünüm
Şekil 6	Türkiye Rüzgar Atlası
Şekil 7	Yerkabuğu, Manto ve Çekirdek
Şekil 8	Jeotermal Sistemin Oluşum Mekanizması

Şekil 9	Jeotermal Sistemlerin Kavramsal Modeli
Şekil 10	Kuru Buhar Santrali
Şekil 11	Flaş Buhar Santrali
Şekil 12	Çiftli Çevrim Santrali
Şekil 13	Isı Pompalarının Kullanım Şekilleri
Şekil 14	Güneş Enerjisi İle Isınma
Şekil 15	Güneş Kolektörleri
Şekil 16	Fotosentez Biyogaz Döngüsü
Şekil 17	Gazlaştırma Reaktörü
Şekil 18	Dalga Görünümü
Şekil 19	Deniz Üstü Santral
Şekil 20	Hidrojen İle Çalışan Araç

TABLolar

Tablo 1	Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi Miktarları
Tablo 2	2005 Yılı İtibariyle Dünya Yenilenebilir Enerji Üretim Kapasitesi
Tablo 3	AB'nin 2010 Yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Büyük Hidro Dahil) Brüt Elektrik Tüketimindeki Payı ile İlgili Gösterge Niteliğindeki Hedefleri
Tablo 4	2003 Yılı Verilerine Göre OECD ve Avrupa Birliği Ülkelerinde Elektrik Enerjisi Üretimi
Tablo 5	2002 Yılı Verilerine Göre OECD ve AB Ülkelerinde Kişi Başına Kurulu Güç, Brüt Üretim, Net Tüketim
Tablo 6	Ülkemizin Kömür, Doğal Gaz ve Petrol Ürünleri İthalatı
Tablo 7	Türkiye'deki Ham Petrol Rezervleri
Tablo 8	2003 Yılı Sonu İtibariyle Türkiye'deki Doğal Gaz Rezervleri
Tablo 9	Dünya Bor Rezervi Ülkelere Göre ve Dünya Tüketimini Tek Başına Karşılama Kapasitelerine Göre Ömürleri
Tablo 10	Santrallerin Birim Yatırım Maliyeti ve Kaynağına Göre Birim Enerji Maliyet Ağırlığı
Tablo 11	Enerji Talep–Üretim–İthalat ve İhracatının Gelişimi
Tablo 12	Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Üretimi
Tablo 13	Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi
Tablo 14	Türkiye'de Enerji Kurulu Kapasitesi ve Üretimi
Tablo 15	2005 Yılı Elektrik Programının Filli Gerçekleşmesi
Tablo 16	Türkiye Elektrik Enerjisi Kuruluşları ve Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç
Tablo 17	Elektrik Enerjisi Bilançosu
Tablo 18	Yıllar İtibariyle Türkiye Elektrik Enerjisi Kullanımının Tüketici Gruplara Göre Dağılımı
Tablo 19	Yıllara Göre Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Bilançosu
Tablo 20	Türkiye'nin Uzun Dönemde Kurulu Güç Kapasitesi Gelişimi
Tablo 21	2005-2020 Yılları Arasında Enerji Sektörü Yatırım İhtiyacı
Tablo 22	Yeni Kapasite İlavesinin Yakıt Cinslerine Dağılımı
Tablo 23	Kurulu Gücün Yakıt Cinslerine Göre Gelişimi
Tablo 24	2005–2020 Yılları Arz–Talep Dengesi

Tablo 25	Ülkemizin Talep Tahmini
Tablo 26	Mevcut Termik Santral Verileri
Tablo 27	İnşa Halindeki ve Lisans Almış Projelerin Yıllara Dağılımı
Tablo 28	Proje Üretim Kapasitesinin Yakıt Cinslerine Göre Gelişimi
Tablo 29	Santrallerin Yıllara Göre Talebi Karşılamanın Üretimlerinin Birincil Kaynaklara Dağılımı
Tablo 30	Santrallerin Yıllara Göre Talebi Karşılamanın Üretimlerine Ait Yakıt Tüketimlerinin Birincil Kaynaklara Dağılımı
Tablo 31	Enerji Üretim Sistemlerinin Çevresel Etkileri Açısından Kıyaslaması
Tablo 32	AB'de Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Gelişimi
Tablo 33	AB'de Kurulu Güç Gelişimi
Tablo 34	Türkiye'nin Kurulu Gücü Öngörüsü
Tablo 35	Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Üretimi Öngörüsü
Tablo 36	Ülkemizdeki Enerji Üretimi, İletimi Dağıtımı ve satışı Konusunda EPDK Lisans Dağılımı
Tablo 37	Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan EPDK Lisanslarının Tipine ve Yakıt Türlerine Göre Dağılımı
Tablo 38	EPDK Tarafından Üretim Lisansı Olan İşletmelerin Yakıt Türlerine ve İşletme Durumlarına Göre Dağılımı
Tablo 39	EPDK Tarafından Otoprodüktör Lisansı Olan İşletmelerin Yakıt Türlerine ve İşletme Durumlarına Göre Dağılımı
Tablo 40	EPDK Tarafından Otoprodüktör Grup Lisansı Olan İşletmelerin Yakıt Türlerine ve İşletme Durumlarına Göre Dağılımı
Tablo 41	EPDK'ya Başvurusu Yapılan ve İnceleme Aşamasında Olan Lisansların Türlerine ve Yakıt Tiplerine Göre Dağılımı
Tablo 42	Bu güne Kadar EPDK'dan Lisans Alarak Santral İmalatında % 20 Üzeri İlerleme Sağlamış Projelerin Toplam Adet ve Toplam Gücü
Tablo 43	1996 - 2004 Dönemi Verileri İle Dünyada Hidroelektrik Enerji Kullanımı
Tablo 44	Dünya ve Türkiye Hidroelektrik (HES) Potansiyeli
Tablo 45	Türkiye'de Kurulu Kapasitesi 100 MW'dan Büyük İşletmede Olan Baraj ve HES'ler
Tablo 46	Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Proje Durumuna Göre Dağılımı
Tablo 47	Ülkemizde Proje Aşamasında Yer Alan HES'lerin Bulunan Kurulu Güçlerine Göre Sınıflandırılması
Tablo 48	EPDK Tarafından Hidrolik Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı
Tablo 49	Eylül 2005 Dünya Rüzgâr Santralleri Kurulu Gücü
Tablo 50	2004 Dünya Rüzgâr Santral Pazarından Bazı Veriler
Tablo 51	1991-2004 Döneminde Kurulan Offshore (Denizüstü) Rüzgâr Santralleri
Tablo 52	Seçilmiş Avrupa Ülkeleri İle ABD'de Offshore Rüzgâr Elektrik Santrallerinin Bugünü ve Yarını
Tablo 53	Dünyada Kurulu Elektrik Gücü ve Rüzgar Elektrikinin Payı
Tablo 54	EİKT-Avrupa Ülkelerinde Rüzgar İçin Teknik Potansiyel Durumu
Tablo 55	Avrupa Rüzgar Enerjisi Miktarı
Tablo 56	2003 Yılı İtibariyle Avrupa Birliği'nde Kurulan Rüzgar Kurulu Gücü
Tablo 57	2005 Kasım Ayı İtibariyle Türkiye'nin Kurulu Elektrik Gücünün Kuruluşlara Göre Su ve Rüzgâr Kaynaklarına Dağılımı

Tablo 58	EPDK Tarafından Rüzgar Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı
Tablo 59	Jeotermal Enerjinin Endüstriyel Kullanım Alanları.
Tablo 60	Dünyada Jeotermal Elektrik Üretimi
Tablo 61	Dünya Jeotermal Enerji Kullanımı
Tablo 62	Türkiye’de Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Mevcut Durumu
Tablo 63	Jeotermal Sahaların Yer, Kapasite ve Kullanım Alanları
Tablo 64	Türkiye’de Jeotermal Enerji ile Isıtılabilecek Potansiyel Yerleşim Birimleri
Tablo 65	Jeotermal Akışkandan Elde Edilebilecek Ürünlerin Yıllık Değeri
Tablo 66	EPDK Tarafından Verilen Jeotermal Enerjisi Lisanslarının Dağılımı
Tablo 67	Bazı Ülkelerin Fotovoltaik(PV) İstatistikleri
Tablo 68	2004 yılında güneş enerjisiyle sıcak su elde etme
Tablo 69	Bölgelere Göre Güneşlenme Potansiyeli
Tablo 70	Türkiye’nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli
Tablo 71	EPDK Tarafından Verilen Güneş Enerjisi Lisanslarının Dağılımı ¹
Tablo 72	Türkiye’de Yapımı Tamamlanan Biyokütle ve Atık Yakıt Kaynaklı Kojenerasyon Tesisleri
Tablo 73	Türkiye’nin Hayvansal Atık Potansiyeline Karşılık Gelen Üretilebilecek Biyogaz Miktarı ve Taşkömürü Eşdeğeri
Tablo 74	EPDK tarafından Biyogaz Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı
Tablo 75	EPDK Tarafından Çöp Gazı Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı
Tablo 76	AB’de Yıllara Göre Biyodizel’in Petrol Dizele Karıştırma Zorunluluğu Oranı
Tablo 77	Türkiye’de 2005 yılı Biyodizel Üretim kapasitesi
Tablo 78	Dalga Yüksekliği ve Periyodunun Güç İlişkisi

¹ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK) – www.epdk.org.tr

SUNUŞ

Küresel güçlerin egemenliğindeki dünyada ulus ötesi sermaye gurupları teknoloji, enerji, su ve petrol kaynaklarının paylaşım ve denetimi için birbirleriyle kıyasıya mücadele ediyorlar. Sanayi devrimlerinden bu yana, özellikle 19 ve 20. yüzyıllardaki gelişmelerin bir devamı olarak enerji bugün de dünya çapındaki önemini koruyor.

Günümüzde enerji üretim ve tüketim miktarlarının yanı sıra etkin ve verimli kullanılması ülkelerin gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden biri haline gelmiştir. Bununla birlikte 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sanayileşmiş ülkelerde enerji üretimi/dönüşümü/tüketimi kaynaklı çevre kirliliği (başta fosil yakıtların yanması sonucu kirletici gazlar, uçucu maddeler ve kül emisyonu) etkisini göstermiş ve enerji çevre ile birlikte ele alınmaya başlanmıştır.

Bilindiği gibi dünyadaki fosil enerji kaynakları sınırlıdır. Enerji kaynaklarını ellerinde tutmak isteyen başta ABD olmak üzere emperyalist ülkeler, enerji ve doğal kaynakları kontrol edebilmek için az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ekonomik, siyasi ve askeri alanda müdahale etmekte, işgal politikalarına başvurumaktadırlar.

Özellikle gelişmiş ülkelerde, çevreyi daha az kirleten enerji kaynaklarına yönelim artmıştır. Dünya ölçeğinde fosil enerji kaynaklarıyla birlikte yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin kullanma yönünde çalışmalar sürmektedir.

Odamızın hazırlamış olduğu bu Raporda ülkemizi dışa bağımlı hale getiren ithal kaynaklara dayalı enerji politikaları, ülkemizde bulunan yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve bu bağlamda genel enerji üretimi ile tüketimindeki kullanım oranları irdelenmekte olup; enerji sorununun yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı politikalarla çözümünü doğrultusunda önerilerde bulunmaktadır.

Raporun hazırlanmasında emeği geçen MMO Enerji Komisyonu Başkanı Oğuz TÜRKYILMAZ'a, Oda Yönetim Kurulu Sayman Üyesi ve Enerji Komisyon Üyesi Ahmet ENİŞ'e, MMO Enerji Komisyon Üyesi Ercüment Ş. ÇERVATOĞLU'na, Oda Teknik Görevlisi Cenk A. LİŞESİVDİN'e ve tüm katkıda bulunanlara özverili çalışmalarından dolayı teşekkür ederiz.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu

Nisan 2006

1. GİRİŞ

İnsan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olan enerji, geçmişte olduğu gibi bugün de dünya gündeminde tartışılan konuların başında yer almaktadır. Enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal olarak gelişiminde, dolayısıyla toplumsal refahın artırılmasında vazgeçilmez bir etken olmaya devam etmektedir.

Enerjiyi kısaca bir cismin veya bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlayabiliriz. Başlıca enerji çeşitleri kimyasal enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi ve mekanik enerji olarak sıralanmaktadır. Bu enerjiler enerji dönüşüm sistemleriyle birbirlerine dönüşebilmektedirler.

Geleneksel olarak enerji kaynaklarını ikiye ayırabiliriz. Bunlardan ilki **kaynağından çıktığı gibi tüketilen kömür, doğal gaz ve petrol gibi kaynaklar olup birincil (primer) enerji kaynağı** olarak tanımlanmaktadır. **Birincil enerji kaynağının dönüşümünden elde edilen elektrik, kok, havagazı vb. enerji kaynakları ise ikincil (sekonder) enerji kaynağı** olarak adlandırılmaktadır.

Dünyadaki enerji türlerinin kökeni olarak güneş enerjisi gösterilmekte, diğer enerjiler ise güneş enerjisi kökenli, “dönüşüm enerjileri” olarak tanımlanmaktadır. Tüm yenilenebilir enerjiler ve hatta fosil yakıtlar enerjilerini güneşten almaktadır. **Enerji kaynaklarını** üç ana başlıkta toplamak mümkündür. **Birincisi** yerin altında kalan bitkilerin ve canlıların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğramasıyla meydana gelen “**Fosil Yakıtlar**”dır. **İkincisi** potansiyeli mevcut olan ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanımı artan “**Yeni**” enerji kaynaklarıdır. **Üçüncüsü** ise tükenmeyen, eksilmeyen “**Yenilenebilir**” enerji kaynaklarıdır. (Şekil 1)²

Bilinen enerji kaynaklarına alternatif yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak,

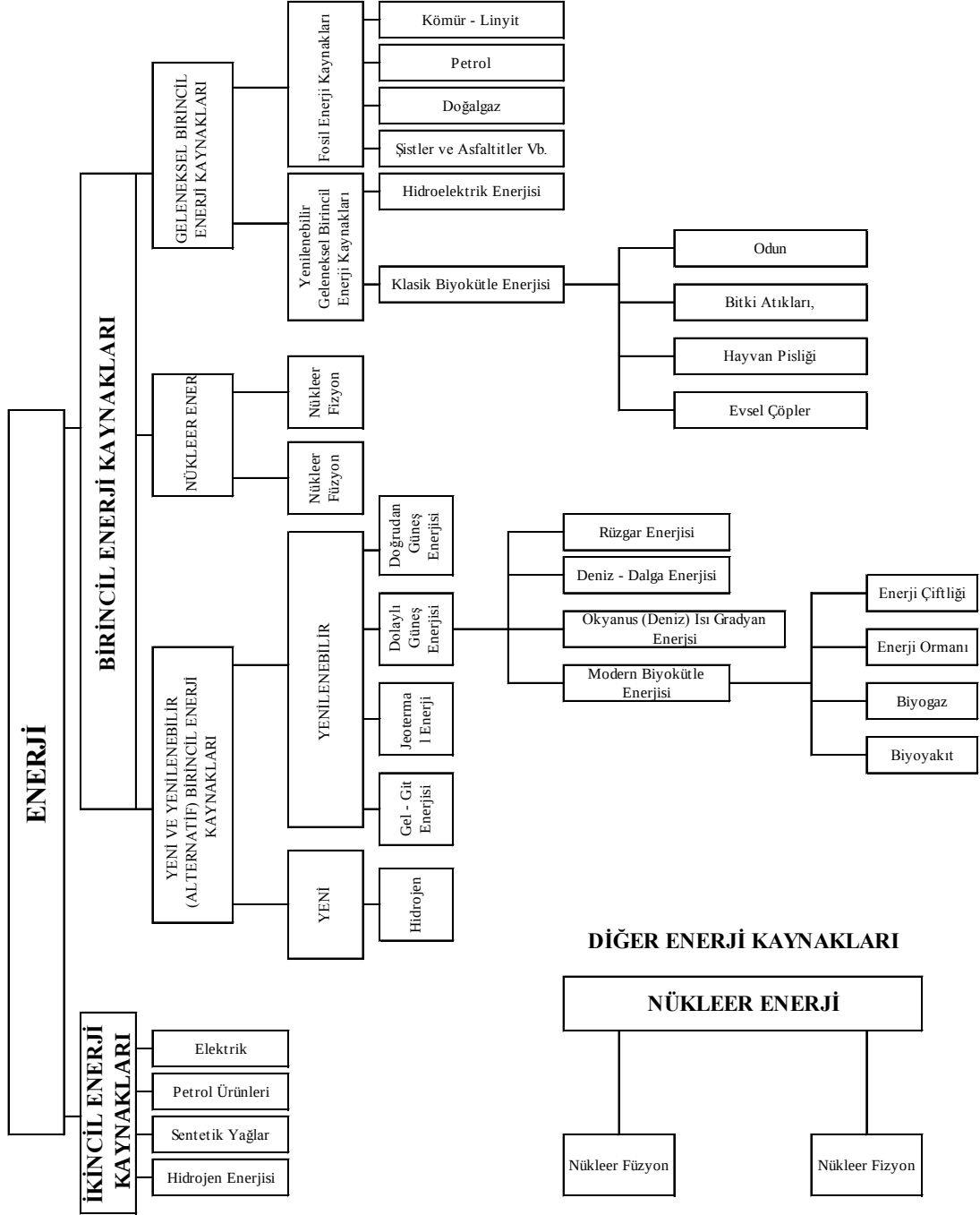
- Hidroelektrik Enerji,
- Güneş Enerjisi,
- Rüzgar Enerjisi,
- Jeotermal Enerji,

² Termodinamik Dergisi Ekim 2005 Sayı 158, Prof. Dr. Seyhan UYGUR ONBAŞIOĞLU ve ALBİYOBİR Yayınlarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır.

- Dalga Enerjisi,
- Gel-Git Enerjisi,
- Okyanus Isısı Enerjisi,
- Hidrojen Enerjisi,
- Biyokütle ve Biyogaz Enerjisi

bulunmaktadır.

Dünya enerji kaynakları içerisindeki en büyük pay fosil yakıtlara (kömür, petrol, doğal gaz) aittir. Alternatif enerji kaynakları konusunda yapılan çok ciddi çalışma ve araştırmalara rağmen fosil yakıtların toplam dünya enerji tüketimi içerisindeki payı % 85-90 oranında yer almaktadır. Günümüzde kullandığımız ikincil enerjinin büyük bir kısmı da petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Ancak bu yakıtların rezervlerinin sınırlı ve tükenmek üzere olduğu artık bilimsel çalışmalarla da ısıpatlanmış olup, yeni enerji kaynaklarına yönelimler artmaktadır.



Şekil 1: Kaynaklarına Göre Enerjinin Dağılımı

2. KÜRESELLEŞME SÜRECİ ve ENERJİ POLİTİKALARI

21. yüzyıla kapitalist sistemin işleyişini belirleyen sömürü ilişkisinin “KÜRESELLEŞME” adı altında yeniden tanımlandığı bir süreç olarak girildi. Kapitalist küreselleşme süreci ticari, mali ve sanayi sermayenin faaliyet alanlarının önceki çerçevelerini ve ulusal sınırları aşarak çok uluslu şirketlerin egemenliğinde dünya çapında yeni düzenlemelerin yapılmasıyla karakterize olmaktadır. Bu dönemi, uluslararası **sermayenin teknoloji ve enerji alanında bir egemenlik mücadelesi** veya **uluslararası rekabet ve hegemonya mücadelesinin bir parçası** olarak da tanımlamak mümkündür.

Bugün dünya ölçeğinde küreselleşme sürecinin temel aktörleri olan emperyalist ülkelerin uluslararası sermayeye yeni sömürü alanları açmak üzere, gelişmekte olan ülkelere kendi programlarını dayattıkları bir dönem yaşanmaktadır. Bu programlar ile az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ulus-devlet yapılanması geriletilmekte, kamusal varlıklar özelleştirme, küçültme, kapatma yoluyla işlevsizleştirilmektedir. Borç yükü altındaki gelişmekte olan ülkelere, Dünya Bankası (DB), Uluslararası Para Fonu (IMF), AB, OECD vb. tarafından dayatılan politikalarla, ulusal düzenlemeler küresel piyasa kurallarına bağımlı kılınmaktadır. Egemen güçler, uluslararası sermayenin önündeki engelleri kaldırmak amacıyla neo liberal politikalar doğrultusunda devleti yeniden yapılandırmakta ve özelleştirme politikalarıyla süreç yeniden biçimlendirilmektedir.

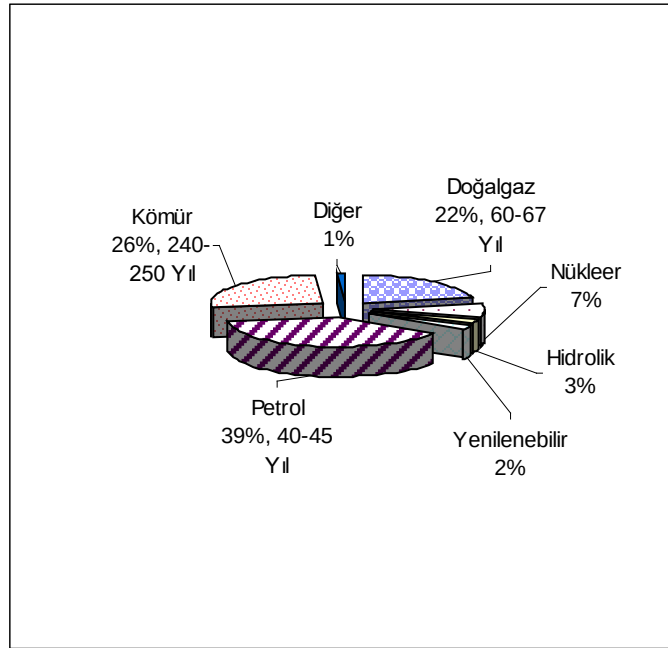
Uluslararası sermayenin bir aracı olan Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ)'nün bünyesinde gerçekleştirilmekte olan ve ülkemizin de imzaladığı Hizmet Ticareti Genel Anlaşması (GATS), enerji de dahil olmak üzere birçok kamusal alanın ticarileştirilmesi ve piyasa ilişkilerine açılmasını öngörmektedir. Kapitalizmin derin ekonomik krizi sonucu, ürün fazlası oluşumu ve kâr getiren alanların küçülmesi, sermayeyi insanların en çok gereksinim duydukları enerji (su, petrol, doğal gaz vb.), eğitim ve sağlık gibi kamusal hizmetleri yeni yatırım alanları olarak ticarileştirmeye yöneltmektedir. Uluslararası Tahkim, Çok Taraflı Yatırım Garantisi Ajansı (MİGA) ve Çok Taraflı Yatırım Anlaşması (MAI) yoluyla emperyalist ülkelere çeşitli ayrıcalıkların sağlanması ile diğer birçok alan gibi enerji alanı da uluslararası sermayenin denetimine açılarak piyasa gerekleri doğrultusunda şekillendirilmeye çalışılmaktadır.

Günümüzde emperyalist güçler arası ilişkide, enerji ve enerji kaynaklarının en önde gelen etkenlerden biri olduğu açıktır. Önümüzdeki 20-30 yıl içinde uluslararası ilişkilerde, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa Birliği (AB), Japonya, Rusya, Çin ve Hindistan dış politikalarında öncelikler listesi içinde enerji jeopolitiğinin ağırlığının giderek artacağı görülmektedir.

3. DÜNYA'DA ENERJİNİN GENEL DURUMU

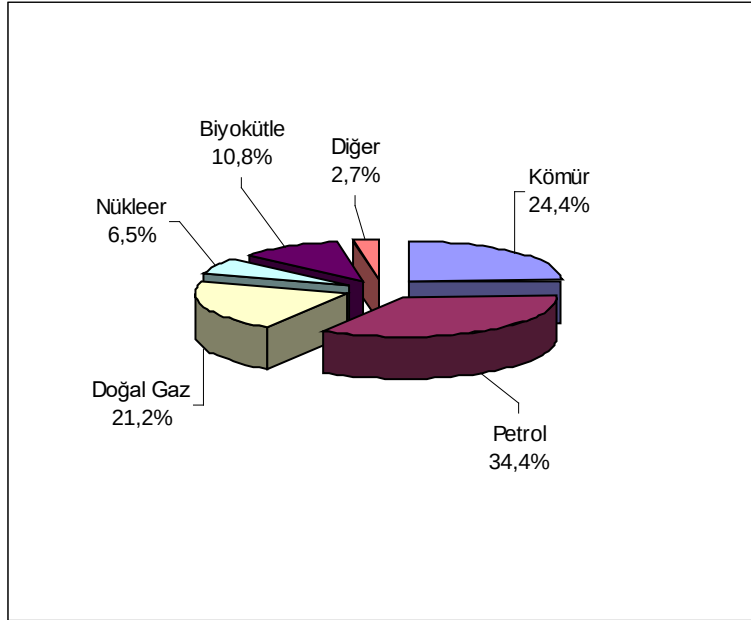
Dünya ölçeğinde kullanmakta olduğumuz enerjinin çoğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmekte olup bu kaynakların rezervlerinin de sınırlı olduğu yapılan araştırmalarla belirlenmiştir. Dünyamızdaki petrol rezervlerinin 40-45 yıl, doğal gaz rezervlerinin 60-67 yıl ve kömür rezervlerinin 240-250 yıl sonra tükeneceği bilim insanları tarafından ifade edilmektedir. Yeni aramalarla bulunan ve bugüne değin ekonomik olmadığı gerekçesiyle değerlendirilmeyen sahaların kullanıma açılması vb. gelişmeler de olsa; mevcut rezervlerin sonuna doğru yaklaşılmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların sera gazı olarak bilinen CO₂ gazını yaydığı için küresel iklim değişikliklerine neden olduğu da bilinen bir gerçektir. Bu nedenle fosil yakıtlardan üretilen enerjinin gerçek maliyetini bulmak için uzun dönemde meydana gelebilecek çevre etkisi ve insan sağlığı üzerine olan etkilerini de göz önüne almak gerekmektedir.

Günümüzde birincil enerji üretiminin çok büyük bir oranı fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. 2004 yılında dünya birincil enerji üretiminde fosil kaynakların payının % 87, yenilenebilir enerji kaynaklarının (yenilenebilir + hidrolik + diğer) payının % 6 ve nükleer enerji payının %7 olduğunu görmekteyiz. (Grafik 1-2)



Grafik 1: 2004 Yılı Dünya Birincil Enerji Üretimi ve Fosil Yakıtların Kalan Ömürleri³

³ Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) İstatistikleri 2004'ten Yararlanılarak Hazırlanmıştır. - www.iea.org



Grafik 2: 2004 Yılı Dünya Birincil Tüketiminin Dağılımı⁴

Dünya birincil enerji tüketimini incelediğimizde de fosil yakıtların oranının % 80'lerde olduğunu görmekteyiz. Bu orana biyokütle enerjisini de katınca yeni ve yenilenebilir enerjinin payının çok düşük olduğu başka bir gerçeklik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünya birincil enerji kaynaklarının tüketimindeki paylarının yıllara göre değişimi 2005 yılı BP raporuna göre Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1: Dünya Birincil Enerji Kaynaklarının Tüketim Miktarları (MTEP)⁵

Kaynak	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Petrol	3.251,0	3.329,4	3.405,5	3.425,9	3.493,9	3.538,7	3.552,2	3.580,5	3.641,8	3.767,1
Doğal Gaz	1.938,2	2.033,9	2.024,5	2.059,7	2.106,7	2.194,5	2.219,0	2.282,4	2.343,2	2.420,4
Kömür	2.218,2	2.281,9	2.290,0	2.236,5	2.121,1	2.112,4	2.227,0	2.359,2	2.548,7	2.732,1
Hidrolik	568,7	577,8	586,0	564,0	602,9	614,0	589,8	601,0	604,1	634,4
Nükleer	526,1	545,0	541,3	550,5	571,3	584,5	600,9	611,0	598,2	624,3
Toplam	8.543,3	8.797,7	8.876,7	8.869,5	8.883,6	9.079,8	9.179,3	9.487,9	9.800,8	10.224,4

2005 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretim kapasitesi;

- ◆ Elektrik santrallerinde 880 GW
- ◆ Isıtma amaçlı 325 GW_{th}'dır.

Bunların yanında,

- ◆ Güneş ve Jeotermal kaynaklardan 42 milyon ev ısıtılmaktadır.
- ◆ Biyodizel ve etanol üretiminin toplamı ise 33,3 milyar litre/yıl olarak gerçekleşmektedir.(Tablo 2)

⁴ Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) İstatistikleri 2004'ten Yararlanılarak Hazırlanmıştır. - www.iea.org

⁵ BP Statistical Review of World Energy, 2005

Tablo 2: 2005 Yılı İtibariyle Dünya Yenilenebilir Enerji Üretim Kapasitesi⁶

Güç üretimi (Elektrik Santralleri)	
Büyük Hidroelektrik	720 GW
Küçük Hidroelektrik	61 GW
Rüzgâr Türbinleri	48 GW
Biokütle Santralleri	39 GW
Jeotermal Enerji Santralleri	8,9 GW
Güneş Fotovoltaik – Şebeke Dışı	2,2 GW
Güneş Fotovoltaik – Şebekeye Bağlı	1,8 GW
Güneş Termik Elektrik	0,4 GW
Toplam Yenilenebilir Güç Kapasitesi	880 GW
Su Isıtma / Hacım Isıtma	
Biyokütle Isıtma	220 GWth
Güneşli Su Isıtıcılar	77 GWth
Jeotermal Direkt Isıtma	13 GWth
Jeotermal Isı Pompaları	15 GWth
Güneşli Su Isıtıcılı Ev	40 milyon
Jeotermal Isı Pompalı Ev	2 milyon
Motorlu Araç Yakıtı	
Ethanol (Alkol) Üretimi	31 milyar litre/yıl
Biyodizel	2,2 milyar litre/yıl

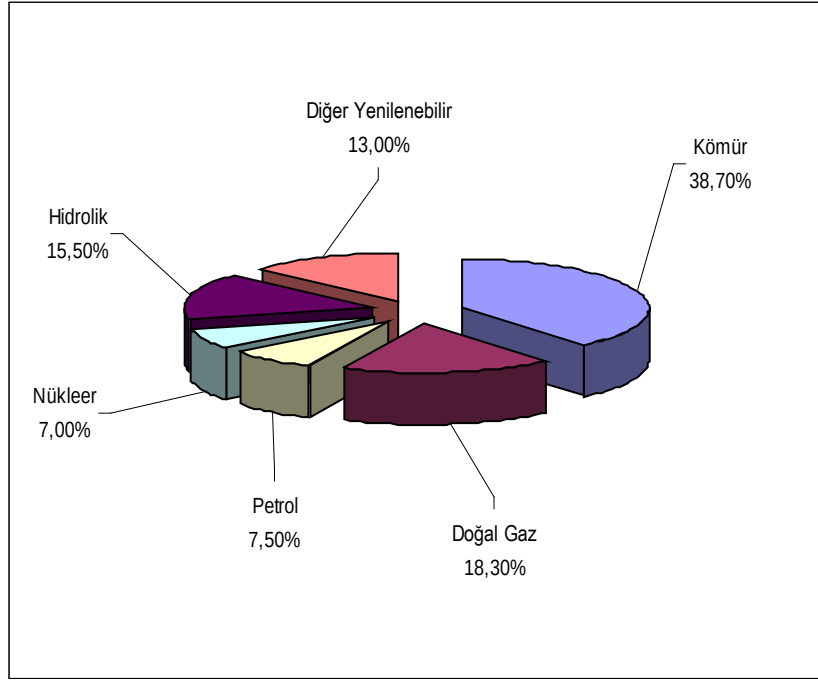
Dünya genelinde birincil enerji kaynaklarının tüketim payları ve genel enerji tüketimi içerisindeki paylarını incelediğimizde büyük değişim ve devrimler yaşanmazsa gelecek yıllarda da fosil yakıtların egemenliğini koruyacağı görülmektedir.

Dünya fosil enerji kaynaklarının belirli sürelerde tükenecek olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olmamasından kaynaklı olarak yukarıda ifade edildiği gibi emperyalist güçlerin belirli bölgelerde yer alan fosil yakıtların kontrol altında tutulabilmesi için gizli-açık savaşlarla işgaller gerçekleştirdiği bilinmektedir.

Fosil yakıtların çevre ve insan sağlığı açısından yarattığı olumsuzluklar her geçen gün artmaktadır. Fosil yakıtlar yakıldığında sera gazının açığa çıkmasına neden olmaktadır. Sera gazlarının en belirleyici olanı ise karbondioksit (CO₂) ve metan gazıdır. Bunların yanında kükürt, partikül madde, azotoksit (NO), kurum ve kül gibi atıkların da çevreyi aşırı derecede kirlettiği bilinmektedir. Bu gerçekten hareketle insanoğlunun geleceği açısından yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunması ve sürekliliğinin sağlanması ihtiyaç olmaktan çıkarak yaşamsal bir zorunluluk halini almaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre 2004 yılı dünya elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık olarak % 64,5'i fosil yakıtlar (% 38,7 kömür, % 18,3 doğal gaz, % 7,5 petrol), % 7'si nükleer enerji, % 15,5'i hidrolik enerji ve % 13'ü diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından gerçekleşmektedir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın özellikle ilk yarısında elektrik enerjisi üretiminde fosil yakıtların baskınlığını koruması beklenmektedir. Beklenen en önemli değişiklik, doğal gazın fosil yakıt tüketimi içindeki payının artmasıdır.

⁶ Renewable Energy World, Vol.8. Num. 6, Nov.- Dec. 2005



Grafik 3: 2004 yılı Dünya Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Yakıtların Dağılımı⁷

Dünyada bir çok ülke, fosil enerji kaynaklarına artan bağımlılığı azaltmak ve sera gazlarının etkisi ile oluşan iklim değişikliğini yavaşlatmak amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine önem vermektedirler.

Örneğin Avrupa Birliği, Kyoto Protokolü bağlamında; 2008-2012 döneminde seragazı emisyonlarının 1990 yılı seviyesine göre % 8 (336 milyon ton CO₂ eşdeğer)⁸ azaltılması konusunda bağlayıcı bir yükümlülüğe girmiştir.

Bu nedenle AB, 2010 yılında brüt genel enerji tüketiminin % 12'sinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması konusunda çalışmalar yapmaktadır.⁹ Avrupa'da bu hedefe ulaşmak üzere yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi brüt talebi içindeki payının 2010 yılında % 22'ye çıkarılması öngörülmektedir. (Tablo 3)

⁷ Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) İstatistikleri 2004'ten Yararlanılarak Hazırlanmıştır. - www.iea.org

⁸ www.eurelectric.org Web Sitesinde "Energy wisdom Programme (EWP) Global Report

⁹ http://europa.eu.int/comm/energy/res/documents/country_profiles/2004_0547_sec_country_profiles_en..pdf

Tablo 3: AB'nin 2010 Yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Büyük Hidro Dahil) Brüt Elektrik Tüketimindeki Payı İle İlgili Gösterge Niteliğindeki Hedefleri ¹⁰

ÜLKE	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik (RES-E) 1997 (*) (TWh)	Brüt Elektrik Tüketimi 1997 (***) (TWh)	Elektrik Tüketiminde Yenilenebilirin Payı 1997 (*) (%)	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik (RES-E) 2010 (***) (TWh)	Brüt Elektrik Tüketimi 2010 (**) (TWh)	Elektrik Tüketiminde Yenilenebilirin Payı 2010 (*) (%)
Avusturya	39.05	55.79	70	52.56	67.3	78.1
Belçika	0.86	78.18	1.1	5.74	95.7	6
Danimarka	3.21	36.90	8.7	10.99	37.9	29
Finlandiya	19.03	77.04	24.7	29.14	92.5	31.5
Fransa	66	440.00	15	111.72	532	21
Almanya	24.91	553.56	4.5	68.13	545	12.5
Yunanistan	3.94	45.81	8.6	14.73	73.3	20.1
İrlanda	0.84	23.33	3.6	4.21	31.9	13.2
İtalya	46.46	290.38	16	98.50	394	25
Lüksemburg	0.14	6.67	2.1	0.43	7.5	5.7
Hollanda	3.45	98.57	3.5	12.05	133.9	9
Portekiz	14.3	37.14	38.5	24.80	63.6	39
İspanya	37.15	186.68	19.9	89.96	306	29.4
İsveç	72.03	146.70	49.1	91.20	152	60
İngiltere	7.04	414.12	1.7	43.48	434.8	10
AB-15	338.41	2490.87	13.9	657.65	2967.4	22.1
Kıbrıs			0.05			6.0
Çek Cumhuriyeti			3.8			8.0
Estonya			0.2			5.1
Macaristan			0.7			3.6
Letonya			42.4			49.3
Litvanya			3.3			7.0
Malta			0.0			5.0
Polonya			1.6			7.5
Slovakya			17.9			31.0
Slovenya			29.9			33.6
AB-25			12,9			21.0

(*)Kaynak:Directive 2001/77/EC (27)

(**) Kaynak: EURELECTRIC EURPROG 2003 (19), EURELECTRIC tahmini

(***) EUROLECTRIC tarafından hesaplanan değerler

Gelişmiş ülkelerde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanan güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, biyo-enerji, hidrojen, dalga/okyanus ve rüzgar enerjisi gibi alanlarda çok ciddi AR-GE çalışmaları yapılmaktadır.

Dünya'daki genel duruma bakıldığında, 1900 yılında dünya nüfusu 1,6 milyar, birincil enerji tüketimi yaklaşık 1.000 MTEP iken, 2000 yılında nüfusu yaklaşık 6,6 milyara ve birincil enerji tüketimi ise 8.534 MTEP'e ulaşmıştır. Buna göre 100 yıllık süreçte dünya nüfusu yaklaşık 4,1 kat artarken birincil enerji tüketiminin 8,5 kat arttığı görülmektedir.

Dünyada enerji tüketimi oranları incelendiğinde ülkelerin sosyo-ekonomik gelişmişliklerine göre değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Dünyada birincil enerji kaynaklarının üretim ve tüketim oranlarına bakıldığında Kuzey Amerika, Avrupa, Asya, Pasifik bölgelerinin ürettikleri enerjinin üzerinde tükettikleri bilinmektedir.

Aşağıda yer alan Tablo 4 ve 5'te bu ülkelerin elektrik enerjisi üretimi ve tüketimleri görülmektedir. Bu Tablo kişi başına kurulu güç ve tüketim değerleri açısından Türkiye'nin gelişmiş ülkelerin gerisinde olduğunu da açıkça göstermektedir. 2005 yılı itibarıyla kişi başına elektrik tüketimi dünya ortalamasında 2.500 KWh, Avrupa Birliği ortalaması ise 6.500 KWh'dır. Ülkemizde kayıp ve kaçak oranlarını düşündüğümüzde bu rakam 1.500 KWh civarındadır.

Dünyada yaşanan gelişmeler incelendiğinde, enerji tüketiminin büyük bölümünü gerçekleştiren gelişmiş ülkelerde enerji talebinin belirli bir doygunluğa ulaştığı ve talep

¹⁰ "www.eurelectric.org", "A Quantitative Assessment of Direct Support Schemes for Renewable, January 2004" ve "http://europa.eu.int/comm/energy/res/documents/country_profiles/2004_0547_sec_country_profiles_en.pdf"

artış hızlarının giderek yavaşladığı gözlemlenmektedir. Dolayısıyla önümüzdeki yıllarda enerji talep artışlarının, elektrik enerjisi başta olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşması beklenmektedir.

Tablo 4: 2003 Yılı Verilerine Göre OECD ve Avrupa Birliği Ülkelerinde Elektrik Enerjisi Üretimi (TWh)¹¹

Ülkeler	Kömür	Sıvı	Gaz	Yenilenebilir + Atık	Termik	Nükleer	Jeotermal	Güneş Rüzgar Dalga	Hidrolik	Toplam
ABD	2.080,27	124,17	660,67	64,56	2.929,67	786,64	13,44	12,08	269	4.010,83
Japonya	294,83	147,16	247,73	25,86	715,58	250,23	2,96	0,36	114,6	1.083,73
Almanya	308,11	4,69	58,43	14,24	385,47	165,26		18,82	23,55	593,1
Kanada	117,03	14,68	32,65	8,25	172,61	74,51		0,73	335,93	583,78
Fransa	30,37	4,57	23,73	3,51	62,18	441,07		0,88	64,34	568,47
İngiltere	140	6	145,2	6,2	297,4	88,94		1,3	7,3	394,94
Kore	133,03	31,05	45,89	0,78	210,75	129,67		0,03	6,89	347,34
İtalya	44,05	73,75	118,8	4,4	241		5,34	2,28	44,21	292,83
İspanya	75,92	23,95	40,23	5,55	145,65	61,88		11,57	43,81	262,91
Avustralya	175,87	2,28	31,55	2,18	211,88			0,7	16,25	228,83
Meksika	30,68	71,04	82,67	0,56	184,95	10,5	5,94	0,05	19,87	221,31
Polonya	142,21	2,54	2,69	0,94	148,38			0,12	3,29	151,79
Türkiye	32,35	10,09	62,3	0,07	104,81		0,09	0,06	35,32	140,28
İsveç	4,96	3,65	0,65	4,22	13,48	65,43		0,63	52,98	132,52
Norveç	0,29	0,02	0,23	0,41	0,95			0,22	106,1	107,27
Hollanda	27,49	2,89	56,83	3,86	91,07	4,02		1,55	0,07	96,71
Belçika	13,99	1,17	18,74	1,68	35,58	47,38		0,07	1,31	84,34
Finlandiya	26,93	1,09	13	10,56	51,58	22,74		0,09	9,43	83,84
Çek Cumhuriyeti	51,2	0,39	3,25	0,73	55,57	25,87		0	1,79	83,23
İsviçre		0,07	1,09	1,85	3,01	27,49		0,02	36,81	67,33
Avusturya	8,79	1,9	11,1	2,23	24,02			0,36	35,55	59,93
Yunanistan	34,9	8,77	8,09	0,22	51,98			1,04	5,32	58,34
Portekiz	14,53	6,15	7,55	1,77	30		0,09	0,5	16,03	46,62
Danimarka	25,34	2,26	9,99	2,81	40,4			5,57	0,02	45,99
Yeni Zelanda	3,11		10,05	0,53	13,69		2,73	0,84	23,79	41,05
Macaristan	9,33	1,61	11,94	0,09	22,97	11,01		0	0,17	34,15
Slovakya	6,27	0,79	2,83	0,17	10,06	17,87			3,67	31,6
İrlanda	8,17	2,41	13,15	0,06	23,79			0,47	0,96	25,22
İzlanda		0,01			0,01		1,41		7,08	8,5
Lüksemburg			2,82	0,07	2,89			0,03	0,92	3,84

¹¹ Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) İstatistikleri 2004 - www.iea.org

Tablo 5: 2002 Yılı Verilerine Göre OECD ve AB Ülkelerinde Kişi Başına Kurulu Güç, Brüt Üretim, Net Tüketim¹²

ÜLKELER	Kurulu Güç(GW)	KWh / kişi	Brüt Üretim (TWh)	KWh / kişi	Net Tüketim (TWh)	KW h/ kişi
İzlanda	1,51	5.207,00	8,40	28.966,00	7,70	26.552,00
Norveç	27,97	6.161,00	130,60	28.767,00	109,10	24.031,00
Kanada	114,98	3.661,00	601,50	19.150,00	512,70	16.323,00
Finlandiya	16,57	3.187,00	74,90	14.404,00	80,70	15.519,00
İsveç	33,22	3.720,00	146,10	16.361,00	133,50	14.950,00
Lüksemburg	1,60	3.556,00	3,70	8.222,00	5,70	12.667,00
ABD	979,59	3.408,00	4.017,50	13.976,00	3.609,90	12.558,00
Avustralya	48,62	2.462,00	222,20	11.251,00	193,60	9.803,00
Yeni Zelanda	8,41	2.113,00	40,30	10.126,00	34,90	8.769,00
Japonya	265,99	2.087,00	1.097,20	8.610,00	995,20	7.809,00
Belçika	15,55	1.505,00	82,10	7.948,00	80,50	7.793,00
İsviçre	18,94	2.598,00	66,60	9.136,00	53,80	7.380,00
Avusturya	18,03	2.240,00	62,50	7.764,00	56,10	6.969,00
Fransa	116,32	1.900,00	560,10	9.147,00	419,30	6.848,00
Hollanda	20,89	1.293,00	96,00	5.944,00	104,10	6.446,00
Almanya	126,26	1.531,00	571,60	6.930,00	514,20	6.234,00
Kore	58,95	1.237,00	329,00	6.906,00	295,80	6.209,00
Danimarka	13,30	2.472,00	39,20	7.286,00	33,00	6.134,00
İngiltere	77,05	1.301,00	387,10	6.538,00	343,70	5.805,00
İrlanda	5,43	1.389,00	25,20	6.445,00	21,90	5.601,00
İspanya	60,40	1.490,00	246,10	6.069,00	212,90	5.250,00
Çek Cumhuriyeti	16,31	1.597,00	76,30	7.473,00	53,50	5.240,00
İtalya	76,49	1.318,00	285,30	4.916,00	290,90	5.013,00
Slovakya	8,08	1.502,00	32,40	6.022,00	24,30	4.517,00
Yunanistan	11,58	1.058,00	54,60	4.986,00	48,60	4.438,00
Portekiz	11,24	1.084,00	46,10	4.446,00	42,10	4.060,00
Macaristan	8,51	838,00	36,20	3.563,00	33,40	3.287,00
Polonya	30,82	806,00	144,10	3.770,00	108,00	2.826,00
Meksika	45,82	456,00	215,20	2.143,00	173,10	1.723,00
Türkiye	31,85	457,00	129,40	1.858,00	103,00	1.479,00
OECD Ortalaması	2270,28	1.983,00	9.827,50	8.582,00	8.695,20	7.593,00
Avrupa Birliği Ortalaması	603,93	1.584,00	2.680,60	7.032,00	2.387,20	6.262,00

¹² Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) İstatistikleri 2004 - www.iea.org

4. TÜRKİYE’DE ENERJİNİN GENEL DURUMU

Ülkemizde uzun yıllardır uluslararası sermaye kuruluşları olan DB, DTÖ, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD), Avrupa Birliği (AB) ve IMF gibi kuruluşların istekleri doğrultusunda izlenen politikalar uygulanmaktadır. Özellikle 1980’li yıllarda serbest piyasa ekonomisine geçişle birlikte uygulanan ekonomik ve siyasal politikalar sonucunda ortaya çıkan durum, diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi daha fazla işsizlik, yoksulluk ve açlıkla birlikte artan dışa bağımlılık olmuştur. Bu politikalar sonucunda ulusal ve kamusal bir enerji politikası uygulanamamakta, doğal kaynaklarımız etkin, verimli ve yeterli bir şekilde kullanılamamakta ve enerji sektöründe özelleştirme, ticarileştirme, serbestleştirme uygulamaları öne çıkarılmaktadır.

Enerji alanında yeterli yatırım yapılmaması sonucu gündeme getirilen “yap işlet devret” gibi uygulamalarla gerçekleştirilen yatırım ve işletme hakkı devirleri ihalelerinin hemen hemen tamamı uluslararası büyük sermayenin eline geçmektedir. Bu da enerji alanında ülkemiz sanayisinin gelişmesinin önünde bir engel oluşturmakta, ulusal kaynaklarımızın emperyalist tekellerce kullanılması anlamına gelmektedir. Ayrıca enerji alanında gerçekleştirilen ve gerçekleştirilmesi hedeflenen özelleştirme politikaları sonucu enerji güvenliğinin arz talep dengesinin korunabilmesi güçleşecektir. Oysa ki yapılacak olan planlama ile enerji kamusal bir alan olarak kalabilir ve bu alanda uluslararası sermaye ile rekabet edilebilecek bir duruma gelinerek ulusal sanayi ve ekonomiye büyük katkılar yapılabilir.

Bugüne değin izlenen politikalar sonucunda, ülkemiz enerji ihtiyacını kendi öz kaynaklarından değil dışardan satın alarak karşılayan bir duruma gelmiştir. Bu anlayış ülkemizi dışa bağımlı bir hale getirmekte ve ulusal kaynaklarımızın uluslararası sermayeye aktarılması anlamına gelmektedir.

Ülkemiz, yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecek bir potansiyele sahip olmasına karşın bu kaynaklar ya hiç kullanılmamakta ya da potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir.

2004 yılında genel enerji arzı 87,8 MTEP (milyon ton petrol eşdeğeri) olmuştur. Bu arzı karşılamak için yerli enerji üretimi 24,4 MTEP düzeyinde kaldığından 63,4 MTEP ithal enerji kullanılmıştır.

Türkiye 2004 yılında ham petrol ve petrol ürünleri ithalatına yaklaşık 9 milyar dolar, doğal gaz ithaline 4,4 milyar dolar, kömür ithaline 1,3 milyar dolar ödemiştir. Başka bir deyişle Türkiye’nin ihracat gelirlerinin % 23’ü enerji ithali için harcanmıştır.¹³

2005 yılında ise petrol ve petrol ürünleri ithalatına 12,396 milyar dolar, doğal gaz ithalatına 7,131 milyar dolar, kömür ithalatına 1,681 milyar dolar ödenmiş olup toplam ihracatımıza oranı yaklaşık 6 puan artarak % 28,94’e ulaşmıştır.¹⁴

Türkiye’nin 2004 yılında enerji tüketimi toplamda 68,5 MTEP olmuştur. 2004 yılında kişi başına genel enerji tüketimi 1.231 KEP (kilogram eşdeğer petrol) ile yine dünya ortalamasının altında yer almıştır. 2007 yılında birincil enerji üretiminin 32,7 MTEP, 2013’de ise 44,5 MTEP olması planlanırken yatırımlara ayrılan paylara baktığımızda Türkiye’nin önümüzdeki yedi yılda bu gelişimi yakalamasının mümkün olmadığı görülmektedir.

Türkiye’de enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğu ağırlıklı olarak fosil yakıt kaynaklarından sağlanmaktadır. **2004 yılı itibariyle enerji tüketiminin sadece % 27,8’i yerli**

¹³ Dış Ticaret Müsteşarlığı Verilerinden Yararlanılarak Hesaplanmıştır.

¹⁴ Dış Ticaret Müsteşarlığı Verilerinden Yararlanılarak Hesaplanmıştır.

kaynaklarla karşılanabilmiştir. İzlenen yanlış politikalarla enerji alanında dışa bağımlılık sürekli olarak artmakta ve öz kaynaklarımız kullanılmamaktadır. Tablo 6'dan¹⁵ da görüldüğü gibi ithalat rakamları her yıl artmakta ve ülkemizin uluslararası tekellere ve yabancı devletlere karşı bağımlılığı giderek derinleşmektedir. Bu durumda sanayi, ekonomi ve politikanın dışa bağımlı halde olması kaçınılmazdır.

Tablo 6: Ülkemizin Kömür, Doğal Gaz ve Petrol Ürünleri İthalatı¹⁶

YIL	Petrol Gazları ve Doğal Gaz (Milyon \$)	Kömür İthalatı (Milyon \$)	Petrol ve Ürünleri (Milyon \$)
1996	1.280	624	3.998
1997	1.636	626	3.716.
1998	1.295	521	2.575
1999	1.467	345	3.482
2000	3.079	676	5.643
2001	3.154	348	4.675
2002	2.915	749	5.411
2003	3.967	986	6.579
2004	4.439	1.317	8.636
2005	7,131	1,681	12,396

Ülkemiz çok zengin linyit ve kömür kaynaklarına sahiptir. 2004 yılı Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) verilerine göre 5 işletmede 1,344 milyar ton rezerv mevcuttur. Ancak TTK, yıllık olarak bu rezervin sadece 2-2,5 milyon tonundan üretim gerçekleştirmektedir. 1974 yılında 8.544.927 ton olan tüvenan kömür üretimi yıllardır gerekli yatırımların yapılmayışı nedeni ile 2004 yılında ¼ oranında azalarak 1.884.65 ton olarak gerçekleşmiştir.¹⁷ Yine ülkemizin yaklaşık 9,3 milyar tonluk linyit rezervlerinden yıllık 50 milyon ton üretim yapılmaktadır.

Mevcut linyit rezervinin % 30'u Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), % 45'i Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), geri kalanı özel sektör ile Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsatlı sahalarda bulunmaktadır. 2,5 milyar tonluk rezervi ile ülke linyit rezervlerinin % 30'a yakın bölümünü elinde bulunduran TKİ, ülke üretiminin % 60'ını (yaklaşık 30 milyon ton) gerçekleştirmektedir.¹⁸

Son on yılda başta kömür olmak üzere yerli kaynaklarımızın aranmasına, üretimine ve değerlendirilmesine yönelik yeterli yatırımlar yapılmamıştır. Olası jeolojik alanlarda en son arama teknikleri ile rezerv tespit çalışmaları yapılmalı ve bilinen rezervlerin etütlerinin tamamlanarak işletme projelerine geçilmesi sağlanmalıdır. Geçen yıl MTA, DSİ, EİEİ, TKİ vb kuruluşlarca eşgüdümlü olarak yeniden başlatılan kömür arama çalışmaları olumlu bir gelişmedir. Yıllarca ihmal edilen kömür arama ve sondaj çalışmaları yoğun bir şekilde sürdürülmelidir.

Etrafında zengin petrol ve doğal gaz kaynakları var olmasına rağmen ülkemiz bu alanda yoksul bir ülkedir. Teorik hesaplara göre ülke rezervuarındaki petrol rezervi 940,3 milyon ton olup, %18'i üretilebilir durumdadır. 2004 yılında 15.902.913 varil yani 2.275.530 ton ham petrol yerli kaynaklardan üretilmiştir. Bu üretimin % 68'i TPAO tarafından Batman, Adıyaman ve Trakya'da gerçekleştirilmiştir. (Tablo 7-8)

¹⁵ Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (TEDAŞ) İstatistikleri - www.tedas.gov.tr

¹⁶ Dış Ticaret Müsteşarlığı

¹⁷ Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) - www.taskomuru.gov.tr

¹⁸ Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) - www.tki.gov.tr

Tablo 7: 2003 Yılı Sonu İtibarıyla Türkiye'deki Ham Petrol Rezervleri ¹⁹

Şirketler	Rezervlardaki Petrol (*)		Üretilabilir Petrol		Kümülatif Üretim		Kalan Üretilabilir Petrol	
	Varil	M.Ton	Varil	M.Ton	Varil	M.Ton	Varil	M.Ton
T.P.A.O.	4 420 382 555	667 410 136	641 362 109	94 609 028	439 719 317	64 225 481	201 642 792	30 383 547
N.V.Turkse Perenco	1.293.990.319	175.736.195	353.843.719	47.968.826	290.090.851	39.567.360	63.752.868	8.401.466
Petroleum E.M.I. & Dorchester	539.000.000	73.087.198	94.000.000	12.746.190	80.568.414	10.925.109	13.431.586	1.821.081
Madison Oil Turkey Inc. & T.P.A.O.	49.611.000	6.967.064	17.170.000	2.411.250	15.410.237	2.166.222	1.759.763	245.028
N.V.Turkse Perenco & T.P.A.O.	32.684.412	4.538.381	17.436.412	2.327.918	10.303.409	1.402.243	7.133.003	925.675
Ersan & Aladdin & Trans Med.	39.000.000	6.156.710	5.850.000	923.506	4.627.186	756.086	1.222.814	167.420
Ersan & Aladdin M.E.	18.200.000	2.419.747	3.200.000	425.450	2.733.627	360.769	466.373	64.681
Aladdin & Madison (Turkey) Inc.	23.516.000	3.601.190	6.087.860	900.085	1.565.359	227.953	4.522.501	672.132
Aladdin & Trans Med.	2.600.719	362.267	530.719	73.933	21.638	3.057	509.081	70.876
Amity Oil & T.P.A.O.	129.915	14.563	90.992	10.200	50.953	5.727	40.039	4.473
Toplam	6.419.140.548	940.296.946	1.139.597.439	162.399.881	845.116.619	119.643.502	294.480.820	42.756.379

(*) İspatlanmış, muhtemel ve mümkün rezervler toplamıdır.

(**) Kümülatif üretim ve rezerv rakamlarına TGT-HTI ortaklığının 5204 varil (674 M.Ton), Aladdin-Ersan-Avenue ortaklığının 18832 varil (2532 M.Ton) ve Aladdin-Ersan-G. Yıldızı ortaklığının 1592 varil (239 M.Ton) üretimleri dahil edilmiştir.

Tablo 8: 2003 Yılı Sonu İtibarıyla Türkiye'deki Doğal Gaz Rezervleri (m³)²⁰

Şirketler	Rezervlardaki Gaz(*)	Üretilabilir Gaz	Kümülatif Üretim	Kalan Üretilabilir Gaz
T.P.A.O.	13.736.545.317	9.675.345.317	5.643.775.383	4.031.569.934
N.V.Turkse Perenco	4.657.976.055	3.261.672.349	87.590.807	3.174.081.542
Amity Oil İnt. + T.P.A.O	820.000.000	627.500.000	198.779.330	428.720.670
Thrace Basin + Pinnacle Turkey	142.000.000	85.300.000	12.467.122	72.832.878
Thrace Basin Nat.Gas Corp.+ Enron	762.000.000	458.800.000	214.267.483	244.532.517
Toplam	20.118.521.372	14.108.617.666	6.156.880.125	7.951.737.541

(*) İspatlanmış, muhtemel ve mümkün Rezervler Toplamıdır.

Türkiye'de doğal gazın tüketimi ve ithalatı hızla artmaktadır. Ülkemizde görünür doğal gaz rezervleri ve fiili üretimi sınırlıdır. Ancak TPAO son zamanlarda arama ve üretim yatırımlarını arttırmıştır. TPAO'nun bu doğrultudaki çalışmaları desteklenmelidir. Bilindiği gibi doğal gaz yurt dışından sağlanmakta olup, ülkenin enerji ihtiyacı konusunda bu dışa bağımlılık birçok sakınca doğurmaktadır.

Ülkemizde uranyum yatakları çoğunlukla Batı Anadolu'da toplanmıştır. Yozgat-Sorgun sahası ise en zengin sahamızı oluşturmaktadır. Bilinen yatakları ile ekonomik uranyum üretimi günümüz teknolojisinde pek uygun görülmemektedir. Fakat bugüne kadar bulunan rezervlerin, Türkiye'nin gerçek uranyum rezervine yansıtmadığı ifade edilmektedir.

İleri teknoloji uygulamalarında önümüzdeki yıllarda nükleer santral yakıtı olarak kullanılabilecek toryumun, dünya toplam rezervinin % 54'ü Türkiye'de bulunmaktadır.

Dünya bor tüketimi B₂O₃ bazında 1.100.000 ton seviyesindedir. Dünya bor tüketiminin % 33'ü AB, % 5'i ise Japonya'da olmak üzere bor madeni daha çok gelişmiş ülkelerde tüketilmektedir. **Bilinen bor rezervleri, dünyanın birkaç yüzyıllık ihtiyacını karşılayacak seviyededir. Bor türevlerinin enerji sektöründe de değerlendirilmesine yönelik çalışmalar sürmektedir. Türkiye bor yatakları, bilinen dünya bor rezervinin yaklaşık % 63,2'sini oluşturmaktadır. (Tablo 9)²¹**

¹⁹ PİGM 2003 Yılı Faaliyet Raporu²⁰ PİGM 2004²¹ Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN)

Tablo 9: Dünya Bor Rezervi Ülkelere Göre ve Dünya Tüketimini Tek Başına Karşılama Kapasitelerine Göre Ömürleri(2004 Yılı)²²

ÜLKE	Rezerv (Bin Ton)	Rezerv %	Rezerv Ömrü (Yıl)
Türkiye	644.000	63,20	240
ABD	105.000	10,30	33
Rusya	140.000	13,74	16
Çin Halk Cumhuriyeti	36.000	3,53	17
Şili	41.000	4,02	5
Bolivya	19.000	1,86	3
Peru	22.000	2,16	3
Arjantin	9.000	0,88	1
Sırbistan	3.000	0,29	2
TOPLAM	1.019.000	100	

Yenilenebilir enerji, maliyeti açısından fosil yakıtlara karşı dezavantajlı durumda olsa da, pek çok ülkede devlet teşviki uygulaması ile desteklenmektedir. Ayrıca uzun vadeli düşünüldüğünde yenilenebilir enerji alanında yapılacak yatırımlar ve araştırmalar, enerji kaynağı üzerinde bir ömür sınırı olmadığından her zaman için geçerliliklerini koruyacaktır. Enerji kaynaklarının maliyeti ve ömür ilişkisi bakımından karşılaştırdığımızda yenilenebilir enerji kaynaklarının üstünlükleri açıkça karşımıza çıkmaktadır.(Tablo 10)

Tablo 10: Santrallerin Birim Yatırım Maliyeti ve Kaynağına Göre Birim Enerji Maliyet Ağırlığı(2004)²³

Santral Cinsi	Dışa Bağımlı / Ulusal	Kalan Ömür (yıl)	Kuruluş Maliyeti (\$/KWh)	Birim Enerji Maliyet Arahğı (Cent/KWh)
Termik Santraller (Kömür)	Ulusal/Dış	240-250	1.200-1.369	4,80-5,50
Doğal Gaz Santralleri	Dış	60-67	500-600	3,90-4,40
Petrol	Dış	40-45	1.500-2.000	6,0-10,0
Biyokütle - Atık	Ulusal/Dış			5,80-11,60
Rüzgar Santralleri	Ulusal		1.000-1.100	4,00-6,00
Güneş	Ulusal		3.000-6.000	25,00-100,00
Nükleer Santraller	Dış		3.500-4.000	11,10-14,50
Hidroelektrik Santraller	Ulusal		800-1.000	5,10-11,30
Dalga Elektrik Santralleri	Ulusal		1.200-2.000	2,70-3,60
Jeotermal	Ulusal	-	1.500-2.000	3,0-4,0

2004 yılı itibarıyla tüketilen petrolün sadece % 8,6'sı yerli üretim olup, ülkemizin ihtiyaç duyduğu ve ithal edilen % 91,4'lük petrol için 9 milyar dolara yakın yıllık ödeme yapılmaktadır.²⁴ Gerçekleştirilen kömür tüketiminin % 90'ı ise yerli üretimdir. Yerli kömür kaynakları yeterince değerlendirilmezken, yıllık 1.5 milyar dolara yakın tutarlar kömür ithalatına harcanmaktadır. Türkiye enerji sektöründe bu tüketim potansiyeli ile birlikte, yerli üretimin düşüklüğü ve yeraltı/yerüstü kaynaklarımızın yeterince kullanılmamasından dolayı gelecekte de dışa bağımlı olacaktır.

Ülkemizde enerji talebi her geçen yıl artmaktadır. Bu artışın karşılanabilmesi için ithalata ağırlık verilmekte ve izlenen yanlış politikalar sonucunda yatırımlar yapılmamakta ve hatta bu alandaki teknolojik gelişmeleri sadece izler konuma gelmektedir.

Oysaki yapılacak yatırımlar ve planlamalarla, enerji alanındaki hem teknolojik gelişmelerin içerisinde olunur hem de ulusal ekonomimizin büyümesi hatta istihdama katkıları söz konusu olabilir.

²² Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN)²³ Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Rüzgar Enerjisi Araştırma Merkezi²⁴ Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) - www.tki.gov.tr , Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) - www.tpa.gov.tr

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü tarafından yapılan uzun vadeli projeksiyonlarda dışa bağımlılık oranının 2010'da % 71, 2015'de % 68 ve 2020 yılı için % 70'ler seviyesinde olacağı tahmin edilmektedir. Bu, Türkiye'nin enerji kaynakları açısından net ithalatçı bir ülke konumunda olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 11'de talep, üretim ve ithalat rakamları görülmektedir.

Tablo 11: Enerji Talep –Üretim- İthalat ve İhracatının Gelişimi (Bin TEP)²⁵

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Talep	52.987	63.679	81.251	75.952	78.711	83.970	87.819
Üretim	25.478	26.719	26.855	25.173	24.727	23.978	24.397
İthalat	30.936	39.779	56.280	52.702	58.553	65.192	67.817
İhracat	2.104	1.947	1.584	2.620	3.162	4.090	4.022
İhrakiye	355	464	467	624	1.233	644	631
Net İthalat	28.477	37.368	54.229	49.458	54.158	60.458	63.164
Artış (%)		5,6	7,7	-8,8	9,5	11,6	4,5
Yerli üretimin talebi karşılama oranı (%)	48,1	42	33,1	33,1	31,4	28,6	27,8

Enerji talebinin karşılanması açısından, geçmiş yıllarda olduğu gibi, büyük oranda dışa bağımlı olan ülkemizde 2004 yılında talebin yerli üretimle karşılanma oranı % 28 olmuştur. Diğer bir deyişle **2004 yılında 67,8 MTEP olarak gerçekleşen Türkiye toplam enerji ithalatı, toplam enerji arzının % 72'sini oluşturmaktadır.** Oysa ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok zengindir.

Türkiye'de EİEİ ve ETKB verilerine göre 2004 yılı itibarıyla yaklaşık 10 milyon m² kurulu olan güneşli su ısıtıcı kolektörlerle 310 BTEP/yıl düzeyinde **güneş enerjisi kullanıldığı** hesaplanmaktadır. Bu rakam ülkemizdeki toplam **ekonomik potansiyelin % 1'ine** karşılık gelmektedir.

Rüzgar enerjisi zenginliği, sırasıyla Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı alanlarında bulunmaktadır. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu'nun belli kesimlerinin rüzgarca zengin olduğu bilinmektedir. Yıllık 2.500 saatlik çalışma süresi kabulüyle Türkiye'nin **rüzgar potansiyelinin 50 milyar KWh/yıl olduğu** hesaplanmaktadır. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için gereken kurulu rüzgar gücü ise 20.000 MW'dır. Bugün Türkiye'de ölçümlerle kanıtlanmış 25 milyar KWh/yıl rüzgar potansiyeli, yaklaşık 10.000 MW kurulu güçle değerlendirilmeyi beklemektedir.

Ülkemizin birincil enerji kaynaklarından elde ettiği enerji üretiminin yıllara göre dağılımı Tablo 12'de, birincil enerji kaynaklarının tüketiminin yıllara göre dağılımı ise Tablo 13'te görülmektedir.

²⁵ T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı – www.foreigntrade.gov.tr, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

Tablo 12: Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Üretimi²⁶

Birincil Enerji Kaynakları Üretimi	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Taşkömürü(Binton)	4.573	4.813	3.598	3.605	2.745	2.248	2.392	2.494	2.319	2.059	1.946
Linyit (Binton)	5.782	9.150	14.469	35.869	44.407	52.758	60.854	59.572	51.660	46.168	43.709
Asfaltit (Binton)	36	456	558	523	276	67	22	31	5	336	722
Petrol (Binton)	3.542	3.095	2.330	2.110	3.717	3.516	2.749	2.551	2.420	2.375	2.276
Doğal Gaz (10 ⁶ m ³)			23	68	212	182	639	312	378	561	708
Hidrolik (GWh)	3.033	5.904	11.348	12.045	23.148	35.541	30.879	24.010	33.684	35.330	46.084
Jeotermal Elektrik (GWh)				6	80	86	76	90	105	89	93
Jeotermal Isı (Bintep)	23	56	60	232	364	437	648	687	730	784	811
Rüzgar (GWh)							33	62	48	61	58
Güneş (Bintep)					28	143	262	287	318	350	375
Odun (Binton)	12.816	14.562	15.765	17.368	17.870	18.374	16.938	16.263	15.614	14.991	14.393
Hayvan ve Bitki Artığı (Binton)	9.253	10.495	12.839	11.039	8.030	6.765	5.981	5.790	5.609	5.439	5.278
Toplam (Bintep)	14.516	16.473	17.358	21.935	25.478	26.719	26.047	24.576	24.259	23.783	24.332

Tablo 13: Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi²⁷

Yıllar	Taş Kömürü (Binton)	Linyit (Binton)	Asfaltit (Binton)	Petrol (Binton)	Doğal Gaz (10 ⁶ m ³)	Hidrolik (Gwh)	Jeotermal		Rüzgar (Gwh)	Güneş (BİNTEP)	Odun (Binton)	Hayvan ve Bitki Art. (Binton)	Elektrik İthalatı (Gwh)	Elektrik İhracatı (Gwh)	Toplam (BİNTEP)
							Elektrik (GWh)	Isı (BİNTEP)							
1970	4.727	5.772	36	7.579		3.033		23			12.816	9.253			18.872
1975	4.959	8.973	456	13.503		5.904		56			14.562	10.495	96		27.437
1980	4.630	15.243	558	15.309	23	11.348		60			15.765	12.839	1.341		31.973
1985	6.189	34.767	523	17.270	68	12.045	6	232			17.368	11.039	2.142		39.399
1990	8.191	45.891	287	22.700	3.418	23.148	80	364		28	17.870	8.030	176	-907	52.987
1995	8.548	52.405	66	27.918	6.937	35.541	86	437		143	18.374	6.765	0	-696	63.679
2000	15.525	64.384	22	31.072	15.086	30.879	76	648	33	262	16.938	5.981	3.791	-437	80.500
2001	11.176	61.010	31	29.661	16.339	24.010	90	687	62	287	16.263	5.790	4.579	-433	75.402
2002	18.830	52.039	5	29.776	17.694	33.684	105	730	48	318	15.614	5.609	3.588	-435	78.331
2003	17.535	46.051	336	30.669	21.374	35.330	89	784	61	350	14.991	5.439	1.158	-588	83.826
2004	18.904	44.823	722	31.729	22.446	46.084	93	811	58	375	14.393	5.278	464	-1.144	87.818

Ayrıca yerli enerji kaynaklarının yeterince değerlendirilmemesi nedeniyle ülkemizin enerji ihtiyacını karşılamak üzere bütünüyle ithalat yoluyla temin edilen doğal gazın toplam enerji talebi içindeki payı her yıl artmaktadır. Örneğin toplam elektrik enerjisi üretimi içinde doğal gazın payının % 45’ler oranına ulaşmasına yönelik uygulamalar, elektrik üretiminde kaynak kullanımı açısından varılan çarpıklığı göstermektedir. Bu durum olası uluslararası politik gelişmelere bağlı olarak ithalatın kesintiye uğraması riskini de taşıdığından oldukça sakıncalıdır.

Ülkemizdeki birincil enerji kaynaklarına göre termik santrallerin kurulu güç bakımından karşılaştırılmasını (Tablo 14)²⁸ incelediğimizde bu kaygının ne kadar haklı olduğu görülmektedir. Son 20 yılda yerli kaynakların kullanımı hızla düşerken ithal enerji kaynağı doğal gazın payı ise hızla artmaktadır ve artmaya devam etmektedir.

²⁶ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı(ETKB) - www.enerji.gov.tr

²⁷ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı(ETKB) - www.enerji.gov.tr

²⁸ TEİAŞ

Tablo 14: Türkiye’de Enerji Kurulu Kapasitesi ve Üretimi²⁹

Kurulu Kapasite ve Yıllık Üretim		2003							2004						
		Kapasite				FİİLİ		Kapasite Kullanım	Kapasite				FİİLİ		Kapasite Kullanım
		Kurulu (MW)	%	Üretim (GWh)	%	Üretim (GWh)	%	Oranı (%)	Kurulu (MW)	%	Üretim (GWh)	%	Üretim (GWh)	%	Oranı (%)
Termik Enerji	Kömür	8.239	23,15	53.940	26,10	32.253	22,94	60	8.923	23,81	58.391	26,51	34.558	22,84	59
	Akaryakıt	3.198	8,99	21.085	10,20	9.196	6,54	44	3.202	8,54	21.167	9,61	9.800	6,48	46
	Doğal Gaz	11.510	32,34	86.154	41,68	63.536	45,20	74	12.640	33,72	94.867	43,08	59.098	39,06	62
	Diğer	28	0,08	207	0,10	116	0,08	56	27	0,07	207	0,09	76	0,05	37
	Toplam	22.974	64,56	161.387	78,08	105.101	74,76	65	24.792	66,15	174.632	79,30	103.532	68,43	59
Jeotermal ve Rüzgar Enerji		34	0,10	156	0,08	150	0,11	96	34	0,09	156	0,07	160	0,11	103
Hidroelektrik Enerji		12.579	35,35	45.152	21,84	35.329	25,13	78	12.654	33,76	45.435	20,63	47.614	31,47	105
Genel Toplam		35.587	100,00	206.695	100,00	140.580	100,00	68	37.480	100,00	220.223	100,00	151.306	100,00	69

Ülkemizin içinde bulunduğu durumu hidrolik enerji üretimindeki düşük seviye ile örnekleyebiliriz. ABD ve AB ülkelerinde hidrolik enerji kaynaklarının neredeyse tamamı değerlendirilmiş olmasına rağmen bizde bu oran %35 olup, inşaat halindekiyle birlikte % 43 dolaylarındadır.

Ülkemizdeki elektrik enerjisinin üretiminde termik üretimin ağırlıkta olduğu aşağıdaki Tabloya baktığımızda bir kez daha görülmektedir. Yani kısacası geçmiş yıllarda olduğu gibi 2005 yılında da yenilenebilir enerji kaynaklarımız ve yerli kaynaklarımızın değerlendirilmesi gerçekleştirilememiştir. (Tablo15)

Tablo 15: 2005 Yılı Elektrik Programının FİİLİ Gerçekleşmesi (milyon KWh)³⁰

Aylar	Termik	Hidrolik	Rüzgar	Dış Alım	Toplam	Dış Satım	Tüketim	Gerçekleşen (%)	Artış(%)
Ocak	10.350,0	2.945,2	5,1	50,0	13.350,3	139,9	13.210,5	95,5	1,6
Şubat	9.607,4	3.015,1	6,6	44,6	12.673,7	132,4	12.541,4	101,5	8,5
Mart	9.932,9	3.635,4	4,7	45,2	13.618,2	155,8	13.462,4	100,8	6,9
Nisan	9.239,9	3.400,7	4,7	38,8	12.684,0	142,5	12.541,6	99,8	5,9
Mayıs	9.086,0	3.774,5	3,1	41,3	12.905,0	144,8	12.760,1	101,2	7,4
Haziran	9.221,4	3.488,3	3,7	37,4	12.750,7	156,8	12.593,9	98,7	5,1
Temmuz	10.530,1	3.760,5	4,0	88,8	14.383,5	150,0	14.233,4	100,7	7,1
Ağustos	11.457,7	3.307,4	3,8	94,9	14.863,7	160,1	14.703,7	103,5	10,1
Eylül	10.356,3	2.971,0	3,4	52,6	13.383,4	149,1	13.234,3	102,1	5,4
Ekim	10.295,7	3.208,6	5,0	43,8	13.553,2	141,1	13.412,1	102,0	8,4
Kasım	10.346,1	2.873,3	5,1	48,5	13.273,0	145,0	13.128,1	99,9	7,5
Aralık	11.453,2	3.192,0	6,9	50,7	14.702,7	191,6	14.511,1	97,2	3,4
TOPLAM	121.876,8	39.572,0	56,0	636,7	162.141,6	1.809,0	160.332,6	100,2	6,4

Ülkemizde her alanda olduğu gibi enerji alanında da ulusal ve kamusal bir planlamanın olmaması sonucu, enerji sektörü tamamen günlük ve kısa vadeli politikalarla dışa bağımlı kılınmakta; pahalı, süresiz ve ithal enerji kaynakları kullanılarak Türkiye açısından büyük bir handikap oluşturulmaktadır.

Türkiye elektrik enerjisi elde eden kuruluşların yakıt türlerine göre kurulu gücünü incelediğimizde özellikle fosil yakıtların ağırlığı görülmektedir. Özel sektörün açmış olduğu santrallerin tamamına yakınının da doğal gaz santrallerinin olduğunu görmekteyiz. (Tablo 16)

²⁹ TEİAŞ APK Dairesi Başkanlığı³⁰ TEİAŞ

Tablo 16: Türkiye Elektrik Enerjisi Kuruluşları ve Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç-2005- (MW)³¹

Kuruluşlar	Fuel-Oil	Motorin	İthal Kömür	Taş Kömürü	Linyit	LPG	Doğalgaz	Jeotermal	Nafta	Yenilenebilir+ Atık	Hidrolik		Rüzgar	Çok Yakıtlılar		Toplam	Kuruluşların Katkısı(%)
											Barajlı	Akarsu		Katı+Sıvı	Sıvı+D.Gaz		
EÜAŞ	680	196		300	3.667,00		2.782,90	15			10.655,40	454				18.750,60	48,3
EÜAŞ'A Bağlı Ortaklık Santralleri					1.034,00		1.120,00									2.154,00	5,6
Özelleştirme Kapsam ve Programındaki Santraller					1.680,00											1.680,00	4,3
İşletme Hakkı Devredilen Santraller					620							30,1				650,1	1,7
Mobil Santraller	721,8															721,8	1,9
Yap İşlet Santralleri			1.320,00				4.781,80									6.101,80	15,7
Yap İşlet Devret Santralleri							1.449,60				772	210	17,4			2.449,00	6,3
Serbest Üretim Şirketleri	179,8						1.205,40			1,4		222			638,1	2.246,10	5,8
Otoprodüktör Santralleri	656,7	18,3	331	35	129,8	10,4	934,9		36,8	33,9	540	22,8	2,7	454	832,5	4.038,60	10,4
Toplam	2.238,20	214,4	1.651,00	335	7.130,80	10,4	12.274,60	15	36,8	35,3	11.967,40	939	20,1	454	1.470,60	38.792,00	
Kaynakların Kurulu Güce Katkısı (%)	5,8	0,6	4,3	0,9	18,4	0	31,6	0	0,1	0,1	30,9	2,4	0,1	1,2	3,8	100%	

Özellikle yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji yönetimine ilişkin uzun yıllardır birçok platformda raporlar ve öneriler sunulmasına rağmen, yenilenebilir enerjinin hayat bulması için beklediği teşvik ve desteğin sınırlarını çizecek yasal bir düzenleme ise ancak 2005 yılında yasalaşmıştır. Yasa henüz tam olarak uygulanmamaktadır.

Tüm bu olumsuzluklara ve zaman kaybına rağmen, ülkemiz enerji rezervleri açısından gerek fosil yakıtlar (bilindiği kadarıyla petrol ve doğal gaz hariç), gerekse yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı ile zengin bir potansiyele sahiptir. Özellikle fosil kaynaklar açısından henüz aranmamış çok büyük alanlar olmasına karşın ülkemizin önemli büyüklüklerdeki taşkömürü, linyit ve asfaltit kaynaklarına sahip olduğu bilinmektedir.

Yerli enerji kaynağı üretiminde hidrolik enerji ve kömür önemli yer tutmakla beraber, tüketimde kömür ile birlikte çok uzun yıllardan beri petrol ve son yıllarda da doğal gaz önem kazanmıştır. İkincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisi tüketiminde de 1980'li yıllardan itibaren önemli artışlar kaydedilmiştir. (Tablo 17-18)

³¹ TEİAŞ

Tablo 17: Elektrik Enerjisi Bilançosu (GWh)³²

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Brüt Üretim	57.543	86.247	124.922	122.725	129.400	140.581	150.698
İç Tüketim	3.311	4.389	6.224	6.473	5.673	5.332	5.608
Net Üretim	54.232	81.859	118.698	116.252	123.727	135.248	145.090
İthalat	176		3.791	4.579	3.588	1.158	464
Brüt Tüketim	54.407	81.859	122.489	120.832	127.315	136.406	145.554
Şebeke Kaybı	6.680	13.769	23.756	23.329	23.932	24.053	23.268
İhracat	907	696	437	433	435	588	1.144
Net Tüketim	46.820	67.394	98.296	97.070	102.948	111.766	121.141
Kişi Başı Brüt Tüketim (KWh)	1.012	1.386	1.903	1.851	1.904	1.996	2.103

Tablo 18: Yıllar İtibariyle Türkiye Elektrik Enerjisi Kullanımının Tüketici Gruplara Göre Dağılımı (GWh)³³

YILLAR	Mesken	%	Köy	%	Ticaret	%	Resmi Daire	%	Sanayi	%	Genel Aydınlatma	%	Diğer	%	Toplam
1970	1.056,60	14,50	105,30	1,40	348,90	4,80	301,80	4,10	4.689,70	64,20	193,00	2,60	612,50	8,40	7.307,80
1975	1.892,50	14,00	466,60	3,50	659,40	4,90	495,90	3,70	8.745,30	64,80	250,60	1,90	981,40	7,30	13.491,70
1980	3.499,30	17,20	887,80	4,40	1.146,70	5,60	609,20	3,00	13.007,90	63,80	289,50	1,40	957,80	4,70	20.398,20
1985	4.978,90	16,80	655,40	2,20	1.620,50	5,50	891,50	3,00	19.607,70	66,00	407,30	1,40	1.547,3	5,20	29.708,60
1990	9.059,80	19,40	102,50	0,20	2.557,80	5,50	1.463,30	3,10	29.211,80	62,40	1.231,40	2,60	3.193,4	6,80	46.820,00
1995	14.492,50	21,50			4.195,20	6,20	3.011,60	4,50	38.007,40	56,40	3.105,90	4,60	4.581,2	6,80	67.393,90
2000	23.887,60	24,30			9.339,40	9,50	4.107,90	4,20	48.841,70	49,70	4.557,70	4,60	7.561,4	7,70	98.295,70
2001	23.557,30	24,30			9.907,80	10,20	4.370,00	4,50	46.989,00	48,40	4.888,20	5,00	7.357,7	7,60	97.070,00
2002	23.559,40	22,90			10.867,30	10,60	4.580,50	4,40	50.489,40	49,00	5.103,90	5,00	8.347,3	8,10	102.947,90
2003	25.194,90	22,50			12.871,90	11,50	4.554,00	4,10	55.099,20	49,30	4.974,80	4,50	9.071,2	8,10	111.766,10

NOT: 1984 Yılından itibaren 2705 sayılı yasa ile köyler Dağıtım Müesseselerine devredilmiş ve bu köylerin aboneleri tüketim koduna göre bireysel aboneliğe dönüştürülmüştür.

Ülkemizin sanayileşmesine paralel olarak artacak olan talebin güvenilir olarak karşılanması çerçevesinde, gerek birincil, gerekse ikincil enerji kaynakları üretim ve arzlarında, önemli artışların olması beklenmektedir.(Tablo 19)

Tablo 19: Yıllara Göre Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Bilançosu (1960-2004)³⁴

YILLAR	Termik Üretim (Milyon KWh)	Hidrolik Üretim (Milyon KWh)	Türkiye Üretimi (Milyon KWh)	Üretim Artışı(%)	Dış Alım (Milyon KWh)	Dış Satım (Milyon KWh)	Türkiye Tüketimi (Milyon KWh)	Tüketim Artışı (%)
1960	1.813,70	1.001,40	2.815,10	8,8	0	0	2.815,10	8,8
1965	2.773,70	2.179,00	4.952,70	11,3	0	0	4.952,70	11,3
1970	5.590,20	3.032,80	8.623,00	10	0	0	8.623,00	10
1975	9.719,20	5.903,60	15.622,80	15,9	96,2	0	15.719,00	16,6
1980	11.927,20	11.348,20	23.275,40	3,3	1.341,10	0	24.616,50	4,5
1985	22.174,00	12.044,90	34.218,90	11,8	2.142,40	0	36.361,30	9,3
1990	34.395,30	23.147,70	57.543,00	10,6	175,5	906,8	56.811,70	8
1995	50.706,40	35.541,00	86.247,40	10,1	0	695,8	85.551,60	10
2000	94.009,70	30.916,30	124.926,00	7,3	3.791,30	437,3	128.280,00	8,3
2001	98.652,50	24.072,20	122.724,70	-1,8	4.579,40	432,8	126.871,30	-1,1
2002	95.667,80	33.731,70	129.399,50	5,4	3.588,20	435,1	132.552,70	4,5
2003	105.189,60	35.390,90	140.580,50	8,6	1.158,10	587,6	141.150,90	6,5
2004	103.777,00	46.104,80	149.881,80	8,6	463,4	1.106,20	149.239,10	5,7

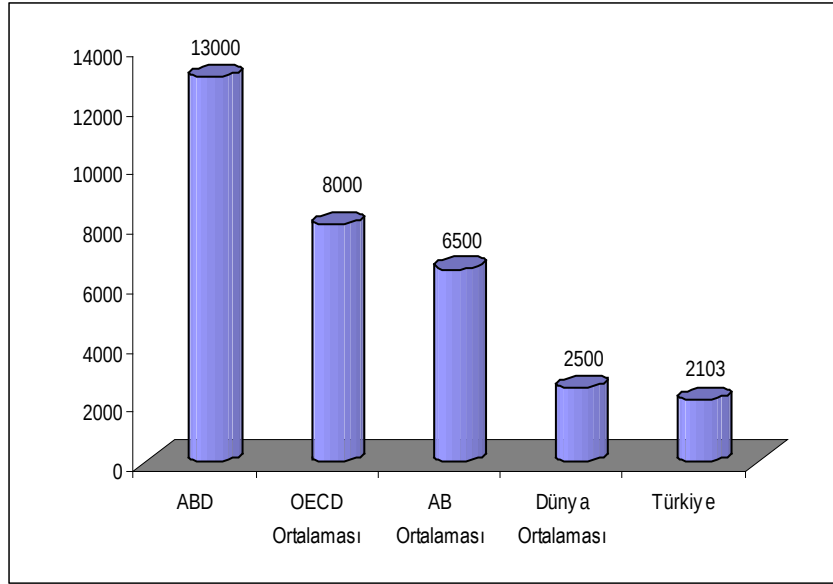
Not: Hidrolik dışı yenilenebilir kaynaklar (termik biyokütle hariç) hidrolik içinde yer almaktadır.

³² TEİAŞ³³ TEİAŞ³⁴ TEİAŞ

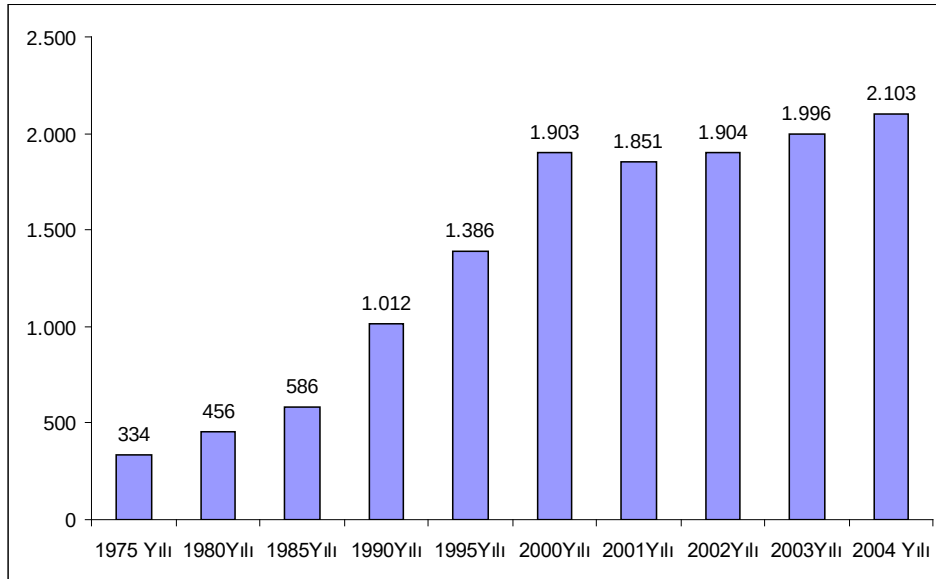
İkincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisi tüketiminde de 1980’li yıllardan itibaren artışlar gözlemlenmektedir. 1990 yılında 57.543 GWh olan elektrik enerjisi üretimi yıllık ortalama % 7,1 artışla 2004 yılı sonu itibarıyla 150.698 GWh olarak gerçekleşmiştir. 2004 yılında 464 milyon KWh’lık ithalat ve 1.144 milyon KWh’lık ihracat ile tüketim 150 milyar KWh olmuştur.

2006 yılı itibarıyla ülkemizin elektrik üretim tesislerinin kurulu gücü 38.792 MW olup, 11.000 MW’lık bir enerji üretebilecek tesisler inşa halindedir. Türkiye’de kişi başına düşen brüt elektrik enerjisi tüketimi 2002 yılında 1.904 KWh/kişi, 2004 yılında 2.103 KWh/kişi’dir.

2004 verilerine göre Avrupa ortalaması 6,500 KWh/kişi, ABD’de 13,000 KWh/kişi, OECD ülkeleri ortalaması 8.000 KWh/kişi ve dünya ortalamasının ise 2.500 KWh/kişi olduğu dikkate alındığında, ülkemizde kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin ne kadar düşük seviyede olduğu görülmektedir. (Grafik 4-5)



Grafik 4: 2004 Yılı Verilerine Göre Kişi Başı Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketiminin Karşılaştırılması (KWh)³⁵



Grafik 5: Ülkemiz Kişi Başı Net Elektrik Tüketiminin (KWh)Yıllara Göre Dağılımı³⁶

³⁵ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) İstatistikleri - www.teias.gov.tr

Bugün ülkemizdeki mevcut ekonomik HİDROLİK kaynaklı 129,9 Milyar KWh/yıl enerji potansiyelinin % 65'i, RÜZGARDA 10 bin MW ekonomik potansiyelin % 99,9'ü; JEOTERMAL kaynak potansiyelin % 95'i kullanılmamakta, BİYOKÜTLE enerjisi ve sınırsız enerji kaynağı olan GÜNEŞ enerjisi ise çok az kullanılmaktadır. HİDROJEN ve DALGA enerjisi konusunda araştırma çalışmaları yürütülmektedir.

Oysa yenilenebilir enerji kaynaklarımızın kullanımının özendirilmesi, yaygınlaştırılması ve bu kaynakların kullanımı ile elektrik enerjisi üretim sistemlerini oluşturan malzeme, cihaz ve ekipmanların yerli üretim koşullarının oluşturulması ve hatta bu alanda teknoloji üretebilir bir seviyeye ulaşmamız gerekmektedir.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin olan ülkemizde, yüzey sıcaklığı 40°C'nin üzerinde olmak üzere 140 adet Jeotermal saha vardır. Türkiye'nin bu sahalarda brüt teorik ısı potansiyeli 31.500 MW'dır. Ülkemizde 4.500 MW'lık Jeotermal elektrik potansiyelinin ancak 500 MW'lık bölümü üretilebilir niteliktedir. Başka bir deyişle jeotermal elektrik enerjisi teknik potansiyeli 500 MW'tır. Ancak 2005 yılı itibarıyla Denizli'de kurulu olan Jeotermal enerji santrali kapasitesi 20 MW gücündedir.

Güneş enerjisi bakımından da ülkemiz geniş avantajlara sahip olmasına rağmen bu alanda gerekli yatırım ve politikalar geliştirilmemiştir.

Yine dünyada rüzgar teknolojisi son derece gelişmiş olup özellikle Amerika'da yapılan araştırmalar sonucunda rüzgar maliyetlerinin kömür ve gaz ile rekabet edebilir noktaya geldiği öne sürülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda ülkemizde rüzgar potansiyelinin oldukça yüksek olduğu EİEİ ve Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilmiştir. Ancak Türkiye'nin rüzgar enerjisi bakımından İngiltere'den sonra dünyanın en büyük potansiyeline sahip olmasına karşın bu alanda yapılan yatırım yok denecek kadar azdır.

Tüm bu yatırımsızlık ve politikasızlık enerji maliyetlerini artırmakta ve Türkiye'nin enerji ve enerji kaynakları ithalatçısı olma konumunu pekiştirmektedir.

Aşağıda yer alan Tablo 20 ile Grafik 6 ve 7'de de görüleceği gibi ülkemizde kurulu gücün yıllara göre arttığını görmekteyiz. Bu Tablo ve grafiklerden de görüleceği gibi gerek yenilenebilir, gerekse fosil enerji kaynaklarımızın yeterince kullanılmadığı görülmektedir.

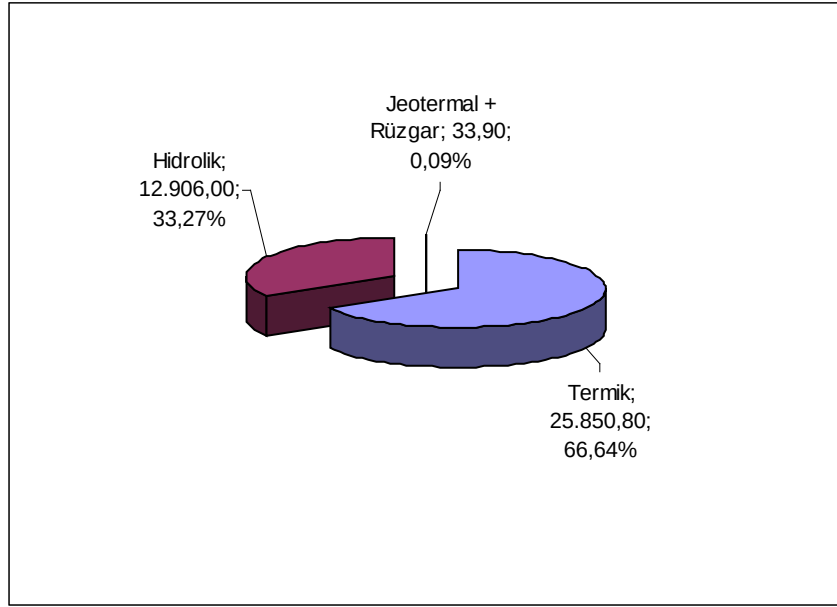
Tablo 20: Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi (MW)³⁷

YIL	Termik	Hidrolik	Jeotermal + Rüzgar.	Toplam
1913	17,20	0,10		17,30
1923	32,70	0,10		32,80
1930	74,80	3,20		78,00
1935	121,20	5,00		126,20
1940	209,20	7,80		217,00
1945	237,70	8,20		245,90
1950	389,90	17,90		407,80
1955	573,50	38,10		611,60
1960	860,50	411,90		1.272,40
1965	985,40	505,10		1.490,50
1970	1.509,50	725,40		2.234,90
1975	2.407,00	1.779,60		4.186,60
1980	2.987,90	2.130,80		5.118,70
1985	5.229,30	3.874,80	17,50	9.121,60
1990	9.535,80	6.764,30	17,50	16.317,60
1995	11.074,00	9.862,80	17,50	20.954,30
2000	16.052,50	11.175,20	36,40	27.264,10
2001	16.623,10	11.672,90	36,40	28.332,40
2002	19.568,50	12.240,90	36,40	31.845,80
2003	22.974,40	12.578,70	33,90	35.587,00

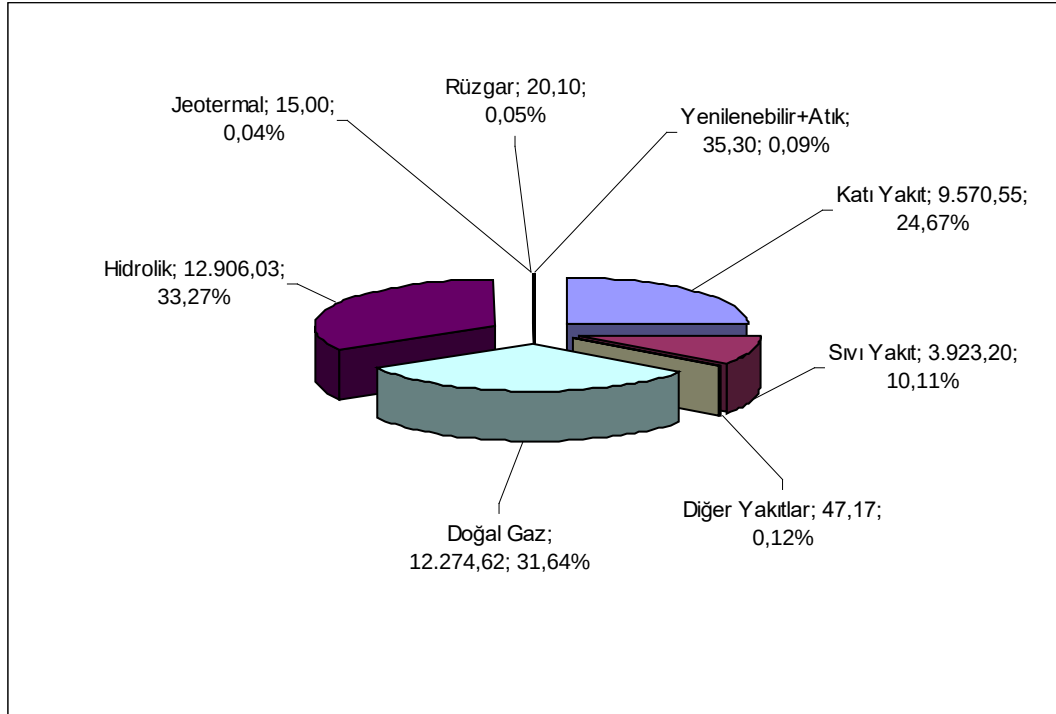
³⁶ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) İstatistikleri - www.teias.gov.tr

³⁷ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) - www.teias.gov.tr

2004	24.144,70	12.645,40	33,90	36.824,00
2005	25.850,80	12.906,00	33,90	38.790,70



Grafik 6: Ülkemizin 2005 Yılındaki Kurulu Gücün Dağılımı (MW)³⁸



Grafik 7: Türkiye'nin 2005 Yılı Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Detay Dağılımı (MW)³⁹

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımın düşüklüğü ülkemizi sanayinin en önemli girdisi olan enerji konusunda emperyalist tekellere bağımlı kılmaktadır.

Ülkemizde bu gidişi değiştirecek bir politika izlenmemekte, enerjide dışa bağımlılık sürekli olarak artmaktadır. Bu bağımlılığın bir göstergesi de 2005 yılı kurulu güç üretim ilişkisine baktığımızda ortaya çıkmaktadır.

³⁸ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) - www.teias.gov.tr, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) - www.die.gov.tr

³⁹ Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) - www.teias.gov.tr, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) - www.die.gov.tr

2004 yılı EİEİ verilerine göre Türkiye’de hidrolik enerji kaynağında kurulu güç 12.618 MW (% 35,46), üretim ise 45.300 GWh (% 32,2); rüzgar + jeotermal enerji kaynaklarında kurulu güç 35,1 MW (% 1,14), üretim ise 150 GWh (% 0,001); diğer enerji kaynaklarında ise kurulu güç 22.925,2 MW (% 64,4), üretim 95.280,5 GWh (% 74,76) dir.⁴⁰

2004 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi ise 150.698 GWh olup, bunun 104.464 GWh’i (%74,2) termik, 151 GWh’i jeotermal ve rüzgar (%0,1), 46.084 GWh’i (%24,9) hidroelektrik santrallerden sağlanmıştır. **Üretilen 150.698 milyar KWh elektrik enerjisinin yaklaşık % 20’si kayıp ve kaçaktır. Tüketilen 120,558 milyar KWh’lık elektrik enerjisinin % 45,81’i sanayide, % 22,93’ü konutlarda, % 12,63’ü ticarethanelerde, % 3,2’si genel aydınlatmada, % 4,46’sı resmi dairelerde ve % 10,97’si ise diğer tüketici gruplarında gerçekleşmiştir.**⁴¹

2005 yılı sonu itibariyle Türkiye’nin toplam kurulu gücü 38.790,70MW olup, bunun 25.850,80 MW ’ı termik, 33,9 MW ’ı jeotermal ve rüzgar, 12.906 MW ’ı hidrolik santrallere aittir. 2005 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi ise 162.142 GWh olup, bunun %74’ü termik, %0,1’i jeotermal ve rüzgar ve %25,9 hidroelektrik santrallerden sağlanmıştır.⁴²

Avrupa elektrik üretimi içindeki yenilenebilir enerjinin payını artırmayı planlar ve buna uygun politikaları hayata geçirirken, Türkiye’de ise tam tersi politikalar izlenerek hidrolik potansiyelimiz göz ardı edilmektedir. TEİAŞ tarafından yayınlanan veriler ve “Orta ve Uzun Dönem Elektrik Enerjisi Üretim Planlama Çalışması”na göre, hidroelektriğin tüm elektrik üretimi içindeki payı 2020 yılında % 16,6’ya düşerken, ithal yakıtla üretilen elektriğin payı aynı dönemde % 65’e ulaşmaktadır.⁴³

Gelecekteki enerji talebinin en uygun kompozisyonla ve enerji politikalarımızla uyumlu bir şekilde karşılanabilmesi için devam etmekte olan yatırımların zamanında tamamlanması gerekmektedir. Bir araştırmaya göre devam eden yatırımlara ilave 2005-2020 arasında 128,5 milyar dolar’lık yatırım yapılması gerekmektedir.(Tablo 21)

Tablo 21: 2005-2020 Yılları Arasında Enerji Sektörü Yatırım İhtiyacı (milyon dolar)⁴⁴

Kömür (Arama-üretim)	5.109
Petrol (Yurtdışı dahil rezerv ekleme ve gerekli yatırım)	16.000
Doğal Gaz	2.700
Elektrik	104.765
DSİ	6.093
EÜAŞ	458
Yeni Üretim Tesisi İhtiyacı	91.276
İletim	938
Dağıtım	6.000
Toplam	128.574

2005–2020 döneminde ortalama yıllık %7,9 artacağı kabul edilen enerji talebinin yedekle birlikte karşılanması için 7.385 MW’lık inşa halinde ve lisans almış projelerin dışında;

- ♦ 2005–2010 yılında ilave kapasite olarak plandan gelen: Doğal Gaz 2.800 MW, Hidrolik 542 MW, Rüzgar 500 MW, toplam 3.842 MW
- ♦ 2011–2015 yılında; Linyit 4.520 MW, Doğal Gaz 6.000 MW, Hidrolik 6811 MW, Rüzgar 625 MW, Nükleer 4.500 MW, toplam 22.456 MW,

⁴⁰ Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr

⁴¹ Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2004 Yılı Raporu – www.die.gov.tr

⁴² TEİAŞ ve EÜAŞ Verilerinden Yararlanılarak Hesaplanmıştır.

⁴³ Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi(TEAŞ) - www.teias.gov.tr

⁴⁴ Prof. Dr. Mustafa Özcan Ültanır

- ◆ 2016–2020 yılında ise; Linyit 5.520 MW, Taş Kömürü 1.200 MW, İthal Kömür 4.500 MW, Doğal Gaz 5.450 MW, Hidrolik 7.782 MW, Rüzgar 625 MW, toplam 25.077 MW olmak üzere toplam 51.375 MW

ilave kapasitenin sisteme eklenmesi öngörülmektedir. (Tablo 22-23-24)

Tablo 22: Yeni Kapasite İlavesinin Yakıt Cinslerine Dağılımı (MW)⁴⁵

Yıl	Linyit	Taş Kömürü	İthal Kömür	Doğal Gaz	F.Oil+ Dizel	Nükleer	Rüzgar	Hidrolik + Jeotermal	Toplam
2005	1082*	0	12**	922**	54**		860**	727*+98** =825	3.755
2006	0	0	119**	170**	0		409**	643*+76** =719	1.417
2007	0	0	0	390**		0	125	1070*+52**=1122	1.637
2008	0	0	0	0		0	125	334*	459
2009	320**	0	0	700		0	125	34**	1.179
2010	0	0	0	2.100		0	125	14** + 542=556	2.782
2005-2010	1.402	0	131	4.282	54	0	1.769	3.590	11.228
2011	1.040	0	0	1.950		0	125	731	3.846
2012	520	0	0	700		1.500	125	1.478	4.323
2013	1.040	0	0	1.675		0	125	1.598	4.438
2014	880	0	0	700		1.500	125	1.558	4.763
2015	1.040	0	0	975		1.500	125	1.445	5.085
2011-2015	4.520	0	0	6.000	0	4.500	625	6.811	22.456
2016	1.040	0	0	975		0	125	1.483	3.623
2017	1.200	0	500	975		0	125	1.559	4.359
2018	1.560	0	1.000	1.400		0	125	1.419	5.504
2019	1.040	600	1.000	1.400		0	125	1.590	5.755
2020	680	600	2.000	700		0	125	1.731	5.836
2016-2020	5.520	1.200	4.500	5.450	0	0	625	7.782	25.077
2005-2020	11.442	1.200	4.631	15.732	54	4.500	3.019	18.182	58.760

(*) İnşası devam eden projeler, (**) Temmuz 2004 tarihi itibarıyla lisans almış projeler

Tablo 23: Kurulu Gücün Yakıt Cinslerine Göre Gelişimi (MW)⁴⁶

Yıl	Linyit	%	Taş Kömürü	%	İthal Kömür	%	Doğal Gaz	%	F.Oil+ Dizel	%	Nükleer	%	Rüzgar	%	Hidrolik	%	Toplam
2005	8.301	20,08	555	1,34	1.483	3,59	13.137	31,78	3.307	8,00	0	0,00	879	2,13	13.681	33,09	41.343
2006	8.301	19,41	555	1,30	1.602	3,75	13.307	31,12	3.307	7,73	0	0,00	1.288	3,01	14.400	33,68	42.760
2007	8.301	18,70	555	1,25	1.602	3,61	13.697	30,85	3.307	7,45	0	0,00	1.413	3,18	15.521	34,96	44.396
2008	8.301	18,51	555	1,24	1.602	3,57	13.697	30,54	3.307	7,37	0	0,00	1.538	3,43	15.855	35,35	44.855
2009	8.621	18,73	555	1,21	1.602	3,48	14.397	31,27	3.307	7,18	0	0,00	1.663	3,61	15.889	34,52	46.034
2010	8.621	17,66	555	1,14	1.602	3,28	16.497	33,79	3.307	6,77	0	0,00	1.788	3,66	16.446	33,69	48.816
2011	9.661	18,35	555	1,05	1.602	3,04	18.447	35,03	3.307	6,28	0	0,00	1.913	3,63	17.177	32,62	52.662
2012	10.181	17,87	555	0,97	1.602	2,81	19.147	33,60	3.307	5,80	1.500	2,60	2.038	3,58	18.655	32,74	56.985
2013	11.221	18,27	555	0,90	1.602	2,61	20.822	33,90	3.307	5,38	1.500	2,40	2.163	3,52	20.253	32,97	61.423
2014	12.101	18,28	555	0,84	1.602	2,42	21.522	32,52	3.307	5,00	3.000	4,50	2.288	3,46	21.811	32,95	66.186
2015	13.141	18,44	555	0,78	1.602	2,25	22.497	31,56	3.307	4,64	4.500	6,30	2.413	3,39	23.257	32,63	71.272
2016	14.181	18,93	555	0,74	1.602	2,14	23.472	31,34	3.307	4,42	4.500	6,00	2.538	3,39	24.740	33,03	74.895
2017	15.381	19,41	555	0,70	2.102	2,65	24.447	30,85	3.307	4,17	4.500	5,70	2.663	3,36	26.299	33,18	79.254
2018	16.941	19,99	555	0,65	3.102	3,66	25.847	30,50	3.307	3,90	4.500	5,30	2.788	3,29	27.717	32,70	84.757
2019	17.981	19,87	1.155	1,28	4.102	4,53	27.247	30,10	3.307	3,65	4.500	4,93	2.913	3,22	29.307	32,38	90.512
2020	18.661	19,37	1.755	1,82	6.102	6,33	27.947	29,01	3.307	3,43	4.500	4,70	3.038	3,15	31.038	32,21	96.348

⁴⁵ TEİAŞ

⁴⁶ TEİAŞ

Tablo 24: 2005–2020 Yılları Arz–Talep Dengesi⁴⁷

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Kurulu Güç(MW)	Termik	26.784	27.073	27.463	27.463	28.483	30.583	33.573	36.293	39.008	42.088	45.603	47.618	50.293	54.253	58.293	62.273	
	Hidrolik ve Yenilenebilir	14.560	15.688	16.934	17.393	17.552	18.234	19.090	20.693	22.416	24.099	25.670	27.278	28.961	30.505	32.220	34.076	
	Toplam	41.343	42.760	44.396	44.855	46.034	48.816	52.663	56.985	61.423	66.187	71.272	74.895	79.254	84.758	90.513	96.349	
	Talep (MW)	25.000	28.270	30.560	33.075	35.815	38.785	41.965	45.410	49.030	52.905	57.050	60.845	65.245	69.835	74.585	79.350	
	Yedek (%)	65	51	45	36	29	26	26	26	25	25	25	23	22	21	21	21	
Enerji (GWh)	Proje	Termik	172.266	176.101	183.356	182.593	195.760	211.043	230.772	249.910	268.520	289.732	313.928	327.624	345.668	372.361	399.529	425.998
		Hidrolik ve Yenilenebilir	50.104	52.411	57.420	58.971	59.482	62.283	65.818	71.622	78.092	84.261	89.115	94.470	100.133	105.984	112.282	118.290
		Toplam	222.371	228.512	240.776	241.564	255.242	273.326	296.590	321.532	346.612	373.993	403.042	422.094	445.800	478.345	511.811	544.288
	Güvenilir	Termik	162.718	166.552	173.877	173.114	184.519	199.802	219.531	238.669	257.279	278.491	302.687	316.383	334.427	361.120	388.288	414.757
		Hidrolik ve Yenilenebilir	38.450	39.905	42.944	44.052	44.352	45.666	47.107	50.548	54.414	57.847	60.226	63.252	66.598	69.394	72.990	76.560
		Toplam	201.167	206.457	216.821	217.166	228.871	245.468	266.638	289.217	311.693	336.337	362.913	379.635	401.024	430.514	461.277	491.318
	Talep (GWh)		159.650	176.400	190.700	206.400	223.500	242.020	262.000	283.500	306.100	330.300	356.200	383.000	410.700	439.600	469.500	499.490
	Yedek (%)	Proje	39	30	26	17	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12
		Güvenilir	26	17	14	5	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
İthalat (GWh)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9750	16250	16250	16250	16250	

2005-2020 döneminde elektrik enerjisi talebinde yıllık ortalama artış senaryosu Tablo 25'te yer almaktadır.

Tablo 25: Ülkemizin Talep Tahmini⁴⁸

YIL	Puant Talep		Enerji Talebi	
	MW	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2005	25.000,00	-	159.650,00	-
2006	28.270,00	13,10	176.400,00	10,50
2007	30.560,00	8,10	190.700,00	8,10
2008	33.075,00	8,20	206.400,00	8,20
2009	35.815,00	8,30	223.500,00	8,30
2010	38.785,00	8,30	242.020,00	8,30
2011	41.965,00	8,20	262.000,00	8,30
2012	45.410,00	8,20	283.500,00	8,20
2013	49.030,00	8,00	306.100,00	8,00
2014	52.905,00	7,90	330.300,00	7,90
2015	57.050,00	7,80	356.200,00	7,80
2016	60.845,00	6,60	383.000,00	7,50
2017	65.245,00	7,20	410.700,00	7,20
2018	69.835,00	7,00	439.600,00	7,00
2019	74.585,00	6,80	469.500,00	6,80
2020	79.350,00	6,40	499.490,00	6,40

2003 sonu itibariyle mevcut sistemdeki termik santrallere ilişkin veriler Tablo 26'da verilmektedir. 2003 yılı sonu itibarıyla inşa halindeki ve EPDK'dan Temmuz 2004 tarihi itibariyle lisans almış üretim tesislerinin işletmeye giriş yıllarına göre dağılımı Tablo 27'de verilmektedir.

⁴⁷ TEİAŞ⁴⁸ TEİAŞ

Tablo 26: Mevcut Termik Santral Verileri⁴⁹

Santralin Adı	Ünite Gücü		Ünite Sayısı	Santralin Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Proje Üretimi (GWh)	Isı Tüketimi (Kcal/KWh)	Bakım Süresi (Gün/Yıl)	Zorunlu Devredışı Olma Olasılığı (%)	Ortalama Isıl Değeri (Kcal/Kg)	Yakıt Maliyeti		İşletme Ve Bakım Maliyeti			Yakıt Cinsi
	Minimum (MW)	Maksimum (MW)				Maksimum Yükte				(\$/Ton)	(Cent/10 ⁶ kcal)	Sabit (\$/KW-Ay)	Sabit (\$/KW-Yıl)	Değişken (\$/MWh)	
Çatalağzı B	90	150	2	300	1.950	2.538	60	10	3.200	39	1.205	3	34	1	Taş Kömürü
Elbistan A 1-4	221	339	4	1.356	2.204	2.747	60	10	1.050	10	995	2	23	1	Linyit
Çayırhan	90	155	4	620	4.030	2.584	60	10	1.184	14	1.181	5	57	4	Linyit
Kangal	94	152	3	456	2.964	2.729	60	10	1.300	10	789	3	42	1	Linyit
Kemerköy	126	210	3	630	4.095	2.448	60	10	1.689	10	566	1	16	1	Linyit
Orhaneli	126	210	1	210	1.365	2.318	60	10	2.350	29	1.221	3	39	3	Linyit
Seyitömer	97	150	4	600	3.900	2.631	60	10	1.750	10	592	2	27	1	Linyit
Soma B	132	172	6	1.032	6.708	2.694	60	10	2.300	22	975	1	14	1	Linyit
Tunçbilek	105	122	3	366	2.379	2.707	60	10	2.350	34	1.459	4	44	1	Linyit
Yatağan	126	210	3	630	4.095	2.628	60	10	1.906	15	766	3	35	1	Linyit
Yeniköy	126	210	2	420	2.730	2.417	60	10	1.647	11	639	3	31	1	Linyit
Ambarlı Doğal Gaz	100	450	3	1.350	8.775	1.757	60	10	8.383	166	1.984	0	4	2	Doğal Gaz
Hamitabat	90	280	4	1.120	7.280	1.885	60	10	8.116	172	2.115	1	8	0	Doğal Gaz
Bursa	360	716	2	1.432	9.308	1.564	60	10	8.347	171	2.049	0	6	0	Doğal Gaz
Ambarlı+Hopa	100	170	4	680	4.420	2.313	55	10	9.600	218	2.271	1	9	0	Fuel Oil
Aliağa Gt	30	30	6	180	1.170	2.660	40	10	9.600	427	4.452	3	30	0	Motorin
Yİ Doğal Gaz	340	679	7	4.753	30.895	1.564	25	8	8.347	171	2.049	0	6	0	Doğal Gaz
Otoprodüktör	260	260	6	1.560	10.140	3.500	60	10	9.600	218	2.271	1	9	0	Fuel Oil
Yeni Otoprodüktör	122	244	14	3.416	22.204	1.564	40	10	8.347	171	2.049	0	6	0	Doğal Gaz
YİD	360	725	2	1.450	9.425	1.562	25	8	8.347	171	2.049	0	6	0	Doğal Gaz
Eüaş Diğer	24	24	1	24	156	2.638	40	10	10.300	459	4.452	3	30	0	Motorin
Yİ İthal Kömür	380	758	2	1.516	9.854	2.356	60	10	6.000	50	833	5	60	2	İthal Komur
Can	75	160	2	320	2.080	1.909	60	10	2.600	49	1.896	3	36	1	Linyit
Elbistan B	103	344	4	1.376	8.944	2.352	60	10	1.050	10	995	3	40	5	Linyit
Mobil	124	265	3	795	5.168	2.313	60	10	9.600	218	2.271	2	18	0	Fuel Oil

⁴⁹ EPDK

Tablo 27: İnşa Halindeki ve Lisans Almış Projelerin Yıllara Dağılımı (MW)⁵⁰

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005-2010
Linyit	İnşa halinde	1.080						1.080
	EPDK	2				320		322
	TOPLAM	1.082	0	0	0	320	0	1.402
İthal Kömür	EPDK	12	119					131
Doğal Gaz	EPDK	922	170	390				1.482
	TOPLAM	922	170	390	0	0	0	1.482
Fuel oil, LPG	EPDK	54						54
Hidrolik	İnşa halinde	727	643	1.070	334			2.774
	EPDK	73	68	51		34	14	240
	TOPLAM	800	711	1.121	334	34	14	3.014
Jeotermal	EPDK	25	8	1				34
Rüzgar	EPDK	860	409					1.269
TOPLAM		3.755	1.417	1.512	334	354	14	7.386

Tablo 28: Proje Üretim Kapasitesinin Yakıt Cinslerine Göre Gelişimi (GWh)⁵¹

	Linyit	Taş Kömürü	İthal Kömür	Doğal Gaz	F.Öl+ Dizel	Nükleer	Rüzgar	Hidrolik	Toplam
2005	41.442	3.135	11.004	97.287	19.398		2.992	47.612	222.870
2006	43.928	3.135	10.759	98.880	19.398		3.044	49.868	229.012
2007	49.986	3.135	10.759	99.653	19.398	0	3.841	53.580	240.352
2008	51.119	3.135	10.759	97.746	19.398	0	4.191	54.781	241.129
2009	59.619	3.135	10.759	102.660	19.398	0	4.541	54.942	255.054
2010	59.764	3.135	10.759	117.402	19.398	0	4.891	57.393	272.742
2011	66.616	3.135	10.759	130.248	19.398	0	5.241	60.578	295.975
2012	70.555	3.135	10.759	135.162	19.398	10.500	5.591	66.032	321.133
2013	77.407	3.135	10.759	146.921	19.398	10.500	5.941	72.152	346.212
2014	83.204	3.135	10.759	151.835	19.398	21.000	6.291	77.971	373.593
2015	90.056	3.135	10.759	158.679	19.398	31.500	6.641	82.475	402.642
2016	96.907	3.135	10.759	165.524	19.398	31.500	6.991	87.481	421.694
2017	104.813	3.135	14.053	172.368	19.398	31.500	7.341	92.793	445.400
2018	115.090	3.135	20.641	182.196	19.398	31.500	7.691	98.294	477.945
2019	121.942	7.035	27.229	192.024	19.398	31.500	8.041	104.242	511.411
2020	126.422	10.935	40.405	196.938	19.398	31.500	8.391	109.900	543.889

Tablo 29: Santrallerin Yıllara Göre Talebi Karşılaman Üretimlerinin Birincil Kaynaklara Dağılımı (GWh)⁵²

Yıllar	Elbistan	Diğer Linyit	Taş Kömürü	Fuel-Oil+ Motorin	Doğal Gaz	İthal Kömür	Rüzgar	Hidrolik	Nükleer	İthalat	İhracat	Toplam
2004	2.246	20.578	2.602	9.873	59.098	9.132	160	47.617	0	449	1.121	150.634
2005	2.246	16.628	1.202	8.873	74.987	7.937	160	47.617	0	0	0	159.650
2006	6.096	20.061	1.802	8.873	79.355	7.937	2.402	49.874	0	0	0	176.400
2007	17.709	32.277	1.042	260	72.040	9.954	3.841	53.579	0	0	0	190.702
2008	17.795	33.323	1.627	2.055	82.654	9.975	4.192	54.779	0	0	0	206.399
2009	17.838	36.333	1.667	5.741	92.461	9.978	4.541	54.941	0	0	0	223.500
2010	17.900	36.428	1.691	6.949	106.789	9.980	4.890	57.393	0	0	0	242.020
2011	22.434	38.622	1.672	6.610	116.863	9.981	5.238	60.580	0	0	0	262.000
2012	24.649	39.470	1.634	6.392	119.227	9.978	5.587	66.035	10.527	0	0	283.500
2013	29.188	41.549	1.609	6.792	128.364	9.978	5.938	72.154	10.527	0	0	306.099
2014	33.713	42.597	1.591	6.665	130.446	9.975	6.287	77.974	21.052	0	0	330.300
2015	38.214	44.652	1.613	6.856	134.200	9.970	6.636	82.479	31.579	0	0	356.200
2016	42.758	46.642	1.555	5.510	140.779	9.956	6.985	87.486	31.579	9.750	0	383.001
2017	47.265	49.745	1.549	5.882	145.134	13.163	7.334	92.799	31.579	16.250	0	410.700
2018	54.036	52.896	1.548	6.015	151.739	19.553	7.684	98.300	31.579	16.250	0	439.600
2019	58.564	54.990	2.296	6.172	161.398	25.968	8.033	104.249	31.579	16.250	0	469.500
2020	60.827	57.153	3.561	6.317	166.738	38.774	8.382	109.908	31.579	16.250	0	499.490

⁵⁰ EPDK⁵¹ TEİAŞ⁵² TEİAŞ

Tablo 30: Santrallerin Yıllara Göre Talebi Karşılamanın Üretimlerine Ait Yakıt Tüketimlerinin Birincil Kaynaklara Dağılımı (bin ton)⁵³

Yıllar	Elbistan	Diğer Linyit	Taş Kömürü	Fuel-Oil+ Motorin	Doğal Gaz	İthal Kömür
2004	5.172	27.534	2.161	3.230	12	3.561
2005	5.172	22.246	998	2.869	15	3.095
2006	13.404	26.795	1.497	2.869	15	3.095
2007	40.377	46.384	858	62	15	3.912
2008	40.573	47.555	1.330	494	16	3.920
2009	40.671	50.253	1.355	1.381	18	3.921
2010	40.813	50.363	1.374	1.671	21	3.922
2011	50.267	52.069	1.359	1.589	23	3.922
2012	54.874	52.657	1.329	1.537	23	3.922
2013	64.340	54.266	1.309	1.633	25	3.921
2014	73.774	55.052	1.294	1.604	25	3.920
2015	83.154	56.616	1.313	1.649	26	3.918
2016	92.629	58.102	1.267	1.325	27	3.913
2017	102.023	60.482	1.262	1.415	28	5.173
2018	116.134	62.913	1.261	1.447	29	7.684
2019	125.575	64.526	1.789	1.485	31	10.206
2020	130.294	66.210	2.677	1.520	32	15.238

NOT: Doğal gaz tüketimleri milyar m³ olarak verilmiştir.

Yapılan talep projeksiyonu ve buna bağlı hazırlanan elektrik üretim planları, 2009 yılından itibaren yeni kapasite yatırımlarının devreye girmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Bu çerçevede, yeni projelerin yapımına bir an önce başlanmasına önem verilmektedir. 2005-2020 yılları arasında toplam 51.375 MW yeni kapasite ilavesi için, inşa halinde ve lisans almış projelerin yatırım harcamaları hariç ve 2020 sonrası yatırımların bu döneme yansıyan harcamaları dahil olmak üzere, inşaat dönemi faizi hariç toplam yatırım tutarı 91,3 milyar dolar olarak hesaplanmaktadır. Bu harcamaların dönemlere dağılımı ise:⁵⁴

- ◆ 2005-2010 dönemi için toplam 15,5 milyar dolar veya yılda ortalama 2,6 milyar dolar,
- ◆ 2011-2015 dönemi için toplam 24,7 milyar dolar veya yılda ortalama 4,9 milyar dolar,
- ◆ 2016-2020 dönemi için toplam 51,1 milyar dolar veya yılda ortalama 10,2 milyar dolar,

2005 - 2020 plan dönemi için yıllık ortalama ise 5,7 milyar dolar olarak hesaplanmıştır.

2005-2020 arasında büyük bir yatırım ihtiyacı söz konusu olmakla birlikte, halen devam eden ve toplam maliyeti 76 milyar dolar olan 7.783 adet proje için bugüne kadar 32,6 milyar dolar harcanabilmiştir. Bu projelerin bitirilebilmesi için 43,5 milyar dolar ödenek ihtiyacı bulunmaktadır. Yatırımlar için ayrılan ödenek miktarı çok düşük seviyelerde kalmakta ve sonuçta bu projelerin bitirilebilmesi için 11 yıla ihtiyaç bulunmaktadır. Dolayısıyla, ihtiyaç duyulan yeni yatırımların gerçekleştirilmesinde finansman teminindeki güçlükler ön plana çıkmaktadır.

Ancak ülkemiz açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaşılmış olduğu potansiyel, içinde bulunulan enerji darboğazının aşılması, petrole olan bağımlılığın azaltılması ve döviz kaybının önlenmesi için önemli bir kaynaktır.

⁵³ TEİAŞ

⁵⁴ TEİAŞ

Eğer ülkemizde AR-GE çalışmalarına gerekli kaynak ayrılır, uygulamaya yönelik üniversite-iliqli meslek odaları-sanayi işbirliğı sağılanır ve bu konuda özellikle ulusal, kamusal çıkarları gözetten bir enerji programı uygulanabilirse; ülkemiz gerek ulusal kaynakları gerek insan gücü gerekse yetişmiş ve deneyimli mühendis yapısıyla gerekli teknolojik hamleyi yapabilecek alt yapıya sahiptir.

Ancak genel olarak ülkemizde Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)'dan AR-GE için ayrılan pay, dünya ülkeleri ile karşılaştırıldığında çok düşük kalmaktadır. Bu oran dünya ortalamasında % 2-3 civarında iken ülkemizde % 0,7'dır. Enerji üretimi konusunda da durum farklı değildir ve AR-GE çalışmaları için yeterli bir organizasyon ve çaba bulunmamaktadır.

Özellikle güneş, jeotermal ve rüzgar kaynaklarından enerji elde etmek için gerekli üretim ve ekipmanların büyük bir çoğunluğunun ülkemizde üretimi vardır. Bu konuda gerekli mühendis ve teknik elamana sahip olan ülkemizde gerekli yatırım ve işletme maliyetleri de göz önüne alındığında, "ulusal ve kamusal çıkarları gözetten bir enerji politikası"na ne kadar çok ihtiyaç olduğu açıktır.

Bu talep ve yatırım öngörülerinde, kaynak çeşitlemesi amacıyla da olsa ithal kaynaklara ağırlık verildiğı gözlemlenmektedir. Bugün, Türkiye'de hidrolik kaynaklara dayalı elektrik üretim potansiyelinin asgari 129,9 milyar KWh/yıl mertebesinde olduğu tespit edilmiştir. Yeni analizlerle bu kapasitenin 189 milyar KWh/yıl olabileceğı DSİ,EİEİ ve bazı özel sektör kuruluşlarınca öne sürölmektedir. Oysa ETKB analizlerinde öngörölen kapasite 2010'da 57.393 GWh, 2015'te 82.479 GWh ve 2020'de ise 109.908 GWh'tır. Bu verilere göre ulaşılması öngörölen üretim kapasiteleri hidrolik potansiyelin 2010'da %30,2'si, 2015'te %43,4'ü ve 2020'de ise %57,8'idir.

Benzer şekilde tutucu bir tahminle 10.000 MW, yenilikçi bir tahminle ise 20.000 MW olarak öngörölen rüzgara dayalı elektrik üretim kapasitesinin 2010'da 1.788MW'ye, 2015'te 2.413 MW'a ve 2020'de ise 3.038 MW'a ulaşması öngörölmektedir.

Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tam kapasitede değerlendirilmesi öngörölmezken, dışa bağımlı doğal gaz ve ithal kömüre dayalı yeni santrallerin tesisi planlanmaktadır. 2005'te 12.274 MW olan doğal gaz santrallerinin kapasitesinin 2010 yılında %34,4 artışla 16.487 MW'a, 2015 yılında %83,3 artışla 22.457 MW'a ve 2020 de ise %127,7 artışla 27,947 MW'a ulaşması planlanmaktadır. Benzer bir şekilde 2005'te 1.650 MW kapasitede olan ithal kömüre dayalı santrallerin 2020 de %269,6 artışla 6.102 MW kapasiteye ulaşması planlanmaktadır.

5. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

a. Dünyada Genel Durum

Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarının dünyadaki rezervlerinin oldukça sınırlı olduğuna yukarıda değinilmiştir. Bu kaynakların gelecekte tükenmesinin kaçınılmazlığı dışındaki başka bir boyut ise, özellikle fosil yakıtların yanmasıyla açığa çıkan gazların oluşturduğu sera etkisi sonucunda küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin insanlığın ve doğal yaşamın geleceğini tehdit etmesidir. Buna karşın yenilenebilir enerji kaynağı olarak tanımlanan güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, biyo-enerji, hidrojen, dalga veya okyanus enerjisi ve rüzgar enerjisi, enerjilerini direkt veya endirekt olarak güneşten almakta ve dolayısıyla da sürekli olarak yenilendiklerinden tükenmemektedirler. (Tablo 31)

Tablo 31: Enerji Üretim Sistemlerinin Çevresel Etkileri Açısından Kıyaslaması ⁵⁵

	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	-	-	-	-	-
Rüzgar	-	-	-	-	X	-
Güneş	-	-	-	-	-	-
Jeotermal	-	-	X	X	-	-

Uluslararası Enerji Ajansı 2004 verilerine göre, **yenilenebilir enerji kaynakları** (biyokütle, hidroelektrik, güneş, rüzgar, jeotermal vd.) **küresel ölçekte Toplam Birincil Enerji Tüketiminin (TPES) % 13,5’ünü karşılamıştır.**

1990-2004 yılları arasında küresel ölçekte Toplam Birincil Enerji Tüketimi yıllık % 1,4 oranında artış göstermesine rağmen, modern yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı (güneş, rüzgar) bu sürede yıllık % 19,1 modern biyokütle kaynaklarının kullanımı (kentsel çöp, biyogaz) yıllık % 7,6, jeotermal enerji ise yıllık % 2,3 oranında artmıştır.

Küresel elektrik üretiminin % 18,1’i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır.

Yine aynı yıllarda jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri küresel elektrik üretiminin % 0,6’sını oluşturmuştur.

Rüzgar enerjisi bu alandaki en önemli gelişmelerin arasında yer almaktadır. Rüzgar enerjisinde tüm dünyada kurulu güç 2003 yılında bir önceki yıla göre % 26 artmış olup, 2004 yılında toplam kurulu güç 40.000 MW’a ulaşmıştır. Bu alanda en büyük yatırımları sırasıyla Almanya 14.609 MW (% 37), ABD (6.370 MW, % 16), İspanya (6.202 MW, % 16), Danimarka (3.110 MW, % 8) ve Hindistan (2.110 MW, % 5) yapmıştır. ⁵⁶

Sera gazı salımlarının azaltılmasına yönelik 1997 Kyoto Protokolü’nün yürürlüğe girmesini kolaylaştırmak amacıyla, aralarında Avrupa Birliği ve Brezilya’nın bulunduğu bir grup ülke 2010 yılı itibarı ile dünya enerji tüketiminin % 10-15 arasındaki bölümünün yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasını önermişlerdir. Ancak başta ABD ve OPEC ülkeleri buna kendi çıkarları için karşı çıkmışlar, konu zirve sonunda yayınlanan Johannesburg Uygulama Planı’nda muğlak ifadeler ve önerilerle geçiştirilmiştir. Buna karşılık aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 20’ye yakın ülke Johannesburg Yenilenebilir Enerji Koalisyonu’nu oluşturmuş

⁵⁵ Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

⁵⁶ Uluslararası Enerji Ajansı

ve bir Bildirge yayınlamışlardır. Söz konusu Koalisyon Ekim 2003 itibarı ile 80’den fazla ülkeyi bir araya getirmiştir.⁵⁷

b. Avrupa Birliğinde Durum

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde sayılan büyük-hidro, küçük-hidro, rüzgar, katı biyokütle, yenilenebilir belediye atığı, biyogaz, tanımlanmamış yenilenebilir, jeotermal, güneş fotovoltaik ve gelgit/dalga’nın AB brüt elektrik enerjisi üretiminin gelişimi Tablo 32’de ve AB’de kurulu güç gelişimi Tablo 33’te verilmektedir.

Tablo 32: AB’de Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Gelişimi (GWh)⁵⁸

	Termik	Hidro	Rüzgar	Diğer Yenilenebilir	Toplam Yenilenebilir	Toplam Elektrik Üretimi (GWh)
1990	1.845.409,00	276.118,00	778	20.043,00	296.939,00	2.142.348,00
	86,14	12,89	0,04	0,94	13,86	
1991	1.893.103,00	285.044,00	1.097,00	20.217,00	306.358,00	2.199.461,00
	86,07	12,96	0,05	0,92	13,93	
1992	1.880.707,00	304.057,00	1.559,00	22.096,00	327.712,00	2.208.419,00
	85,16	13,77	0,07	1	14,84	
1993	1.881.248,00	306.166,00	2.362,00	23.705,00	332.233,00	2.213.481,00
	84,99	13,83	0,11	1,07	15,01	
1994	1.913.149,00	313.263,00	3.497,00	24.885,00	341.645,00	2.254.794,00
	84,85	13,89	0,16	1,1	15,15	
1995	1.967.851,00	309.983,00	4.071,00	27.448,00	341.502,00	2.309.353,00
	85,21	13,42	0,18	1,19	14,79	
1996	2.050.098,00	311.496,00	4.884,00	27.909,00	344.289,00	2.394.387,00
	85,62	13,01	0,2	1,17	14,38	
1997	2.058.423,00	315.771,00	7.364,00	32.657,00	355.792,00	2.414.215,00
	85,26	13,08	0,31	1,35	14,74	
1998	2.098.905,00	326.773,00	11.288,00	36.411,00	374.472,00	2.473.377,00
	84,86	13,21	0,46	1,47	15,14	
1999	2.128.187,00	328.002,00	14.209,00	37.090,00	379.301,00	2.507.488,00
	84,87	13,08	0,57	1,48	15,13	
2000	2.166.975,00	344.771,00	22.243,00	40.739,00	407.753,00	2.574.728,00
	84,16	13,39	0,86	1,58	15,84	
2001	2.215.361,00	362.517,00	27.194,00	43.836,00	433.547,00	2.648.908,00
	83,63	13,69	1,03	1,65	16,37	
2002	2.265.241,00	305.435,00	36.624,00	49.380,00	391.439,00	2.656.680,00
	85,27	11,5	1,38	1,86	14,73	

⁵⁷ Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB)

⁵⁸ 1991-1994 ve 1996-1997 yılları toplam k.güç bilgileri için TEİAŞ İstatistik kitabı, 2002-2003 rüzgar bilgileri için EurObserv’ER 2004 istatistikleri, 1990-2001 diğer bilgiler için IEA istatistikleri, 2002-2003 diğer bilgiler için Eurelectric istatistikleri

Tablo 33: AB'de Kurulu Güç Gelişimi (MW)⁵⁹

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Termik	kurulu güç (MW)	385.338,00	403.272,00	400.887,00	407.802,00	410.652,00	415.361,00	419.907,00	414.498,00	432.015,00	438.826,00	445.491,00	444.956,00	447.344,00	451.544,00
	toplamda payı (%)	77,04	77,38	77,01	77,08	77,00	76,97	76,86	76,38	76,81	76,41	75,96	75,26	74,64	74,02
Hidro	kurulu güç (MW)	109.239,00	111.844,00	112.986,00	114.005,00	114.596,00	114.983,00	115.461,00	115.979,00	115.962,00	117.162,00	118.288,00	118.543,00	118.465,00	119.720,00
	yenilenebilirde payı (%)	95,10	94,86	94,39	94,02	93,43	92,53	91,31	90,47	88,90	86,48	83,90	81,06	77,93	75,53
	toplamda payı (%)	21,84	21,46	21,70	21,55	21,49	21,31	21,13	21,37	20,62	20,40	20,17	20,05	19,77	19,62
Rüzgar	kurulu güç (MW)	474,00	653,00	905,00	1.243,00	1.675,00	2.471,00	3.409,00	4.608,00	6.205,00	8.909,00	12.813,00	17.136,00	23.299,00	28.676,00
	yenilenebilirde payı (%)	0,41	0,55	0,76	1,03	1,37	1,99	2,70	3,59	4,76	6,58	9,09	11,72	15,33	18,09
	toplamda payı (%)	0,09	0,13	0,17	0,23	0,31	0,46	0,62	0,85	1,10	1,55	2,18	2,90	3,89	4,70
Diğer Yenilenebilir	kurulu güç (MW)	5.159,00	5.410,00	5.806,00	6.010,00	6.377,00	6.805,00	7.580,00	7.615,00	8.278,00	9.413,00	9.888,00	10.555,00	10.249,00	10.118,00
	yenilenebilirde payı (%)	4,49	4,59	4,85	4,96	5,20	5,48	5,99	5,94	6,35	6,95	7,01	7,22	6,74	6,38
	toplamda payı (%)	1,03	1,04	1,12	1,14	1,20	1,26	1,39	1,40	1,47	1,64	1,69	1,79	1,71	1,66
Toplam Yenilenebilir	kurulu güç (MW)	114.872,00	117.907,00	119.697,00	121.258,00	122.648,00	124.259,00	126.450,00	128.202,00	130.445,00	135.484,00	140.989,00	146.234,00	152.013,00	158.514,00
	toplamda payı (%)	22,96	22,62	22,99	22,92	23,00	23,03	23,14	23,62	23,19	23,59	24,04	24,74	25,36	25,98
Toplam Kurulu		500.210,00	521.179,00	520.584,00	529.060,00	533.300,00	539.620,00	546.357,00	542.700,00	562.460,00	574.310,00	586.480,00	591.190,00	599.357,00	610.058,00

⁵⁹ IEA istatistikleri kullanılmıştır

Avrupa Birliği'nde 90'ların başında 114.872 MW olan yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam kurulu gücü 2003 yılı sonu itibarıyla % 38 artarak 158.514 MW'a ulaşmasına rağmen, 90'ların başında yenilenebilir enerjilerin toplam kurulu güçteki (500.210 MW) payı % 23'ten 2003 yılı sonunda (toplam kurulu güç 610.058 MW) sadece % 26'ya çıkmıştır.

1990 yılında yenilenebilir kaynakların toplam kurulu güçteki payları hidroliğin % 22, rüzgarın % 0,1 ve diğer yenilenebilir enerjilerin % 1 olmasına rağmen, bu oranlar 2003 yılında sırasıyla % 20, % 5 ve % 2 olarak gerçekleşmiştir.

2003 yılında toplam yenilenebilir kaynakların kurulu gücü içinde en büyük pay sırasıyla hidro (% 76), rüzgar (% 18) ve diğer yenilenebilir kaynaklara (% 6) aittir. 1990-2003 arasında toplam kurulu güçteki hidrolik pay, potansiyelin önemli bir kısmının kullanılmasından dolayı yıllar içinde sabit (% 20 civarında) kalırken, rüzgarın kurulu gücü 60 kat artarak toplam yenilenebilir içindeki payı % 0,4'den % 18'e çıkmıştır.

Hidro ve rüzgardan sonra en büyük paya sahip olan katı biyokütlenin de dahil olduğu diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının 2003 yılı sonu itibarıyla toplam kurulu güçteki payı % 2 civarında kalmıştır.

Yenilenebilir üretim % 32'lik artışla 1990 yılında 297 TWh'ten 2002 yılında 391 TWh'e çıkmasına rağmen, Avrupa Birliği'nde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı 1990-2002 arasında değişmeyerek, % 15-16 civarında kalmıştır. 2002 yılında toplam yenilenebilir üretimde ilk üç yenilenebilir kaynağın payı sırasıyla 305 TWh (% 78) ile hidro, 37 TWh (% 9) ile rüzgar ve 25 TWh (% 6) ile katı biyokütle aittir.

2002 yılında toplam elektrik üretimindeki payları ise hidronun % 11, rüzgarın % 1 ve katı biyokütlenin % 0,9 olmuştur. Büyük-hidrolik potansiyelin önemli oranda tüketilmesinin yanında hidrolik koşulların da etkisiyle, hidrolik üretimin yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik üretimindeki (% 90 civarında) ve toplam üretimdeki (% 13) payı sabit kalmıştır. 2002 yılında bu oranlar % 78 ve % 11'e düşmüştür.

AB ülkelerinin elektrik üretimi ve kurulu güç gelişimi incelendiğinde, hidrolik üretimin ve kurulu güç gelişiminin sabit oranda arttığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak, AB'ye üye ülkelerin büyük-hidrolik potansiyellerinin önemli bir kısmını kullanmış olmaları gösterilebilir. Hidrolik potansiyelin tükenmesinin de etkisiyle AB'de hidrolik gücün yerini rüzgar ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları almıştır.

AB'de yapılan geleceğe yönelik planlama çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynaklarında 50 MW ve üstü kapasitede büyük hidroelektrik santraller yerine 50 MW'den küçük kapasiteden küçük hidroelektrik santraller ve rüzgar gibi diğer yenilenebilir kaynaklar teşvik edilmektedir. Mevcut büyük-hidrolik potansiyelinin önemli bir kısmını işletmeye sokmuş olan Avrupa, yenilenebilir enerji hedeflerini tutturabilmek için başta rüzgar olmak üzere küçük-hidro, biyo-kütle ve diğer yenilenebilir enerjilere yönelmek zorunda kalmıştır.

c. Türkiye'de Durum

Türkiye'de 1990 yılında 23 TWh olan yenilenebilir kaynaklı üretim 58 TWh olan toplam elektrik üretiminin % 40'ına karşılık gelirken, 2003 yılında % 53 artışla 35 TWh'e yükselen yenilenebilir enerji kaynaklı üretimi aynı dönemde % 144 artışla 141 TWh olarak gerçekleşen toplam üretimin % 25'ini karşılayabilmektedir. Ülkemizde yenilenebilir kaynakların % 99'unu hidrolik oluşturduğundan yenilenebilir için verilen tüm değerler temelde hidrolik enerjiyi yansıtmaktadır.

Öte yanda, 2003 yılında talebin % 25'i (35 TWh) yenilenebilirden karşılanırken, 2010 yılında talebin % 26'sı (62 TWh) ve 2020 yılında % 24'ünün (118 TWh) yenilenebilir enerjilerden karşılanacağı öngörülmektedir.

Brüt elektrik tüketiminde hidroliğin ve rüzgarın payı 2003 yılında sırasıyla % 25 (35 TWh) ve % 0,04 (0,06 TWh) olarak gerçekleşirken, 2010 yılında hidrolik % 24 (57 TWh) ve rüzgar % 2 (5 TWh), 2020 yılında ise % 22 (110 TWh) ve % 2 (8 TWh) olacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye'nin 1990-2003 dönemleri brüt elektrik talebinin ortalama yıllık artışı % 7,3 olarak gerçekleşmiştir. 2003-2010 dönemlerinde ortalama yıllık artış oranının % 8 olacağı, 2010-2020 dönemlerinde ise % 7,5 olacağı planlanmaktadır. 2003 yılında 141 TWh olarak gerçekleşen elektrik tüketiminin, 2003 yılına göre 2010 yılında % 71 artarak 242 TWh'e ve 2020 yılında ise % 254 artarak 500 TWh'e çıkacağı planlanmaktadır.

Talebi karşılayabilmek için 1990 yılında 16.318 MW olan toplam kurulu güç 2003 yılında % 118 artarak 35.587 MW'e çıkmıştır.

2003-2010 döneminde talebin karşılanması için Türkiye'de yılda ortalama 1.900 MW, 2010-2020 arasında ortalama 4.700 MW ilave kapasitenin işletmeye girmesi öngörülmektedir. Başka bir deyişle talepteki yüksek artışı güvenilir bir şekilde karşılayabilmek amacıyla 2003 yılında 35.587 MW olan toplam kurulu gücün 2010 yılında 48.816 MW'a ve 2020 yılında ise 96.348 MW'a çıkarılması gerekmektedir.

Türkiye'de brüt elektrik talebinde yüksek bir artış olmuştur ve bu artışın daha da artacağı beklenmektedir.

2003 yılı yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik 12.579 MW, rüzgar 19 MW ve jeotermal 15 MW kurulu güce sahiptir. 2003 yılında yenilenebilir enerjilerin toplam kurulu güçteki % 35 (12.613 MW) olan payı, planlama dönemi boyunca fazla değişmeyerek, 2010 yılında % 37 (18.234 MW) ve 2020 yılında ise % 35 (34.076 MW) civarında kalacağı tahmin edilmektedir.

Yenilenebilir enerji içinde en büyük pay yine hidroliğe ait olacak ve 2003 yılında hidroliğin toplamdaki payı % 35 (12.579 MW) olarak gerçekleşirken, bu oran 2010 ve 2020 yıllarında sırasıyla % 34 (16.446 MW) ve % 32 (31.038 MW) dolaylarında olacaktır.

Rüzgarın ise 2003 yılında % 0,1 (19 MW) olan payı çok hızlı artarak 2010 yılında 788 MW (% 4,1) ve 2020 yılında 3.038 MW (% 3) olacaktır.

Bu rakamlardan da görüleceği gibi yenilenebilir enerjilerin tüketimdeki payı fazla değişmemektedir. 2003 yılında talebin % 25'i (35 TWh) yenilenebilirlerden karşılanırken, 2010 yılında talebin % 26'sı (62 TWh) ve 2020 yılında % 24'ü (118 TWh) yenilenebilirlerden karşılanmaktadır.

Brüt elektrik tüketiminde hidrolik ve rüzgarın payı 2003 yılında sırasıyla % 25 (35 TWh) ve % 0,04 (0,06 TWh) olarak gerçekleşirken, 2010 ve 2020 yıllarında bu sıra değişmeyerek, 2010 yılında hidrolik % 24 (57 TWh) ve rüzgar % 2 (5 TWh), 2020 yılında ise % 22 (110 TWh) ve % 2 (8 TWh) olacağı tahmin edilmektedir.(Tablo 34-35)

Tablo 34: Türkiye'nin Kurulu Gücü Öngörüsü (MW)⁶⁰

	2003	2010	2020
Rüzgar	19	1.788	3.038
Hidro	12.579	16.446	31.038
Termik	22.974	30.582	62.272

⁶⁰ Türkiye Elektrik Üretimi Tablosunda Verilen Kaynakların Bilgileri Kullanılarak Hazırlanmıştır.

Tablo 35: Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Üretimi Öngörüsü (GWh)⁶¹

	2003	2010	2020
Rüzgar	61	4.890	8.382
Hidro	35.330	57.393	109.908
Termik	105.101	179.737	364.949

ETKB'nin 2010 yılına kadar devreye alınmasını öngördüğü 109,9 milyar KWh'lık hidrolik güç, bugün varlığı tespit edilen 129,9 milyar KWh'lık kapasitenin bile gerisindedir. Bilim insanları, DSİ içindeki bir çok mühendis, EİEİ ve hidrolik santral yatırımı yapan bazı özel şirketler, Türkiye'nin gerçek hidrolik enerji kapasitesinin küçük sular üzerinde kurulacak hidroelektrik santraller ile, 190 milyon KWh'a ulaşacağını söylemektedir. ETKB analizlerinde dikkate alınmayan bu 80 milyar KWh'lık üretim kapasitesi, yatırımı planlanan pahalı ve riskli nükleer santrallerde gerçekleştirilmesi ön görülen üretimin üç katına yakındır.

Aynı şekilde, ETKB öngörülerine göre, Türkiye'nin mevcut 10.000 MW'lık rüzgara dayalı elektrik enerjisi üretim kapasitesinin 2020 yılına kadar yalnızca 3.019 MW'lık kısmının değerlendirilmesi öngörülmektedir. Oysa kalan 7.000 MW'lık kapasite değerlendirilse, kurulması öngörülen nükleer santral üretimlerinin % 60'ına yakın bir bölümü rüzgar enerjisinden karşılanabilir.

Türkiye başta hidrolik olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları bakımından şanslı bir konumda bulunmaktadır. Ortalama yağışlı koşullarda elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilir toplam hidrolik potansiyel 36.355 MW veya 129,9 milyar KWh/yıl karşılığı olup, 2003 yılı sonu itibariyle 12.578 MW (45 milyar KWh, % 35) kapasite işletmede, 3.254 MW (11 milyar KWh, % 8) kapasite inşa halinde veya EPDK'dan lisans almış projelerdir. Geriye kalan kullanılabilir 20.523 MW veya 73 milyar KWh/yıl (73 milyar KWh, % 57) potansiyel aday hidrolik potansiyel olarak değerlendirilmektedir.

Bugünkü teknik koşullarda 10 metre yükseklikteki ortalama 6 m/s hızda, yılda 2.800 saat kullanma süresi ile kurulabilecek ekonomik rüzgar potansiyeli 10.000 MW yani 28 milyar KWh (88.000 MW teknik potansiyel) düzeyindedir.

Bu ekonomik potansiyelin yıllık çalışma saati en kötü rüzgar koşulunda (güvenilir üretim) 1.400 saate kadar düşerek ancak 14 milyar KWh üretim gerçekleştirebileceği düşünülmektedir. Rüzgar potansiyeli bakımından zengin olan yörelerimiz başta Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz olmak üzere kıyılarımızdır.

Türkiye'nin jeotermal brüt teorik ısı potansiyelinin 31.500 MW, teknik ısı potansiyelinin 7.500 MW ve kullanılabilir ısı potansiyelinin de 2.843 MW olduğu belirtilmektedir. Kullanılabilir potansiyelle sağlanabilecek olan enerji 1.800 BTEP/yıl kadardır. Kanıtlanmış jeotermal elektrik teknik potansiyeli 500 MW kadardır.

Türkiye'de klasik biyokütle enerjinin teknik potansiyeli 10.000 BTEP/yıl ve kullanılabilir potansiyeli 7.000 BTEP/yıl kadardır. Genelde ticari karakterde olmayan klasik biyokütlenin yerine modern biyokütlenin kullanılması uygun olup, modern biyokütle teknik potansiyeli 40.000 BTEP/yıl, kullanılabilir potansiyeli 25.000 BTEP/yıl düzeyindedir.

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 biyo-kütle yakıt miktarı 37-48 milyon ton düzeyinde olup sağlanabilecek enerji 14.800-19.000 BTEP/yıl dır.

⁶¹ Türkiye Elektrik Üretimi Tablosunda Verilen Bilgiler ve Kaynaklar Kullanılarak Hazırlanmıştır.

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 biyo enerji potansiyeli 7.150 BTEP/yıl kadardır.

Ülkemizde odun ve tezek biçiminde klasik biyokütle kullanımı olmasına karşın, enerji ormanları ve enerji tarımı ürünlerinin özel tekniklerle değerlendirilmesine ilişkin modern biyo-kütle kullanımı yoktur.

Deniz kökenli yenilenebilir enerjiler; deniz dalga enerjisi, deniz sıcaklık gradyant enerjisi, deniz akıntıları enerjisi (boğazlarda) ve gel-git (med-cezir) enerjisidir. Türkiye’de gel-git enerjisi olanağı yoktur. Ülkemiz için sözkonusu enerji grubu içerisinde **deniz dalga enerjisi ve boğazlarda deniz akıntıları enerjisi vardır.** Türkiye kıyılarının beşte birinden yararlanılarak sağlanabilecek **dalga enerjisi teknik potansiyeli 9.000 MW güç ve 18 TWh/yıl** enerji düzeyindedir.⁶²

Türkiye güneş kuşağı içerisinde bulunan bir ülke olup, güneş enerjisince zengindir. Bölgelere göre yıllık toplam güneşlenme süresi 2.993-1.971 h/yıl arasında değişirken, enerji yoğunluğu 1.460-1.120 KWh/m²-yıl sınırlarındadır. Türkiye’nin tüm yüzeyine karşılık gelen güneş gücü brüt olarak 111.500 GW kadardır. Ancak teknik potansiyel 1.400 GW olup, kullanılabilir potansiyel 116 GW olarak hesaplanmaktadır.⁶³

Güneş enerjisinin teknik olarak değerlendirilmesi güneş pilleri ve güneş kolektörleriyle gerçekleşmektedir. Güneş pilleri pahalı olduğundan dolayı ekonomik olarak kullanılabilir değildir. Güneş kolektörleri vasıtasıyla güneşten su ısıtmak amacıyla 350 bin tep faydalanılmaktadır. Teknik potansiyel olarak evlerin çatılarında bu miktarın 5 katı yer bulunmaktadır.

Ülkemizde EİEİ Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli;

Hidrolik	7,5 MTEP (Ekonomik Potansiyel)
Rüzgar	19,0 MTEP (Teknik Potansiyel), >2,5 MTEP (Ekonomik)
Jeotermal	5,5 MTEP (Teknik Potansiyel)
Güneş	80,0 MTEP (Teknik Potansiyel)
Biyokütle	6,0 MTEP (Teknik Potansiyel) olarak belirlenmiştir. ⁶⁴

Türkiye’nin 144 milyar KWh’lik hidrolik, 25-50 milyar KWh’lik rüzgar, 3 milyar KWh’lik jeotermal potansiyeli kullanılmayı beklemektedir. Bu potansiyellere güneş, biyoenerji ve diğerlerini de eklersek Türkiye’deki potansiyel gücün ne kadar yüksek olduğu ortaya çıkacaktır.

4628 sayılı yasa ile önce yalnızca elektrik piyasasını düzenlemek için kurulan Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu’nun amacı daha sonra yapılan düzenlemelerle birlikte, *“elektriğin, doğal gazın, petrolün ve LPG’nin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin*

⁶² Prof. Dr. Mustafa Özcan Ültanır

⁶³ Prof. Dr. Mustafa Özcan Ültanır

⁶⁴ Elektrik İşleri Etüt İdaresi(EİEİ) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr

sağlanması” şeklinde genişletilmiştir. Bu Kurum daha sonra 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile de Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu adını almıştır.

Bu yasaya dayanılarak çıkartılan “Elektik Piyasası Lisans Yönetmeliği” ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanarak yürürlüğe konan “Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” hükümleri doğrultusunda, 2001 yılından günümüze enerji üretimi konusunda lisans almak isteyen kuruluşlar EPDK’ya başvurmakta ve uygun bulunanlara lisans verilmektedir.

2001 yılından günümüze EPDK’ya lisans almak için toplam 841 başvuru olmuş olup bu başvuruların türlerine göre dağılımı Tablo 36’da görülmektedir.. EPDK lisans verileri ile ilgili diğer tablolar ise aşağıda yer almaktadır.

Tablo 36: Ülkemizdeki Enerji Üretimi, İletimi Dağıtımı ve Satışı Konusunda EPDK Lisans Dağılımı (Nisan 2006) ⁶⁵

Lisans Tipi	Yürürlükte Olan Lisans Adedi	İnceleme Ve Değerlendirmeye Alınan Lisans Başvuruları	İptal Edilen Lisanslar	Sona Erdirilen Lisanslar(EPDK Tarafından Lisans Verilmiş Ancak Firma Vazgeçmiş)	Reddedilen (Yükümlülüklerini Yerine Getirmemiş)
Üretim Lisansı	317	202			
Otoprodüktör Lisansı	174	19			
Otoprodüktör Grubu Lisansı	43				
TEİAŞ (İletim Lisansı)	1				
Toptan Satış Lisansı	21	1			
Dağıtım Lisansı	8				
Parakende Satış Lisansı	8				
TOPLAM	572	222	4	24	19

Nisan 2006 tarihi itibarıyla EPDK’ya yapılan başvuruların yatırımlarının gerçekleşmesi halinde, 534 santralde 38.160 MW kurulu güce ulaşılması ve yıllık üretimin 188,6 TWh/yıl olması mümkündür. (Tablo 37)

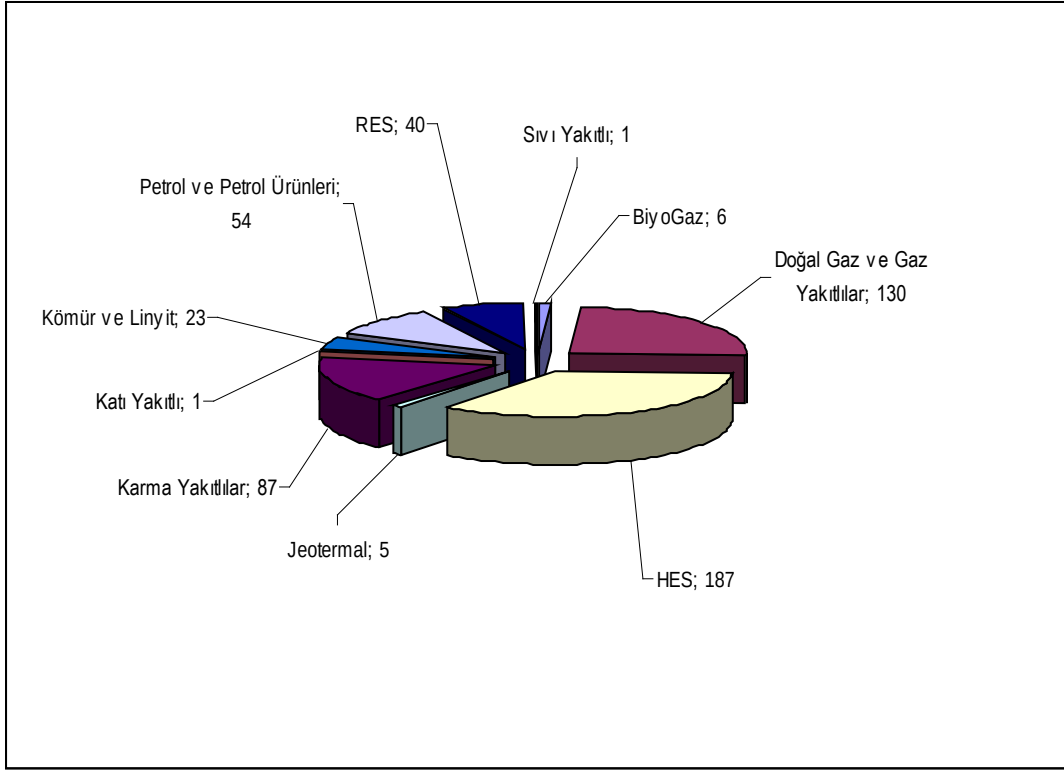
⁶⁵ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

Tablo 37: Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan EPDK Lisanslarının Tipine ve Yakıt Türlerine Göre Dağılımı (Nisan 2006) ⁶⁶

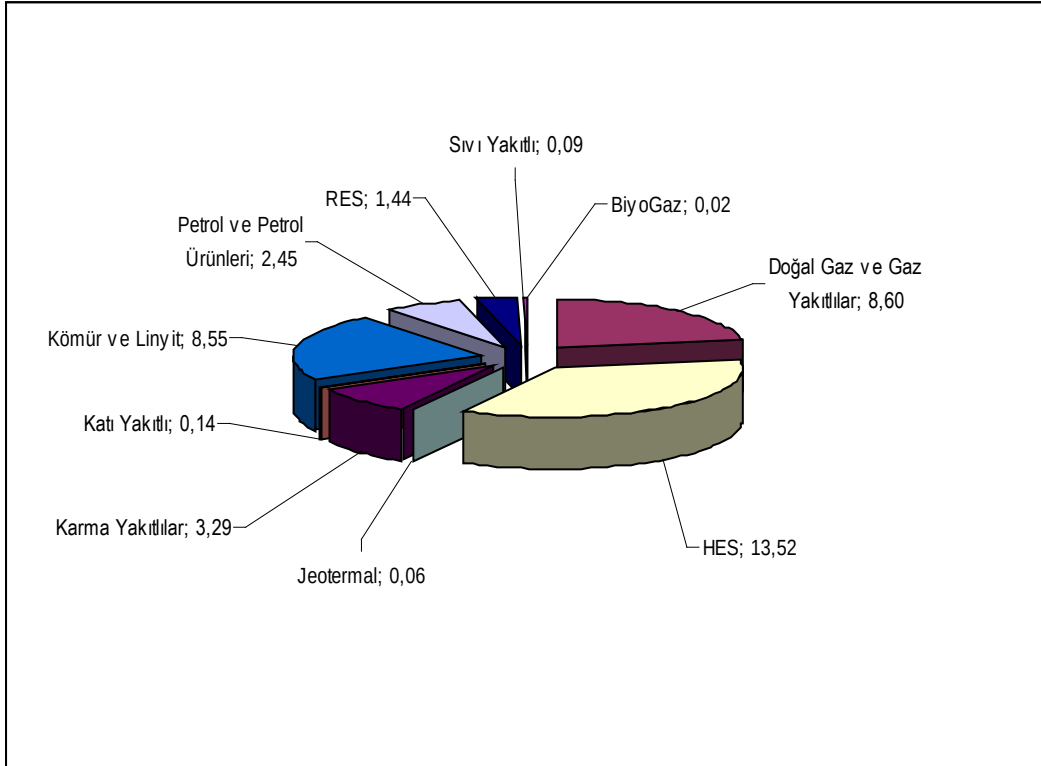
Yakıt Türü	Yürürlükte Olan Firma/ Lisans Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)
Asfaltit	1	138	972.000.000
Atık Isı	1	12	79.200.000
Biyo Gaz	4	6	41.146.140
Birleşik Isı Güç Santrali (Kojenerasyon) Tipinde, Doğal Gaz Yakıtlı	1	9	
Birleşik Isı Güç Santrali (Kojenerasyon) Tipinde, Doğal Gaz/Propan/LPG Yakıtlı	1	2	
Burner Fuel Oil-Rafineri Fuel Gaz-Doğal Gaz	1	85	556.500.000
Çöp Gazı	2	16	116.310.000
Doğal Gaz	101	8.234	52.817.309.400
Doğal Gaz Yakıtlı Kojenerasyon	10	155	
Doğal Gaz/Fuel-oil No:6	1	5	
Doğal Gaz-Dizel-LPG	1	5	39.734.744
Doğal Gaz-Fuel Oil	3	180	1.044.647.000
Doğal Gaz-Fuel Oil No:4-Motorin	2	13	72.500.000
Doğal Gaz-LPG	10	82	596.536.000
Doğal Gaz-LPG-Motorin	1	13	94.000.000
Doğal Gaz-LPG-Nafta	1	60	
Doğal Gaz-Mazot	3	21	136.040.000
Doğal Gaz-Motorin	10	309	1.321.110.500
Doğal Gaz-Motorin-Fuel oil no:6	1	87	515.000.000
Doğal Gaz-Motorin-LPG	1	6	43.700.000
Doğal Gaz-Nafta	16	846	4.852.759.453
Doğal Gaz-Nafta-Dizel	1	38	285.720.000
Doğal Gaz-Nafta-LPG	1	56	446.880.000
Doğal Gaz-Nafta-Motorin	3	150	1.027.117.979
Fuel Oil	17	1.027	6.341.649.000
Fuel Oil No:4	1	4	17.000.000
Fuel Oil No:6	17	828	6.042.100.000
Fuel oil No:6-Doğal Gaz	1	6	37.620.000
Fuel oil No:6-Fuel Gaz	1	44	290.000.000
Fuel Oil No:6-Irak (Kerkük) ham petrolü	1	11	80.000.000
Fuel oil no:6-Kesif siyah likör (mahlül)	2	28	155.000.000
Fuel oil No:6-Mazot	1	35	270.080.000
Fuel oil No:6-Motorin	1	10	74.000.000
Fuel oil No:6-Siyah Likör	1	10	37.174.180
Fuel Oil Siyah Likör Yakıtlı	1	21	
Fuel Oil-Doğal Gaz	3	92	593.416.000
Fuel Oil-Doğal Gaz-Motorin	1	21	168.000.000
Fuel Oil-Fuel Gaz	1	44	385.440.000
Fuel Oil-Kok Gazı-Yüksek Fırın Gazı	1	220	750.000.000
Fuel Oil-Mazot	1	14	105.000.000
Fuel Oil-Motorin	4	88	314.100.800

Yakıt Türü	Yürürlükte Olan Firma/ Lisans Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)
HES	182	13.470	42.930.306.396
HES Avcılar HES	1	9	
HFO No:6	1	31	
HFO No:6-Motorin No:2-Hampetrol	1	98	1.150.000.000
HFO-Dizel Oil	1	3	26.880.000
İthal Kömür	1	6	45.000.000
İthal Linyit Kömürü	1	4	27.500.000
Jeotermal	5	61	362.204.000
Kanal Tipi Avcılar HES	1	12	
Kanal Tipi Karasu HES	1	2	
Kanal Tipi Lamas-Gökler HES	1	2	
Katı Atık-Fuel oil	1	5	5.702.280
Kojenerasyon Tipi Doğal Gaz Yakıtlı	1	2	
Kojenerasyon Tipinde, Doğal Gaz Yakıtlı	1	4	
Kombine Çevrim Doğal Gaz	1	85	
Kömür	1	190	1.520.000.000
Kömür-Doğal Gaz	1	119	948.000.000
Kömür-Fuel oil No:6-LPG-Motorin	1	3	20.736.000
Kömür-Motorin	1	2	2.600.000
Kömür-Yüksek Fırın Gazı-Kok Gazı	1	35	230.000.000
LFG-Çöp Gazı	1	4	7.240.000
Linyit	15	7.548	45.491.747.267
Linyit-Doğal Gaz-Fuel Oil	1	16	45.000.000
Linyit-Fuel Oil	20	806	3.787.685.000
LPG	2	17	84.240.000
LPG-Mazot-Doğal Gaz	1	5	33.000.000
LPG-Nafta	2	9	65.155.323
Motorin	2	195	630.000.000
Nafta-Doğal Gaz	4	96	453.676.299
Nafta-Doğal Gaz-LPG-Motorin	1	10	54.781.456
Nafta-LPG-Doğal Gaz	1	10	68.000.000
Nafta-Motorin-Doğal Gaz	1	10	70.000.000
Nehir Tipi Çakıt HES	1	23	
RES	40	1.440	4.714.705.572
Taş Kömürü	1	300	1.650.000.000
Termik-Kojenerasyon	1	36	
Yerli Kömür	1	12	81.500.000
Yerli Linyit	1	320	2.304.000.000
Yerli-İthal Taşkömürü	1	135	1.064.340.000
TOPLAM	534	38.160	188.592.790.789

⁶⁶ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr



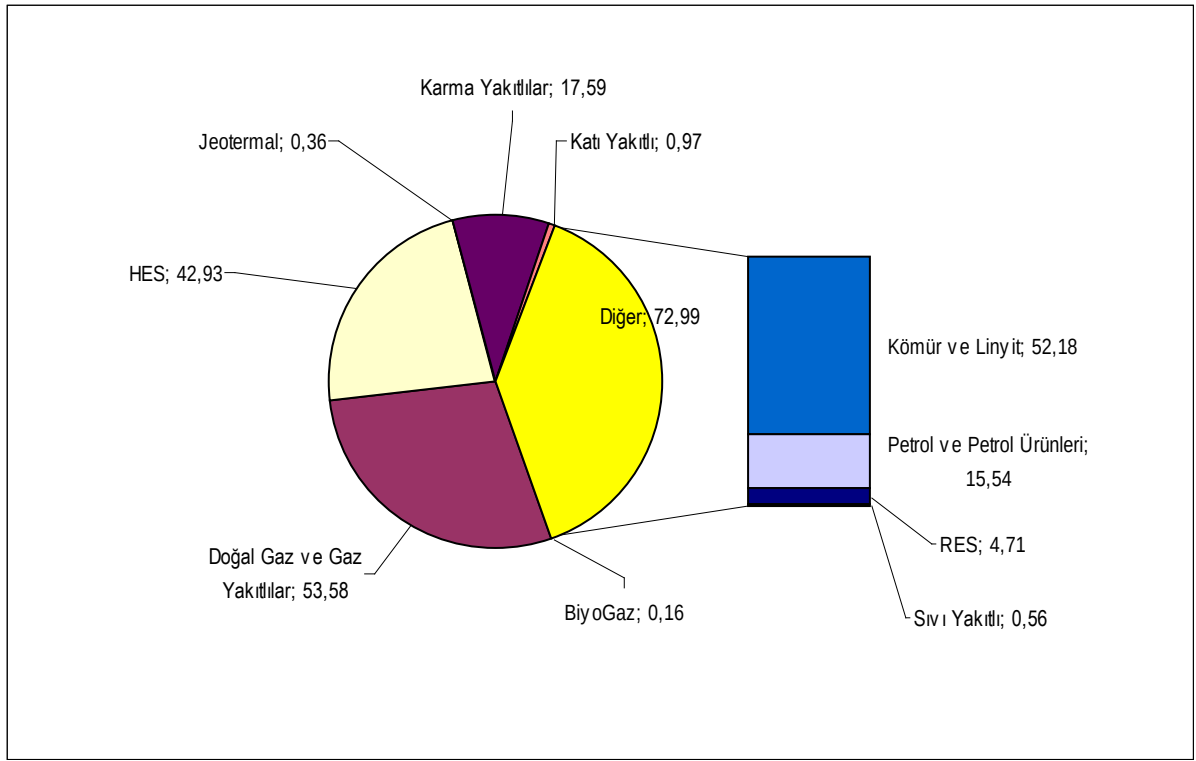
Grafik 8: Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan Tipine ve Yakıt Türlerine Göre EPDK Lisanslarının Firma Sayısı Açısından Dağılımı (Nisan 2006) (Adet)⁶⁷



Grafik 9: Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan Tipine ve Yakıt Türlerine Göre EPDK Lisanslarının Kurulu Güç Açısından Dağılımı (Nisan 2006) (GW)⁶⁸

⁶⁷ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

⁶⁸ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr



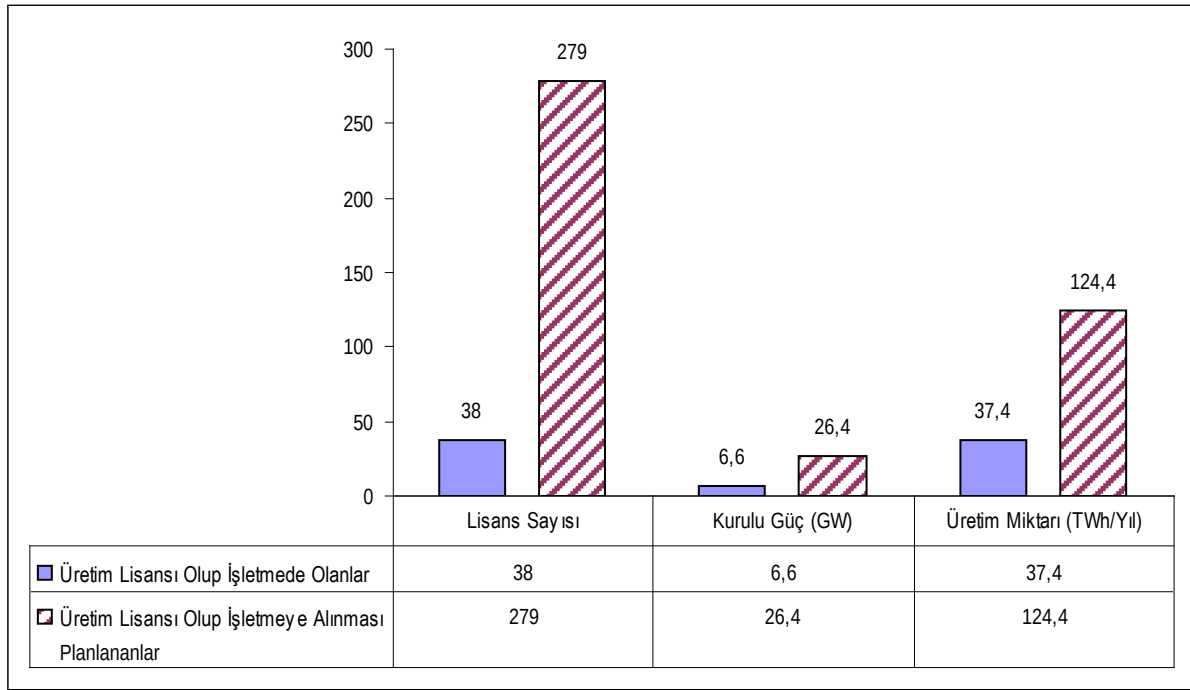
Grafik 10: Enerji Üretimi Konusunda Yürürlükte olan Tipte ve Yakıt Türlerine Göre EPDK Lisanslarının Yıllık Enerji Üretimi Açısından Dağılımı (Nisan 2006) (TWh/Yıl)⁶⁹

⁶⁹ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

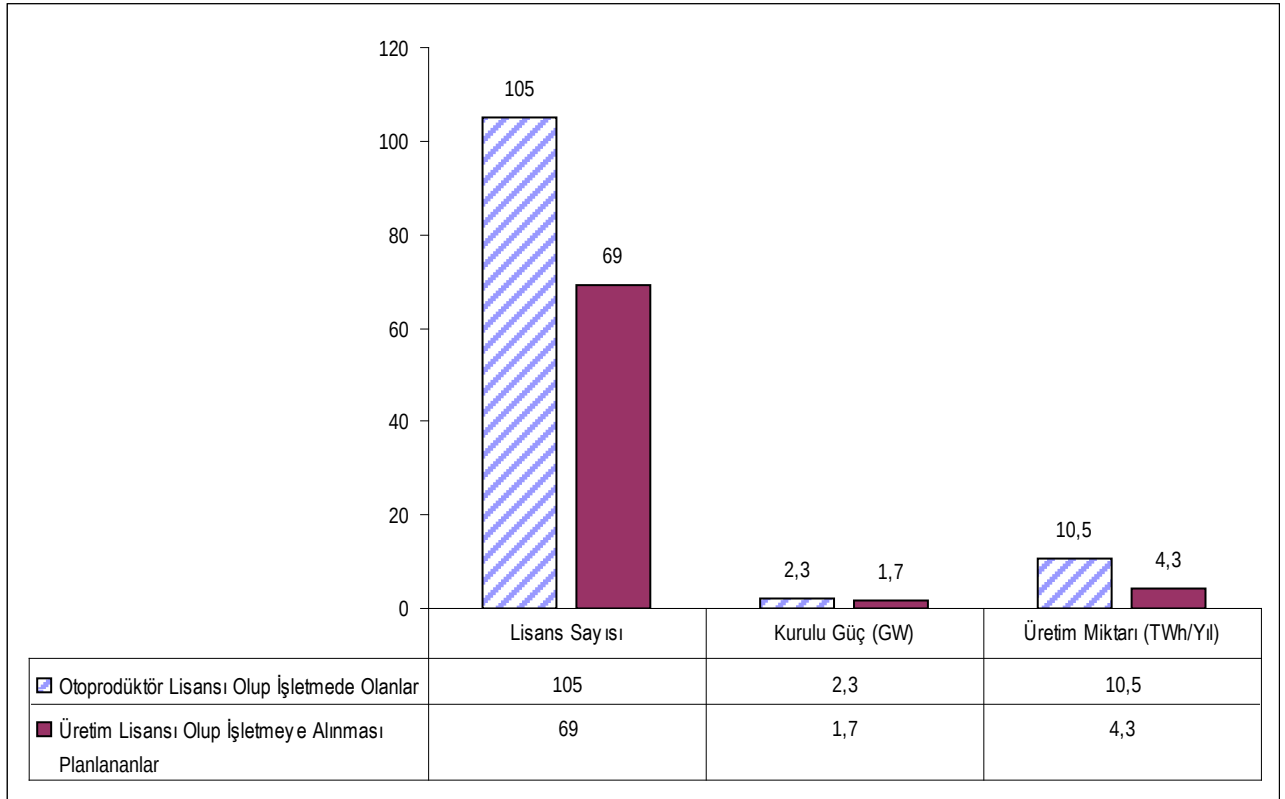
Tablo 38: EPDK Tarafından Üretim Lisansı Olan İşletmelerin Yakıt Türlerine ve İşletme Durumlarına Göre Dağılımı (Nisan 2006)⁷⁰

Yakıt Türü / Tesis Tipi	Yürürlükte Olan Firma/ Lisans Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)	Öngörülen İşletmeye Geçiş Tarihi
Bio Gaz	1	1	11.120.000	İşletmede
Doğal Gaz	1	33	225.000.000	İşletmede
Doğal Gaz-Motorin	2	24	170.000.000	İşletmede
Fuel oil No:6-Mazot	1	35	270.080.000	İşletmede
HES	19	1.591	5.458.976.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz	6	1.601	11.489.012.841	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Nafta-Dizel	1	38	285.720.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil No:6-İrak (Kerkük) ham petrolü	1	11	80.000.000	İşletmede
Termik / HFO No:6-Motorin No:2-Hampetrol	1	98	1.150.000.000	İşletmede
Termik / Linyit	4	2.541	14.795.000.000	İşletmede
Termik / Linyit-Fuel Oil	1	630	3.465.000.000	İşletmede
Toplam	38	6.604	37.399.908.841	
YATIRIM AŞAMASINDA OLANLAR				
Çöp Gazı	2	16	116.310.000	
Doğal Gaz	2	188	1.008.000.000	
Doğal Gaz Yakıtlı Kojenerasyon	4	134	-	
HES	154	11.276	36.468.670.396	
HES Avcılar HES	1	9	-	
HFO No:6	1	31	-	
Jeotermal	5	61	362.204.000	
Kanal Tipi Avcılar HES	1	12		
Kanal Tipi Karasu HES	1	2		
Kanal Tipi Lamas-Gökler HES	1	2		
Kombine Çevrim Doğalgaz	1	85	-	
Nehir Tipi Çakıt HES	1	23		
RES	38	1.438	4.707.775.572	
Termik / Asfaltit	1	138	972.000.000	
Termik / Doğal Gaz	25	5.029	30.330.034.031	
Termik / Doğal Gaz-LPG-Nafta	1	60	-	
Termik / Doğal Gaz-Motorin	1	127	-	
Termik / Doğal Gaz-Nafta	5	146	-	
Termik / Doğal Gaz-Nafta-LPG	1	56	446.880.000	
Termik / Doğal Gaz-Nafta-Motorin	1	15	-	
Termik / Fuel Oil	2	680	4.300.000.000	
Termik / Fuel Oil No:6	13	788	5.899.600.000	
Termik / Fuel oil No:6-Doğal Gaz	1	6	37.620.000	
Termik / Fuel Oil-Doğal Gaz	1	44	347.976.000	
Termik / Linyit	7	4.984	30.617.000.000	
Termik / Motorin	2	195	630.000.000	
Termik / Taş Kömürü	1	300	1.650.000.000	
Termik / Yerli Kömür	1	12	81.500.000	
Termik / Yerli Linyit	1	320	2.304.000.000	
Termik / Yerli-İthal Taşkömürü	1	135	1.064.340.000	
Termik-Kojenerasyon	1	36	-	
Termik-Kojenerasyon Tipi Doğalgaz yakıtlı	1	2		
Toplam	279	26.348	121.343.909.999	
Genel Toplam	317	32.952	158.743.818.840	

⁷⁰ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr



Grafik 11: EPDK Tarafından Üretim Lisansı Bulunan Firmaların İşletme Durumlarına Göre Dağılımları (Nisan 2006) (TWh/Yıl)⁷¹



Grafik 12: EPDK Tarafından Otoprodüktör Lisansı Bulunan Firmaların İşletme Durumlarına Göre Dağılımları (Nisan 2006) (TWh/Yıl)⁷²

⁷¹ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

⁷² Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

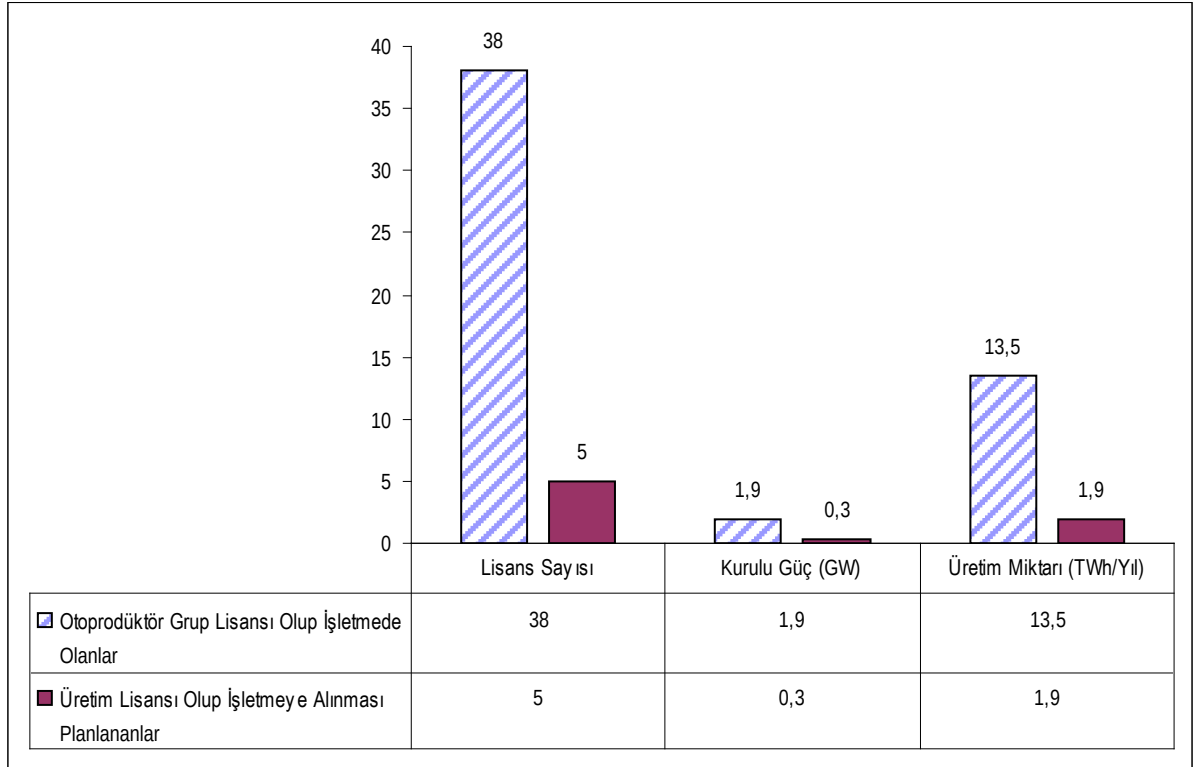
Tablo 39: EPDK Tarafından Otoproduktör Lisansı Olan İşletmelerin Yakıt Türlerine ve İşletme Durumlarına Göre Dağılımı (Nisan 2006)⁷³

Yakıt Türü / Tesis Tipi	Yürürlükte Olan Firma/ Lisans Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)	Öngörülen İşletmeye Geçiş Tarihi
Bio Gaz	1	3,2	24.100.000	İşletmede
HES	4	548,372	1.192.700.000	İşletmede
RES	1	1,5	4.500.000	İşletmede
Termik / Burner Fuel Oil-Rafineri Fuel Gaz-Doğal Gaz	1	85	556.500.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz	18	92,754	545.683.010	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Dizel-LPG	1	4,699	39.734.744	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Fuel Oil	3	180	1.044.647.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Fuel Oil No:4-Motorin	2	13	72.500.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-LPG	7	61	442.336.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Mazot	3	21	136.040.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Motorin	2	41	275.000.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Motorin-LPG	1	6	43.700.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil	12	293	1.637.401.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil No:4	1	4	17.000.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil No:6	2	20	64.500.000	İşletmede
Termik / Fuel oil No:6-Fuel Gaz	1	44	290.000.000	İşletmede
Termik / Fuel oil no:6-Kesif Siyah Likör (Mahlül)	2	28	155.000.000	İşletmede
Termik / Fuel oil No:6-Motorin	1	10	74.000.000	İşletmede
Termik / Fuel oil No:6-Siyah Likör	1	10	37.174.180	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Fuel Gaz	1	44	385.440.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Kok Gazı-Yüksek Fırın Gazı	1	220	750.000.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Mazot	1	14	105.000.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Motorin	3	38	134.100.800	İşletmede
Termik / HFO-Dizel Oil	1	3	26.880.000	İşletmede
Termik / Katı Atık-Fuel oil	1	5	5.702.280	İşletmede
Termik / Kömür	1	190	1.520.000.000	İşletmede
Termik / Kömür-Fuel oil No:6-LPG-Motorin	1	3	20.736.000	İşletmede
Termik / Kömür-Motorin	1	2	2.600.000	İşletmede
Termik / Kömür-Yüksek fırın Gazı-Kok Gazı	1	35	230.000.000	İşletmede
Termik / Linyit	3	21	63.747.267	İşletmede
Termik / Linyit-Fuel Oil	19	176	322.685.000	İşletmede
Termik / LPG	2	17	84.240.000	İşletmede
Termik / LPG-Mazot-Doğal Gaz	1	5	33.000.000	İşletmede
Termik / LPG-Nafta	2	9	65.155.323	İşletmede
Termik / Nafta-Doğal Gaz	1	9	62.000.000	İşletmede
Termik / Nafta-Doğal Gaz-LPG-Motorin	1	10	54.781.456	İşletmede
İşletmede Olanlar Toplamı	105	2.266	10.518.584.060	
Yatırım Aşamasında Olanlar				
Bio Gaz	2	927,34	5926140	
Doğal Gaz	3	20,451	-	
Doğal Gaz Yakıtlı Kojenerasyon	5	19,44	-	
Doğal Gaz Yakıtlı-Kojenerasyon	1	2	-	
Doğal Gaz/Fuel-oil No:6	1	4,65	-	
Fuel Oil No:6	1	8,2	-	
HES	3	30,83	17.860.000	
RES	1	1,2	2.430.000	
Termik / Atık Isı	1	11,5	79.200.000	
Termik / Doğal Gaz	39	426,263	2.952.984.907	
Termik / Fuel Oil	1	3,96	30.600.000	
Termik / Fuel Oil / Siyah Likör Yakıtlı	1	20,9	-	
Termik / Fuel Oil No:6	1	11,88	78.000.000	
Termik / Fuel Oil-Doğal gaz	1	10,895	65.440.000	
Termik / İthal Kömür	1	6	45.000.000	
Termik / İthal Linyit Kömürü	1	4	27.500.000	
Termik / Kömür-Doğal Gaz	1	118,5	948.000.000	
Termik / Linyit	1	2	16.000.000	
Termik / Linyit-Doğal Gaz-Fuel Oil	1	16	45.000.000	
Termik-Birleşik Isı Güç Santrali (Kojenerasyon) Tipinde, Doğal Gaz Yakıtlı	1	9		
Termik-Birleşik Isı Güç Santrali (Kojenerasyon) Tipinde, Doğal Gaz/Propan/LPG Yakıtlı	1	1,656		
Termik-Kojenerasyon Tipinde, Doğal Gaz Yakıtlı	1	4,14		
Yatırım Aşamasında Olanlar Toplamı	69	1.661	4.313.941.047	
Genel Toplam	174	3.927	14.832.525.107	

⁷³ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

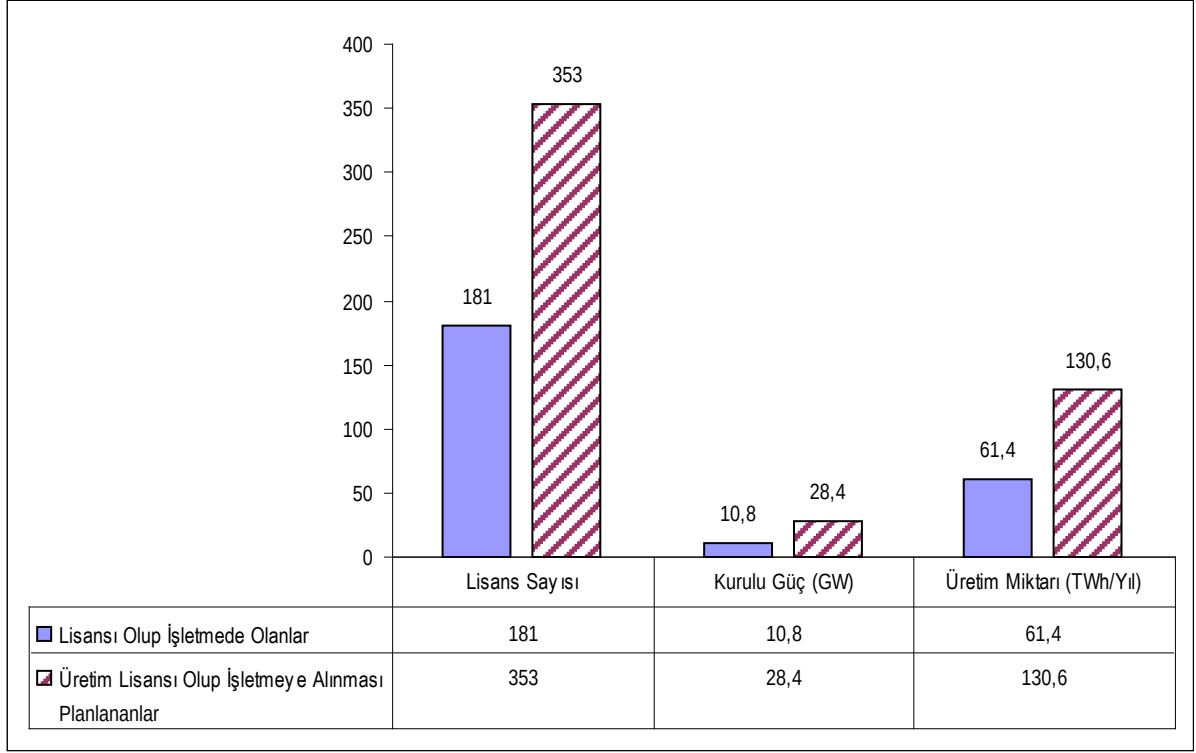
Tablo 40: EPDK Tarafından Otoprodüktör Grup Lisansı Olan İşletmelerin Yakıt Türlerine ve İşletme Durumlarına Göre Dağılımı (Nisan 2006)⁷⁴

Yakıt Türü / Tesis Tipi	Yürürlükte Olan Firma/ Lisans Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)	Öngörülen İşletmeye Geçiş Tarihi
HES	1	9	55.000.000	İşletmede
LFG-Çöp Gazı	1	4	7.240.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz	7	843	6.266.594.611	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-LPG	3	21	154.200.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-LPG-Motorin	1	13	94.000.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Motorin	3	49	346.010.500	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Motorin-Fuel oil no:6	1	87	515.000.000	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Nafta	9	528	3.577.492.344	İşletmede
Termik / Doğal Gaz-Nafta-Motorin	2	135	1.027.117.979	İşletmede
Termik / Fuel Oil	2	50	373.648.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Doğal Gaz	1	37	180.000.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Doğal Gaz-Motorin	1	21	168.000.000	İşletmede
Termik / Fuel Oil-Motorin	1	50	180.000.000	İşletmede
Termik / Nafta-Doğal Gaz	3	87	391.676.299	İşletmede
Termik / Nafta-LPG-Doğal Gaz	1	10	68.000.000	İşletmede
Termik / Nafta-Motorin-Doğal Gaz	1	10	70.000.000	İşletmede
İşletmede Olanlar Toplamı	38	1.954	13.473.979.733	
Yatırım Aşamasında Olanlar				
HES	1	14	44.100.000	
Termik / Doğal Gaz-Motorin	2	68	530.100.000	
Termik / Doğal Gaz-Nafta	2	172	1.275.267.109	
Yatırım Aşamasında Olanlar Toplamı	5	254	1.849.467.109	
Genel Toplam	43	2.208	15.323.446.842	



⁷⁴ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

Grafik 13: EPDK Tarafından Otoprodüktör Grup Lisansı Bulunan Firmaların İşletme Durumlarına Göre Dağılımları (Nisan 2006) (TWh/Yıl)⁷⁵



Grafik 14: EPDK Tarafından Verilen Lisansların Genel Olarak İşletme Durumlarına Göre Dağılımları (Nisan 2006) (TWh/Yıl)⁷⁶

Tablo 41: EPDK'ya Başvurusu Yapılan ve İnceleme Aşamasında Olan Lisansların Türlerine ve Yakıt Tiplerine Göre Dağılımı (Nisan 2006)⁷⁷

Yakıt Türü / Tesis Tipi	Başvurusu Olan Firma/ Lisans Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Lisans Türü
HES	2	19,61	Otoprodüktör
Kojenerasyon	2	12,40	Otoprodüktör
Termik (Doğalgaz / Hafif fuel oil)	1	10,80	Otoprodüktör
Termik/Doğal Gaz	11	61,82	Otoprodüktör
Termik/Doğal Gaz/Propan/LPG	1	1,66	Otoprodüktör
Termik/Fuel Oil	1	10,50	Otoprodüktör
Termik-Kojenerasyon/Doğal Gaz	1	4,14	Otoprodüktör
Toplam	19	120,91	
Çöp Gazı	3	20,60	Üretim
Güneş Enerjisi	3	62,00	Üretim
HES	184	6.926,11	Üretim
HFO (No 6) / Termik	1	30,50	Üretim
Hidrolik	3	31,74	Üretim
RES	4	106,55	Üretim
Termik	1	408,00	Üretim
Termik (Petrol arama çalışmalarında test aşamasında üretilen doğal gaz)	1	7,52	Üretim
Termik/Yerli Taş Kömürü/Metan Gazı	2	705,80	Üretim
Toplam	202	8.298,82	

⁷⁵ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

⁷⁶ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

⁷⁷ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

Genel Toplam	221	8.419,73	
--------------	-----	----------	--

2001 yılından Nisan 2006 tarihine kadar EPDK'ya bir çok başvuru olmuş ve enerji üretimi için lisanslar alınmıştır. Ancak alınan lisansların hayat bulması konusunda ülkemizin ilerleme kat ettiğini söylemek mümkün değildir. Bugüne kadar %20'nin üzerinde ilerleme kaydeden proje sayısı sadece 34'tür.(Tablo 42)

Tablo 42: Bu güne Kadar EPDK'dan Lisans Alarak Santral İmalatında % 20 Üzeri İlerleme Sağlamış Projelerin Toplam Adet ve Toplam Gücü(Nisan 2006)⁷⁸

Proje çeşidi	MW	Proje adedi
Biyogaz	16,34	3
Doğal Gaz	1240,549	15
Fueloil	170	2
Hidrolik	180,43	10
Jeotermal	6,85	1
Rüzgâr	70,5	3
TOPLAM	1.684,67	34

Sonuçta;

Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilirliği en az düzeyde çevresel etki yaratmaları, işletme ve bakım masraflarının az olması, yerli nitelikleri ve güvenilir enerji sağlama gibi özellikleri dolayısıyla ülkemiz için oldukça önemli bir yere sahiptir.

Bu enerji kaynaklarının ülkemiz açısından sahip olduğu potansiyel ve kullanım alanları aşağıdaki bölümlerde belirtilmektedir.

Unutulmamalıdır ki, kendi ulusal kaynaklarını teknolojik olarak daha fazla kullanabilen ülkeler gelecekte daha etkin konumda olacaklardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından, faydalanma konusu da, bu etkin konuma gelmek için gereken parametrelerin başında gelmektedir.

Otoprodüktör

Elektrik üretim tesisleri, bir sanayi tesisi ile entegre olarak çalışan, buhar, sıcak gaz gibi çıktıları prosesde kullanılan veya sanayi atıklarını, yan ürünlerini elektrik üretiminde kullanarak aynı zamanda sanayi tesisinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayan tesislerdir.

Kojenerasyon

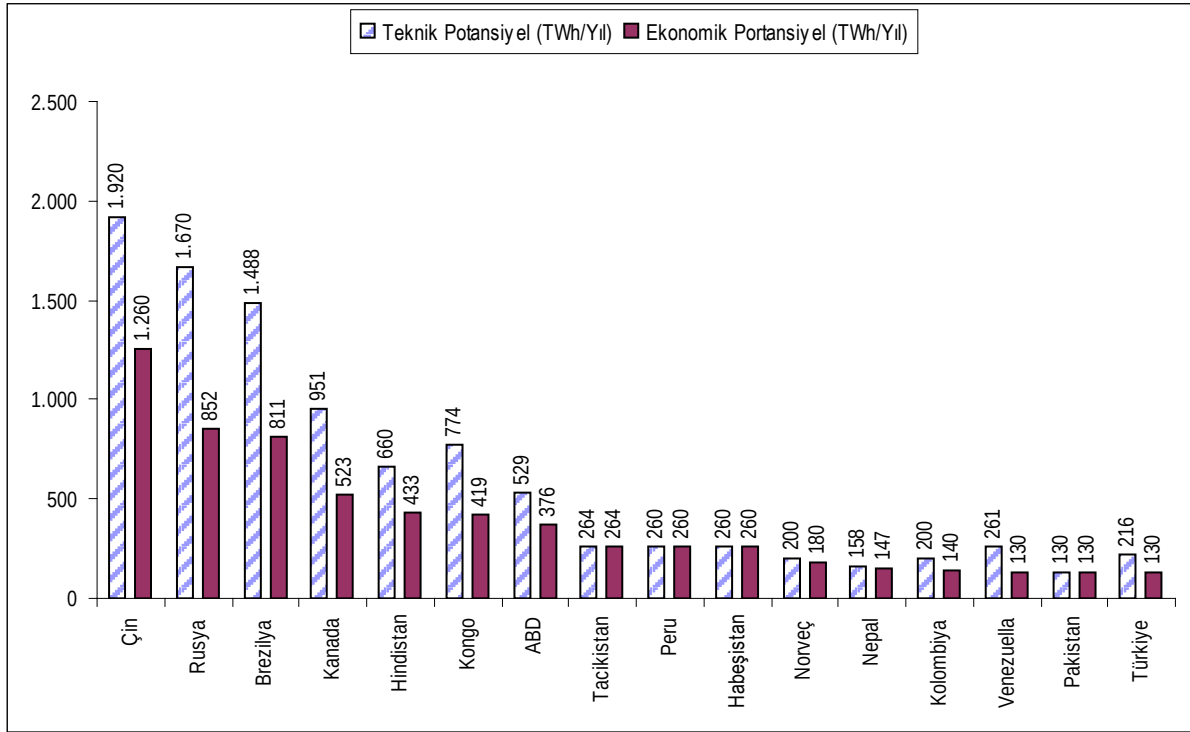
Elektrik ve ısı enerjilerini birlikte üretim teknolojisidir. Gaz türbini veya gaz motorunun egzosundan çıkan ve son yıllara kadar havaya atılan ısı enerjisini değerlendiren bir sistemdir. Bu suretle, gaz türbini jeneratöründe sanayicinin ihtiyacı olan

⁷⁸ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Kaynaklarından Yararlanılarak Hazırlanmıştır. www.epdk.org.tr

yaklaşık 65 ülkenin ulusal elektriğinin % 50'sini, 32 ülkenin % 80'ini ve 13 ülkenin elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır. (Grafik 15)

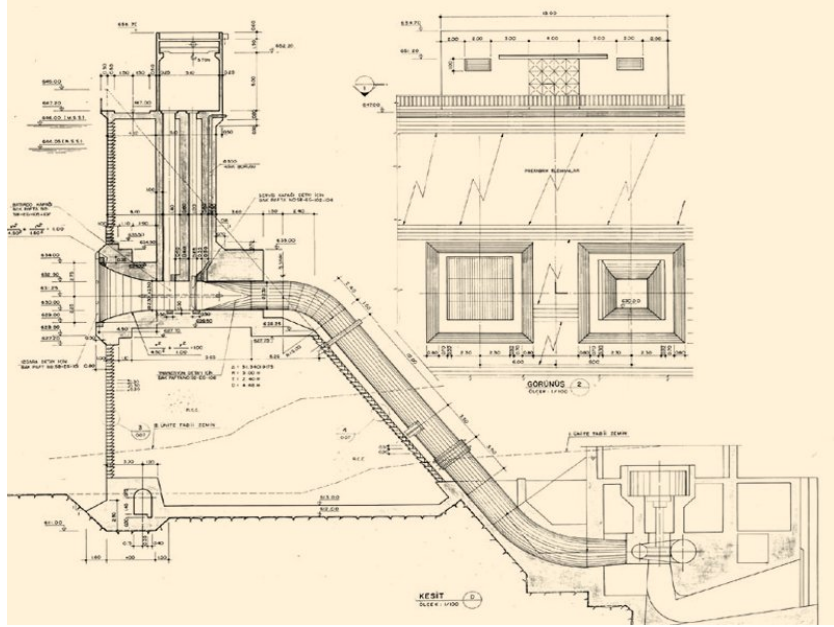
1996–2004 dönemindeki dünya hidrolik enerji kullanımını incelediğimizde aşağıda yer alan Tablo 43 karşımıza çıkmaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi gelişmiş ülkeler hidrolik kaynaklarının tamamına yakını değerlendirilmiş durumda olup, yeni yatırımların ise, gelişmekte olan ülkelerde gündeme gelmesi söz konusudur.

Çok sayıda ülke, hidroelektriği gelecekteki ekonomik gelişmelerinin anahtarı olarak görmekte ve bu yönde strateji belirlemektedirler.



Grafik 15: Ülkelerin Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Potansiyelinin Karşılaştırılması (TWh/yıl)⁷⁹

⁷⁹ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) – www.wec-ankara.edu.tr



Şekil 4: Hidrolik Santralden Elektrik Enerjisi Elde Edilişi (Cebri Boru)

Tablo 43: 1996 - 2004 Dönemi Verileri İle Dünyada Hidroelektrik Enerji Kullanımı (MTEP)⁸⁰

Ülkeler ve Kıtalar	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ABD	78,7	80,6	72,9	71,7	61,7	47,6	58,4	61,1	59,8
Kanada	80,2	79,4	75,1	77,8	81,1	75,5	79,4	76	76,4
Meksika	7,1	6	5,6	7,4	7,5	6,4	5,6	4,5	5,7
Toplam Kuzey Amerika	166	166	154	157	150	130	143	142	142
Arjantin	5,2	6,4	6	4,9	6,5	8,4	8,3	7,6	6,8
Brezilya	60,1	63,1	66	66,3	68,9	60,6	64,7	69,2	72,4
Ekvator	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7
Kolombiya	8	7,1	6,9	7,6	6,9	7,1	7,6	8,1	8,6
Peru	3	3	3,1	3,3	3,7	4	4,1	4,2	4
Şili	3,8	4,3	3,6	3,1	4,3	4,9	5,2	5,1	4,9
Venezuela	12,2	13	13,1	13,7	14,2	13,7	13,5	13,7	16
Diğer Güney ve Merkezi Amerika	16,3	17,3	17,3	17,7	18,4	16,8	17,8	18,4	17,8
Toplam Güney ve Merkezi Amerika	110	116	118	118	125	117	123	128	132
Almanya	4,9	4,7	4,8	5,3	5,9	5,8	6,3	5,5	6,1
Avusturya	8,1	8,4	8,8	9,4	9,8	9,8	8,6	7,3	7,3
Azerbaycan	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6
Belçika ve Lüksemburg	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Bulgaristan	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5
Çekoslovakya	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,6
Finlandiya	2,7	2,7	3,3	2,9	3,3	3,1	2,4	2,1	3,4
Fransa	15,9	15,3	14,9	17,6	16,4	18	15,1	14,7	14,8
İngiltere	1,1	1,3	1,5	1,9	1,8	1,5	1,7	1,3	1,7
İrlanda	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
İspanya	9,4	8,5	8,8	7	8,3	9,9	6	9,9	7,9
İtalya	10,7	10,6	10,7	11,7	11,5	12,2	10,7	10	11
İsveç	11,7	15,6	16,7	16,2	17,8	17,9	15	12,1	12,7
İsviçre	6,7	8	7,8	9,3	8,7	9,7	8,3	8,3	8
İzlanda	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6
Kazakistan	1,7	1,5	1,4	1,4	1,7	1,8	2	2	2
Litvanya	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Norveç	23,5	25,1	26,3	27,6	32,2	27,4	29,4	24	24,7
Özbekistan	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,6	1,7	1,7
Polonya	0,9	0,9	1	1	0,9	1	0,9	0,7	0,8
Portekiz	3,4	3	3	1,7	2,7	3,3	1,8	3,6	2,8
Romanya	3,6	4	4,3	4,1	3,3	3,4	3,6	3	3,8
Rusya Federasyonu	34,9	35,6	35,9	36,4	37,4	39,8	37,2	35,6	40
Slovakya	1	1	1	1,1	1,1	1,2	1,2	0,8	0,9
Türkiye	9,2	8,8	9,6	7,8	7	5,4	7,6	8,8	10,4
Ukrayna	2	2,3	3,6	3,3	2,6	2,8	2,2	2,1	2,7
Yunanistan	1	0,9	0,9	1,1	0,9	0,6	0,8	1,2	1,1
Diğer Avrupa ve Avrasya	16,8	15,2	15,6	16,8	15,9	15,4	15,1	15,7	16,3
Toplam Avrupa ve Avrasya	174	178	185	189	195	195	182	175	185
İran	1,8	1,3	1,7	1,2	0,9	0,9	1,8	2,2	2,7
Diğer Ortadoğu	1,1	1,1	1,1	0,7	0,8	0,7	1,1	1,3	1,2

⁸⁰ BP Statistical Review of World Energy, June 2005

Toplam Ortadoğu	2,9	2,4	2,8	1,9	1,7	1,6	2,9	3,4	4
Güney Afrika	0,8	1,1	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8
Mısır	2,7	2,7	3,1	3,4	3,2	3,3	3,2	3,2	3,3
Diğer Afrika	11,2	11,6	12,2	13,7	14	14,6	15,2	15,4	15,6
Toplam Afrika	14,7	15,5	16,2	17,9	18,1	18,7	19,3	19,5	19,8
Avustralya	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,7	3,8
Bengladeş	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Çin	42,3	42,5	44,9	48,2	55	59,1	62,2	63,7	74,2
Endonezya	1,8	1,2	2,2	2,1	2,3	2,6	2,3	2,4	2,5
Hindistan	15,6	15,9	18,9	18,6	17,4	16,3	15,5	15,7	19
Japonya	19,7	21,2	23,6	21	20,7	20,4	20,5	22,8	22,6
Malezya	1,2	0,9	1,1	1,7	1,6	1,6	1,2	1,3	1,4
Yeni Zelanda	5,9	5,2	5,7	5,3	5,6	5,1	5,7	5,4	6,3
Pakistan	5,6	4,2	5,5	4,9	4	4,1	4,6	5,8	6,1
Filipinler	1,6	1,4	1,1	1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	1,9
Güney Kore	1,2	1,2	1,4	1,4	1,3	0,9	1,2	1,6	1,3
Tayvan	2	2,2	2,4	2	2	2,1	1,4	1,6	1,5
Tayland	1,7	1,6	1,2	0,8	1,4	1,4	1,7	1,7	1,8
Diğer Asya Pasifik	7,4	7	6,9	7,7	8,1	8,9	8,8	9,4	9,3
Toplam Asya Pasifik	110	108	119	119	125	128	131	137	152
TOPLAM DÜNYA	578	586	594	603	614	590	601	604	634
Avrupa Birliği (25 üyeli)	73,5	75,6	78,7	79,8	83,5	87,3	73,6	72,1	73,7
OECD	309	315	310	312	313	289	294	288	293
Eski Sovyetler Birliği Ülkeleri	48,9	49,3	51,1	51,5	52,1	54,2	52	51,4	56,3

Hidrolik enerjinin en yaygın kullanım şekli, nehirler üzerine barajlar inşa ederek büyük su rezervuarlarında suyu biriktirmek ve bu suyun potansiyel enerjisini elektriğe dönüştürmeye dayanmaktadır. Bu enerji kaynağının maliyeti düşük olup kirlilik yaratmamakta (ancak bazı hidrolik barajların çevresinde ekolojik dengenin bozulduğu bilinmektedir) ve % 80 verimle en yüksek verimli enerji kaynaklarının başında gelmektedir.

a. Türkiye’de Hidrolik Enerji

Ülkemiz dünyadaki hidrolik kaynaklar içinde önemli bir yere sahiptir. Ancak, ülkemiz hidrolik kaynaklarının değerlendirilmesinde çok düşük değerlerde kalması ve bu değerlerle son sıralarda yer alması ise acı bir gerçeklik olarak karşımızda durmaktadır.

Türkiye’nin topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433 milyar KWh/yıl’dır. Teknik yönden değerlendirilebilir hidro-elektrik enerji potansiyeli 216 milyar KWh/yıl civarındadır. 2006 yılı başı itibarıyla DSİ tarafından tespit edilen ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 129,9 milyar KWh/yıl olup, 2003 yılı kurulu gücü ise 12.618 MW, 2004 yılı 12.645 MW ve 2005 yılı kurulu gücü 12.906 MW olup 2005 yılında elektrik üretimi 46.192 GWh/yıl’dır.⁸¹

Türkiye 433 milyar kWh teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde % 1 paya, ve 129,9 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyelinin yaklaşık % 16 mertebesinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır. Avrupa Birliği’nin yeşil enerji için uyguladığı vergi indirimleri ve destekleme politikaları ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyelin artmasını sağlayacaktır.

Tablo 44: Dünya ve Türkiye Hidroelektrik (HES) Potansiyeli*⁸²

	Brüt HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Ekonomik HES Potansiyeli (GWh/yıl)
Dünya	40.050.000	14.368.000	8.562.000
Avrupa	3.260.000	1.140.000	772.000
Türkiye	433.000	216.000	130.044

(*) Kaynak: 2005 World Atlas & Industry Guide (Hydropower & Dams)

Ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesinde görev üstlenen EİEİ Genel Müdürlüğü ve DSİ Genel Müdürlüğü gibi kuruluşların yeni enerji olanaklarının yaratılmasına yönelik yapmış

⁸¹ Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr

⁸² TMMOB Enerji Sempozyumu 2005 “Hidrolik Santrallerde Enerji Makinaları ve Yerli Sanayi”, Bildirisi Suat PASİN, Fuat TİNİŞ, İsmail H. ALTUN, Ayla TUTUŞ

oldukları ön inceleme çalışmalarıyla hidrolik enerji potansiyeline her yıl yeni ekler yapılmaktadır.

Diğer taraftan artan enerji talebi karşısında, mevcut birincil enerji kaynaklarının ülkemizin ihtiyacını karşılayamaması nedeniyle teknik hidroelektrik enerji potansiyelinin güncel veriler ışığında yeniden belirlenmesi ve bu kapsamda küçük Hidro Elektrik Santrali (HES) potansiyelinin tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda EİEİ 26 hidrolojik havzada küçük akarsular üzerindeki enerji olanaklarına ilişkin ilk etüt proje çalışmalarını sürdürmektedir. Diğer taraftan DSİ Genel Müdürlüğü tarafından teknik hidroelektrik enerji potansiyelinin belirlenmesine ilişkin olarak havza bazında ön değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmaya göre 19 milyar KWh büyük HES ve 19 milyar KWh küçük HES projeleri kapsamında olmak üzere toplam 38 milyar KWh hidroelektrik enerji potansiyelinin ek olarak teknik ve ekonomik yönden geliştirilebileceği düşünülmektedir. Buna bağlı olarak mevcut ve tasarlanmış projeler kapsamında önümüzdeki yıllarda geliştirilebilecek yaklaşık 129,9 milyar KWh hidrolik enerji potansiyelinin 163 milyar KWh/yıl'a yükselebileceği tahmin edilmektedir. Türkiye'nin gerçek hidroelektrik potansiyelinin belirlenmesini amaçlayan HYDROPOT projesini yürüten yetkililer ise, yeni metodoloji ile hesaplanacak olan Türkiye'nin geliştirilmesi gereken hidroelektrik potansiyelini 188 milyar KGWh/yıl (54.800 MW) dolayında tahmin etmektedirler. Pompa depolamalı hidroelektrik santralleri, sulama barajlarından enerji üretim olanakları, işletmede olan santrallerin rehabilitasyonu ve güç artırımı da enerji makinaları sanayine ek potansiyellerdir. DSİ ve EİEİ'nin ekonomik analiz kriterlerinin güncelleştirilmesi ile bugün teknik potansiyel olarak görünen 216 milyar kWh/yıl hidroelektrik enerji potansiyelinin büyük oranda ekonomik potansiyel olacağı da aşıkardır.⁸³

Tablo 45: Türkiye'de Kurulu Kapasitesi 100 MW'dan Büyük İşletmede Olan Baraj ve HES'ler⁸⁴

Barajın Adı	İnşaatın		Yeri		Gövde Hacmi bin m ³	Kret Kotu (m)	Yükseklği			Normal Göl Hacmi (hm ³)	Göl Alanı (km ²)	Enerji Faydası	
	Başlama Yılı	Bitiş Yılı	Akarsu	İli			Temelden (m)	Talvegden (m)	Normal Su Kotu (m)			Güç (MW)	Yıllık Üretim (GWh)
Atatürk	1983	1992	Fırat	Şanlıurfa	84 500	549	169	166	542	48 700,00	817	2 400	8 900
Karakaya	1976	1987	Fırat	Diyarbakır	2 000	698	173	158	693	9 580,00	268	1 800	7 354
Keban	1965	1975	Fırat	Elazığ	15 585	848	207	163	845	31 000,00	675	1 330	6 000
Altınkaya	1980	1988	Kızılırmak	Samsun	16 000	195	195	140	190	5 763,00	118,31	700	1 632
Birecik (2)	1993	2000	Fırat	Ş.Urfa	9 209	389	63,5	53,5	385	1 220,20	56,25	672	2 518
Oymapınar	1977	1984	Manavgat	Antalya	676	185	185	157	184	300	4,7	540	1 620
Berke (2)	1991	2001	Ceyhan	K.Maraş	735	346	201	186	345	427	7,8	510	1 672
Hasan Uğurlu	1971	1981	Yeşilırmak	Samsun	9 223	195	175	135	190	1 073,75	22,66	500	1 217
Sır (2)	1987	1991	Ceyhan	K.Maraş	494	443	116	106	440	1 120,00	47,5	284	725
Gökçekaya	1967	1972	Sakarya	Eskişehir	650	392	158	115	388	910	20	278	562
Batman	1986	1998	Batman	Batman	5 400	668,5	85,5	71,5	665	1 175,00	49,25	198	483
Karkamış	1996	1999	Fırat	Maraş	1 537	346	40	22,5	340	157	28	180	652
Özlüce	1985	1998	Peri	Bingöl	14 000	144,00 ¹	144	124	1140	1 075,00	25,8	170	413
Çatalan	1982	1996	Seyhan	Adana	17 000	130	82	70	125	2 126,33	81,86	169	596
Sarıyar (2)	1950	1956	Sakarya	Ankara	568	480	108	90	475	1 900,00	83,83	160	400
Gezende	1979	1990	Ermenek	İçel	83	335	75	71	333	91,9	3,97	159	528
Aslantaş	1975	1984	Ceyhan	Adana	8 493	160	95	78	146	1 150,00	49	138	569
Hırfanlı	1953	1959	Kızılırmak	Kırşehir	2 000	860	83	78	851	5 980,00	263	128	400
Menzelet	1980	1989	Ceyhan	K.Maraş	8 700	614,5	156,5	136,5	609,4	1 950,00	42	124	515

⁸³ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) – www.wec-ankara.edu.tr

⁸⁴ TMMOB Enerji Sempozyumu 2005 “Hidrolik Santrallerde Enerji Makinaları ve Yerli Sanayi”, Bildirisi Suat PAŞİN, Fuat TİNİŞ, İsmail H. ALTUN, Ayla TUTUŞ

Kılıçkaya	1980	1989	Kelkit	Sivas	6 900	855	134	103	850	1 400,39	64,42	124	332
Dicle	1986	1997	Dicle	Diyarbakır	2 180	718	87,5	75	715,5	595	24	110	298

Bu potansiyel, 2005 yılı başı itibarıyla, ön inceleme seviyesinde etüt edilmiş hidroelektrik projelerle, master plan, fizibilite (planlama yapabilirlik), kesin proje, inşa ve işletme aşamalarından oluşan toplam 678 adet hidroelektrik projenin enerji üretim kapasitesini ifade etmektedir. 129,9 milyar KWh'lık yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 716 adet hidroelektrik santralin 2005 yılı itibarıyla 138'i işletmede, 39'u inşa halinde ve 539 adedi ise proje seviyesindedir. Bir başka deyişle 129,9 milyar KWh/yıl olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin % 35'i (46.192 GWh/yıl) işletmede, % 8'i (9.881 GWh/yıl) inşa halinde ve % 57'si (73.972 GWh/yıl) ise çeşitli aşamalardan oluşan projeler (ilk etüt ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir.

Gelecek yıllar için yapımı planlanan hidroelektrik santrallerinin 2005 yılı itibarıyla proje durumlarına göre dağılımı ise şöyledir; Kesin Projesi Tamamlanan 15, Planlaması Hazır 179, Planlaması Yapılmakta 37, Master Planı Yapılmış 92 ve İlk Etüdü Hazır 253 HES projesi bulunmaktadır.

Tablo 46: Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Proje Durumuna Göre Dağılımı (Eylül 2005)*⁸⁵

Hidroelektrik Santral Projelerinin Mevcut Durumu	Proje Sayısı	Kurulu Kapasite (MW)	Toplam Yıllık Hidro Elektrik Enerji Üretimi		Oran (%)
			Güvenilir Enerji Üretimi (GWh)	Ortalama Üretim (GWh)	
İşletmede	138	12.847	33.848	46.192	35
İnşa Halinde	39	3.019	5.871	9.881	8
Gelecekte İnşa Edilecek	539	20.848	40.549	73.972	57
<i>Kesin Projesi Tamamlanan</i>	<i>15</i>	<i>3.585</i>	<i>7.194</i>	<i>10.880</i>	<i>8</i>
<i>Planlaması (Fizibilite) Hazır</i>	<i>179</i>	<i>7.412</i>	<i>13.399</i>	<i>27.008</i>	<i>21</i>
<i>Master Planı Yapılmış</i>	<i>92</i>	<i>5.116</i>	<i>10.618</i>	<i>17.754</i>	<i>14</i>
<i>İlk Etüdü Hazır **</i>	<i>253</i>	<i>4.735</i>	<i>9.338</i>	<i>18.330</i>	<i>14</i>
Toplam	716	36.714	80.268	130.045	100

(*)Kaynak: DSI Etüd Plan Dairesi Verileri.

(**)Tüzel kişilerin geliştirdiği projeler dahil.

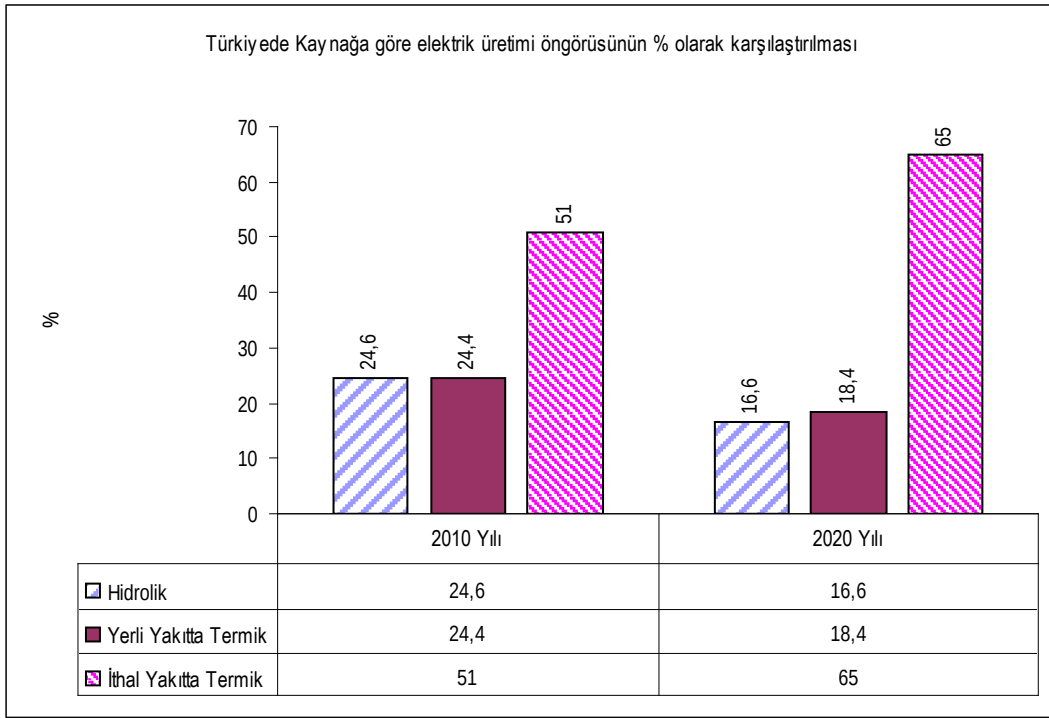
Hidroelektrik santrallerin üretimi yağış koşullarına bağlı olduğundan her yıl toplam üretim içindeki payı değişim göstermekle birlikte, Türkiye'de elektrik enerjisinin yaklaşık % 30-40'ı sudan üretilmektedir.

Türkiye 26 adet hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Havzaların ortalama yıllık toplam akışları 186 milyar m³'tür. Havza verimleri birbirlerinden farklı olup, Fırat ve Dicle havzaları toplam ülke potansiyelinin yaklaşık % 28,5'ine sahiptir. Bu potansiyele rağmen gerekli yatırım yapılmamaktadır. Kurulu kapasiteleri 50 MW'ın altında yapımı planlanan 393 HES projesinin toplam kurulu gücü, 5.270 MW (ya da 20.944 GWh/yıl)'dır. 50 MW'ın altındaki HES'lerin gelecekte yapımı planlanan toplam kapasite ve toplam yıllık üretim içindeki payı, sırasıyla (5.270/20.394) % 25,8 ve (20.944/71.409) % 29,3'tür. İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, dünyanın birçok ülkesinde 50 MW kurulu kapasite altındaki HES'ler teşvik kapsamına alınarak çeşitli yollarla desteklenmektedir.⁸⁶

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi'nin (TEİAŞ) 2010 ve 2020 yıllarına ilişkin öngördüğü elektrik enerjisi üretimi Grafik 16'de görülmektedir.

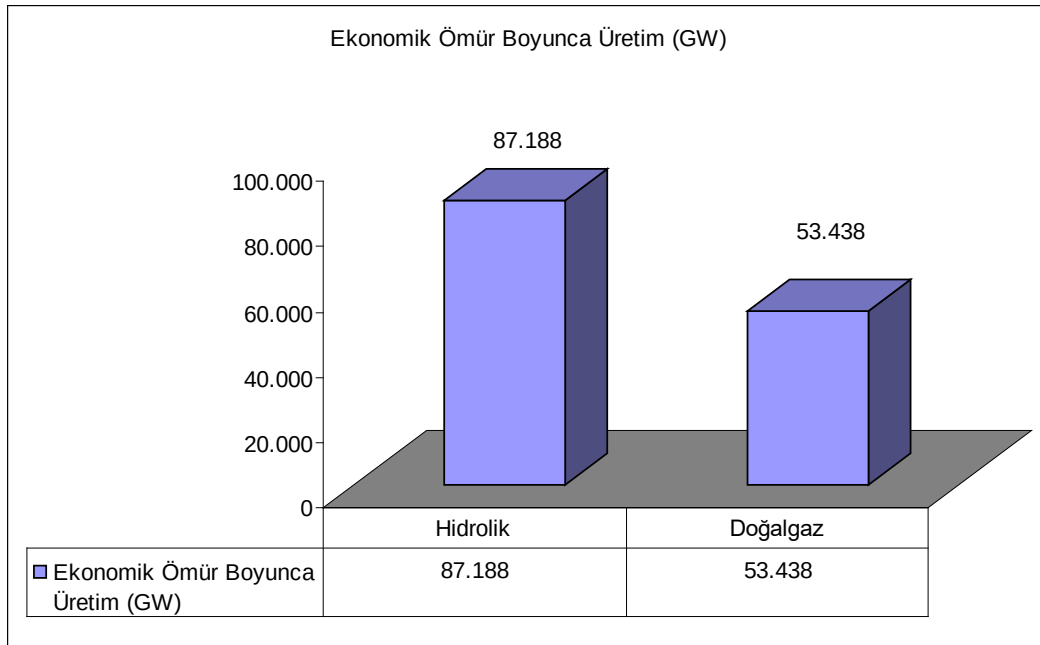
⁸⁵ TMMOB Enerji Sempozyumu 2005 "Hidrolik Santrallerde Enerji Makinaları ve Yerli Sanayi", Bildirisi Suat PAŞİN, Fuat TİNİŞ, İsmail H. ALTUN, Ayla TUTUŞ

⁸⁶ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) – www.wec-ankara.edu.tr



Grafik 16: Türkiye 'de Kaynağa Göre Elektrik Enerjisi Üretimi Öngörüsünün Karşılaştırılması⁸⁷

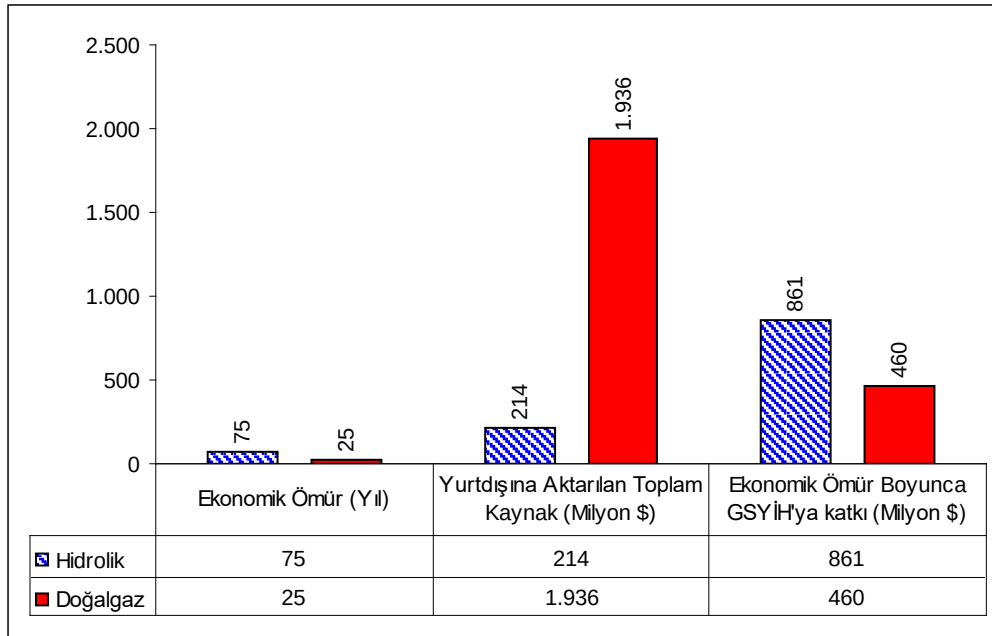
Buradan da anlaşılacağı gibi ülkemiz enerji kaynakları bakımından tamamen dışa bağımlı hale gelmektedir. Bunun en açık göstergesi, son zamanlarda çok yaygın bir şekilde kurulan doğal gaz kombine santralleri olmuştur. Doğal gazın elektrik enerjisi üretiminde kullanılması ülkemizin dışa bağımlılığını artırmaktadır. (Grafik 17-18)



Grafik 17: Türkiye 'nin Öngörülen Elektrik Enerjisi Üretiminde Hidrolik ve Doğal Gaz Kaynaklarının Ekonomik Ömür Boyunca Üretim Karşılaştırması (GW)⁸⁸

⁸⁷ TEİAŞ Verileri Kullanılarak Hazırlanmıştır.

⁸⁸ TEİAŞ Verileri Kullanılarak Hazırlanmıştır.



Grafik 18: Türkiye'nin Öngörülen Elektrik Enerjisi Üretiminde Hidrolik ve Doğal Gaz Kaynaklarının Karşılaştırması⁸⁹

Tipik barajlı hidrolik ve kombine çevrim doğal gaz santralleri ile karşılaştırıldığında aradaki farklılıklar birçok yönden açıkça görülmektedir.

Türkiye'nin elektrik üretiminde başta doğal gaz olmak üzere ithal kaynakların payı çok yükselmiştir. En önemli yerli kaynak olan hidrolik enerjiden yararlanma düzeyinin yeterli olmadığı ülkemizde, ulusal enerji politika ve stratejileri oluşturularak, sektörün yerli kaynaklar üretimi ve tüketimi doğrultusunda yönlendirilmesi gerekmektedir.

Hidroelektrik, yerli ve yenilenebilir bir kaynak olarak stratejik özelliği ile enerji alanındaki bağımlılığı azaltacaktır. Türkiye'nin önemli, temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektriğin, yukarıda açıklanan karakteristik ve faydaları da göz önüne alınarak bir an önce geliştirilmesi ve bu amaçla yeni HES'lerin yapımına destek verilmesi, teşvik edilmesi gerekmektedir.

Hidroelektrik santrallerde en önemli konu elektro mekanik ekipman sorunudur. Ülkemizde bugün itibarıyla hidroelektrik santrallerinin elektro mekanik ekipmanları ithal edilmektedir. Tablo 29'da kurulu güçlerine göre sınıflandırılmış olan 502 adet projenin kurulu güçleri toplamı 20.423 MW ve yılda üretilecek ortalama enerji 71.445 GWh'dır. Bu da minimum koşullarda 1.500 adet türbin-jeneratör anlamına gelmektedir. (Tablo 47) Ayrıca ileride gündeme gelecek olan pompa depolamalı santraller ile rehabilitasyon sürecine girmiş olan santraller de eklenecek olursa bu sayı oldukça artacaktır.

⁸⁹ TEİAŞ Verileri Kullanılarak Hazırlanmıştır.

Tablo 47: Ülkemizde Proje Aşamasında Yer Alan HES'lerin Bulunan Kurulu Güçlerine Göre Sınıflandırılması⁹⁰

Kurulu Kapasite	Hidroelektrik Santral Sayısı	Toplam kurulu Kapasite (MW)	Toplam Güvenilir Üretim (GWh/Yıl)	Toplam Yıllık Üretim (GWh/Yıl)
> 5 MW	136	325	592	1.533
5 -10 MW	79	548	838	2.099
10 - 50 MW	183	4.426	8.650	17.348
50 - 100 MW	54	3.807	7.911	13.463
100 - 250 MW	36	5.565	11.365	18.339
250 - 500 MW	11	3.500	6.079	11.657
500 - 1000 MW	2	1.053	2.054	3.173
1000 < MW	1	1.200	2.459	3.833
TOPLAM	502	20.423	39.948	71.445

Bazı kaynaklara göre hidrolik santrallerin birim yatırım maliyetleri 1.200–1.500 dolar/kW olarak hesaplanmaktadır.⁹¹ (Özel sektör tarafından gerçekleştirilen Birecik HES'te bu değer yaklaşık 1100 dolar/kW olarak gerçekleşmiştir) Bu değer de yaklaşık %30'luk bölümü hidroelektromekanik ve hidromekanik ekipman olarak kabul edilmektedir. Bu durumda hidroelektromekanik ve hidromekanik ekipman birim yatırım maliyeti 360–500 dolar/kW olmaktadır. (Birecik HES'te bu değer, 417 dolar/kW olarak gerçekleşmiştir.) Bu değer içerisinde hidromekanik ekipmanların payı ise 75–100 dolar/kW olarak hesaplanmaktadır. (Birecik HES'te hidromekanik ekipmanların birim maliyeti 73,5 dolar/kW olmuştur.)⁹²

Türkiye'deki işletmede ve inşaat halinde olan hidrolik santrallarda enerji makinalarının (hidroelektromekanik ve hidromekanik ekipmanların) kurulu gücü 15.837.060 kW parasal değeri ortalama 430 ABD\$/kW değeri ile hesaplandığında **6,810 milyar** dolar (≈ 430 dolar/kW x 15.837.060 kW) mertebesindedir. Geçmiş dönemde büyük oranda yerli sanayinin katkısı hidromekanik ekipmanlar ile sınırlı ve hatta ilk dönemlerde yapılan HES'lerde yerli imalat katkısı olmadığından (yaklaşık 2.170.000 kW), işletmede ve inşa halinde olan hidrolik santrallarda yerli sanayinin üretim payı, yaklaşık 85 dolar/kW birim maliyet fiyatı ile $[85 \text{ dolar/kW} \times (15.837.060 - 2.170.000) \approx]$ **1,162 milyar dolar** olarak değerlendirilebilir.⁹³

Tabloda verilmiş olan projelerin gerçekleştirilebilmesi için toplam 26 milyar dolarlık bir yatırıma ihtiyaç bulunmaktadır. **Hidroelektrik santrallerde yatırım maliyetinin yaklaşık % 35-50'sini elektro mekanik ekipmanın oluşturması nedeniyle eğer yerli imalat geliştirilmez ise yaklaşık 10 milyar dolarlık elektro-mekanik ekipman yatırımı için yurtdışına döviz aktarılacaktır.**

Hidroelektrik santrallerin elektro mekanik ekipmanının büyük, küçük ayrımı yapılmaksızın Türkiye'de üretilebilmesi ve belibli bir kurulu gücün altındaki santrallerde standardizasyona gidilebilmesi için AR-GE çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

2006 tarihi itibarıyla EPDK'dan hidrolik enerjisi üretmek için 185 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla hidrolik enerjisi konusunda kurulu güç toplamı 13.675,4 MW'a ulaşılmış olacak ve bu kurulu güç ile toplam 44.074.806.396 KWh/yıl üretim yapılabilecektir. (Tablo 48)

Ocak 2006 tarihi itibarıyla çoklu HES için EPDK'da 29 proje incelemede olup, ayrıca 27 projenin ise teklif verme süreci tamamlanmıştır.

⁹⁰ Ayla TUTUŞ / DEK Türk Milli Komitesi YK Üyesi / TMMOB Enerji Çalışma Gurubu Üyesi

⁹¹ DEK/TMK, Genel Enerji Kaynakları, Hidrolik Kaynaklar Raporu, Aralık 2004,

⁹² TMMOB Enerji Sempozyumu 2005 "Hidrolik Santrallerde Enerji Makinaları ve Yerli Sanayi", Bildirisi Suat PASİN, Fuat TİNİŞ, İsmail H. ALTUN, Ayla TUTUŞ

⁹³ TMMOB Enerji Sempozyumu 2005 "Hidrolik Santrallerde Enerji Makinaları ve Yerli Sanayi", Bildirisi Suat PASİN, Fuat TİNİŞ, İsmail H. ALTUN, Ayla TUTUŞ

Tablo 48: EPDK Tarafından Hidrolik Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı⁹⁴

Tesisin Yeri	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)	Durumu	Tesisin Yeri	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)	Durumu
Adana	3	73,5	403.000.000	İşletmede	Gaziantep	1	189,0	652.200.000	
Antalya	6	1.176,8	3.435.000.000	İşletmede	Giresun	4	216,9	611.500.000	
Artvin	1	4,7	9.000.000	İşletmede	Gümüşhane	1	65,0	-	
Denizli	1	3,6	12.000.000	İşletmede	Hakkari	2	30,2	2.500.000	
Diyarbakır	1	192,0	483.000.000	İşletmede	Hatay	1	0,3	1.000.000	
Gümüşhane	1	85,0	198.000.000	İşletmede	Iğdır	1	2,8	12.000.000	
Kahramanmaraş	1	283,5	725.000.000	İşletmede	İsparta	4	88,8	332.720.000	
Kayseri	1	3,3	12.000.000	İşletmede	Kahramanmaraş	7	201,6	706.390.000	
Malatya	1	4,5	2.000.000	İşletmede	Karabük	1	6,5	-	
Mersin	2	93,7	408.200.000	İşletmede	Karaman	2	18,4	400.000	
Muğla	3	144,0	579.476.000	İşletmede	Kars	3	15,8	70.100.000	
Sakarya	1	9,3	55.000.000	İşletmede	Kayseri	3	7,6	700.000	
Samsun	1	56,0	307.000.000	İşletmede	Kırıkkale	1	54,0	190.000.000	
Tunceli	1	19,2	78.000.000	İşletmede	Kırşehir	1	128,0	400.000.000	
Toplam İşletmede	24	2.149,2	6.706.676.000		Kocaeli	1	0,4	2.470.000	
Adana	2	210,6	759.111.870		Konya	4	12,5	74.250.000	
Adapazarı	1	27,2	-		Kütahya	1	2,6	7.000.000	
Adıyaman	3	31,1	52.588.000		Malatya	3	14,5	93.800.000	
Amasya	1	0,8	3.000.000		Manisa	1	69,0	193.000.000	
Ankara	4	333,9	1.121.780.000		Mardin	1	14,4	42.000.000	
Antalya	6	58,4	59.320.000		Mersin	7	210,7	615.500.000	
Artvin	4	152,4	48.330.000		Muğla	2	19,6	78.346.000	
Aydın	4	85,9	279.155.000		Muş	2	1,5	3.500.000	
Balıkesir	1	3,7	19.170.000		Nevşehir	1	67,0		
Bartın	1	0,5	2.500.000		Niğde	1	0,1	500.000	
Bayburt	1	0,4	500.000		Osmaniye	4	153,9	624.440.000	
Bilecik	1	0,4	1.000.000		Rize	4	154,5	133.700.000	
Bitlis	3	33,5	6.500.000		Sakarya	3	9,7	1.500.000	
Burdur	1	32,0	142.000.000		Samsun	6	1.384,4	3.765.400.000	
Bursa	5	113,9	4.000.000		Siirt	1	1,6	7.000.000	
Çorum	1	15,6	-		Sivas	6	218,6	836.317.000	
Denizli	3	89,0	292.310.526		Şanlıurfa	1	2.405,0	8.900.000.000	
Diyarbakır	5	2.034,1	7.898.016.000		Şırnak	1	0,6	1.000.000	
Elazığ	6	1.793,1	6.462.066.000		Tokat	3	122,5	695.750.000	
Erzincan	4	46,2	113.100.000		Trabzon	5	76,8	2.500.000	
Erzurum	5	165,9	206.000.000		Tunceli	1	0,1	700.000	
Eskişehir	3	312,0	753.000.000		Van	5	20,6	86.500.000	
					Toplam	161	11.526,2	37.368.130.396	
GENEL TOPLAM						185	13.675,4	44.074.806.396	

RESİAD'ın 26.03.2006 tarihli bir çalışmasına göre; işletme lisansı alan 163 HES projesinden yatırımlarını %20'nin üzerinde gerçekleştiren proje sayısı 10 ve bu projelerin kapasitesi ise 180,43 MW'dir. Bir başka deyişle lisans alan tüm HES projeleri içinde yatırımlarını %20'nin üzerinde gerçekleştirenlerin tesis edilecek kurulu güç içerisindeki payı yalnızca %1,56'dır.

⁹⁴ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK) – www.epdk.org.tr

5.2. RÜZGAR ENERJİSİ

İnsanlığın rüzgarın gücünü keşfedip onun gücünden yararlanmaya başlaması çok eski dönemlere dayanır. Rüzgar gücünden ilk yararlanma şekli olarak yelkenli gemilerin hareket ettirilmesi ve yel değirmenlerinin çalıştırılması gösterilebilir.

İlk kez M.Ö. 2800 yıllarında Mısırlıların kürek mahkumlarının gücüne ek olarak rüzgar enerjisini kullandıkları biliniyor. Mısırlılar metrelerce uzunluktaki yelkenleri şişirip tonlarca ağırlıktaki gemileri yüzdürmek için rüzgarın gücünden yararlanmışlardır. Buharlı gemilerin icadına kadar yelkenliler, kıtalararası ulaşım ve ticarete büyük rol oynamıştır. Yel değirmenlerinin M.Ö. 2000 yıllarında eski Mısır, Çin ve Japonya'da icat edildikleri ve tahıl öğütme işleminde başarıyla kullanıldıkları kabul edilir. Binlerce yıldır insanlığın hizmetinde bulunan rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ilk olarak yel değirmenlerinin en modern şekli olarak kabul edilen ve onun prensiplerine göre çalışan ilk rüzgar türbinini de 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir. Bundan kısa bir süre sonra da Amerika Birleşik Devletleri'nde yer değirmenlerinin küçük güçteki rüzgar türbinlerine dönüştüğü ve elektrik enerjisi ürettiği bilinmektedir. Önceleri kara parçaları üzerinde oluşturulan bu santraller kıyı açıklarına yani deniz üzerine de kurulmaya başlamıştır.

Günümüzde rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde yararlanılmaktadır. Rüzgarın elektrik enerjisinde ilk kullanımı Amerika'nın New York şehrinde gerçekleştirilmiş olup bu konuda çalışmalar günümüzde yaygınlaşarak devam etmektedir. 1987'de Kaliforniya'da uygulamaya konulan bir vergi indirim sistemi, rüzgar endüstrisine yönelik bir atılımın öncüsü olmuştur.

Rüzgar enerjisi, tür olarak, endüstriyel devrimde yararlı bir enerji kaynağı olarak benimsenmemiştir. Ancak, 1973-1974 yıllarında ortaya çıkan petrol krizi uzak bölgelerin beslenmesi amacıyla elektrik üretimi ve suyun pompalanması için bu teknolojiye gösterilen ilgiyi yeniden canlandırmıştır. Yaşanan bu kriz sonucunda modern rüzgar türbinlerinin gelişimine önemli katkıda bulunmuştur. Rüzgar enerjisinden en yoğun yararlanan ülke olan ABD'de ilk kez rüzgar enerjisinden yararlanma çalışmaları 1944 yılında gerçekleşmiştir. Elektrik enerjisi üreten ilk rüzgar santrali ise, ABD'de Vermont eyaletinin Montpelier kenti yakınlarında 1940 yılında General Elektrik firması tarafından inşa edilmiştir. Rüzgar enerjisi konusunda Avrupa ülkelerinin yatırımları da önemli boyutlara ulaşmıştır. Rüzgar enerjisinden yararlanma Danimarka, Hollanda, İsveç, Almanya, İngiltere ve Rusya gibi ülkelerde hız kazanmıştır. Halen dünyada, 30 kadar ciddi rüzgar türbini yapımcısı mevcuttur. Bunların çoğu Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde bulunmaktadır.

Günümüzde rüzgar enerjisi teknolojisi, küçük ölçekli mekanik su pompası, tek başına sistemlerle küçük birimlerin elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanması ve doğrudan şebeke bağlantılı rüzgar tarlası şeklindeki sistemler olarak gelişme göstermektedir. Rüzgar türbini, kurulduğu arazinin % 5'ini işgal ettiğinden ve türbin kanatları yerden epeyce yüksekte olduğundan, kalan arazi tarım, otlatma ve diğer amaçlar için rahatlıkla kullanılabilir. Rüzgar türbinleri gece ve gündüz rüzgar olduğu sürece sürekli enerji üretmektedirler. Ayrıca rüzgar enerjisinin diğer elektrik üretim yöntemleriyle kıyaslandığında en önemli çevresel yararı, hava kirleticileri ve sera gazı emisyonlarının olmamasıdır.

Güneşten, dünyaya her saat 174.423.000.000.000 KWh enerji gelir. Bir başka ifadeyle, dünya güneşten her saatte $1,74 \times 10^{14}$ W güç alır. Güneşten gelen bu enerjinin yaklaşık % 1-2 lik kısmı rüzgar enerjisine dönüştürülür. Bu enerji miktarı, dünyadaki tüm bitkiler biyo-kütle enerjisine dönüşmüş olsa dahi, ondan 50-100 kat daha fazladır.⁹⁵

⁹⁵ Nezihe AKGÜN, Rüzgar Enerjisi Nereden Gelmektedir. www.meteor.gov.tr/2005/arastirma/yenienerji/ruzgarnereden.pdf

Rüzgar enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ortak özelliklere sahip, büyük potansiyeline karşın dağınık karakteristikli bir enerji kaynağıdır. Endüstri devrimi sırasında yerini geniş çapta diğer enerji kaynaklarına bırakmıştır.

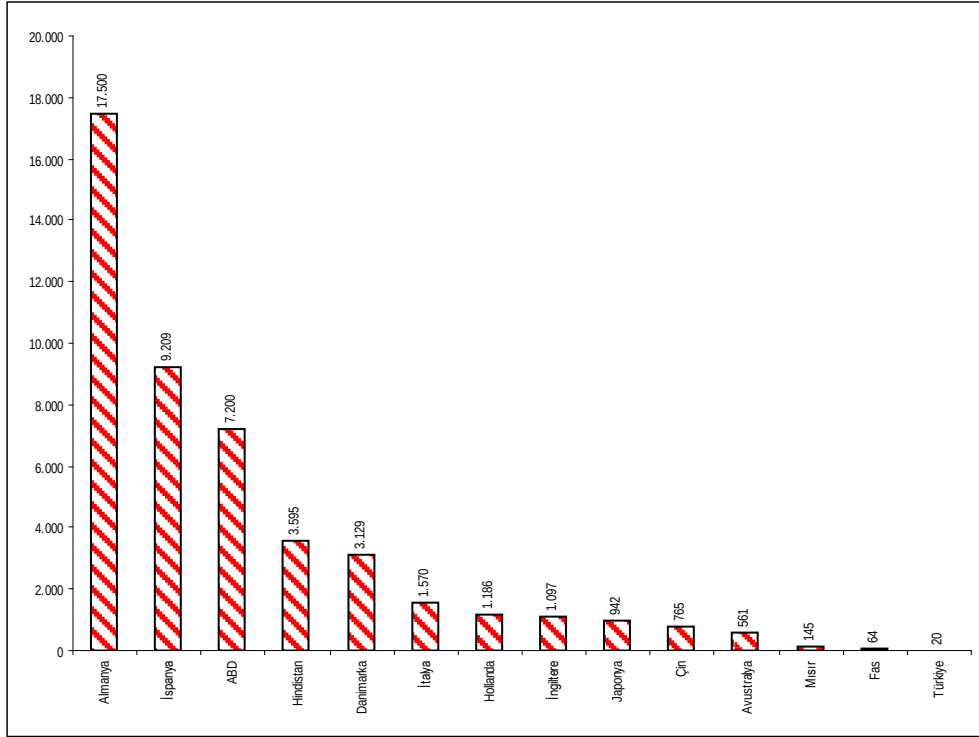
Rüzgar türbin pervanelerinin üzerinden geçerken enerjisini pervaneye bırakır ve pervane döner. Böylece rüzgardaki enerji ilk olarak pervanenin hareketiyle oluşan kinetik enerjiye çevrilmiş olur. Bu mekanik hareket, uygun dönüştürücüler vasıtasıyla elektrik, ısı ve mekanik enerji şekillerine dönüştürülebilir

Rüzgardan elde edilen enerji, üretildiği yerde tüketilmek veya enterkonekte şebekeye verilmek zorundadır. Rüzgar enerjisi çevrim sistemlerinin enerji üretimleri, tamamıyla rüzgara bağımlı olduğundan bu sistemler, sadece rüzgarlı yörelere kurulabilirler. Rüzgar enerjisinin en önemli sorunlarından biri, üretim ve tüketim zamanları arasındaki farktır. Bu problem ancak enerji depolaması ile çözülebilmektedir.

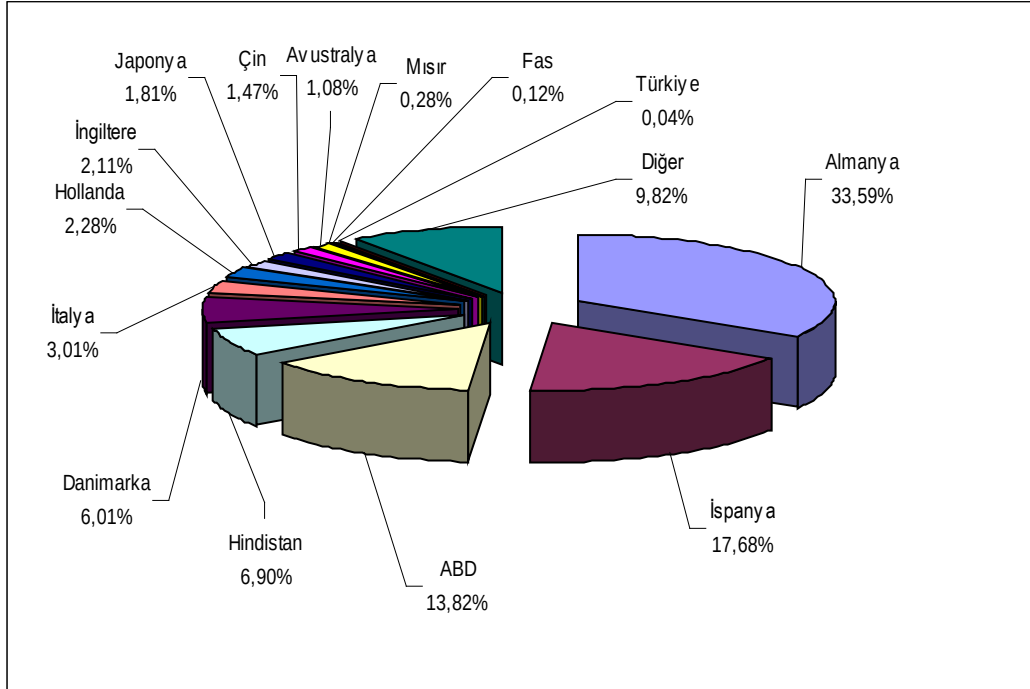


Şekil 5: BARES II rüzgar Santralinden görünüm

Dünyada kurulu bulunan rüzgar santrallerinin Eylül 2005 tarihi itibarıyla toplam nominal gücü 52.000 MW'ı aşmıştır. Bu da ortalama 20 milyon ailenin ya da yaklaşık 60 milyon kişinin elektrik gereksinimini sağlamaya yetecek bir enerjiye karşılık gelmektedir. Bu kapasitenin % 72,33'ü yani yaklaşık 37.687 MW'ı Avrupa'ya aittir. 2005 yılı itibarıyla bazı ülkelerin kurulu güçlerine bakarsak; Almanya'nın 17.500 MW, ABD'nin 7.200 MW, Avustralya'nın 561 MW, Hindistan'ın 3.595 MW, Çin'in 765 MW'dır. Son dönemde Danimarka, İspanya, İtalya ve İngiltere'nin yapmış oldukları yatırımlarla kapasitelerini arttırmışlar ve Almanya'yı Avrupa'daki sıralamada zorlamaya başlamışlardır.(Grafik 19-20-21-22-/Tablo 49-50)



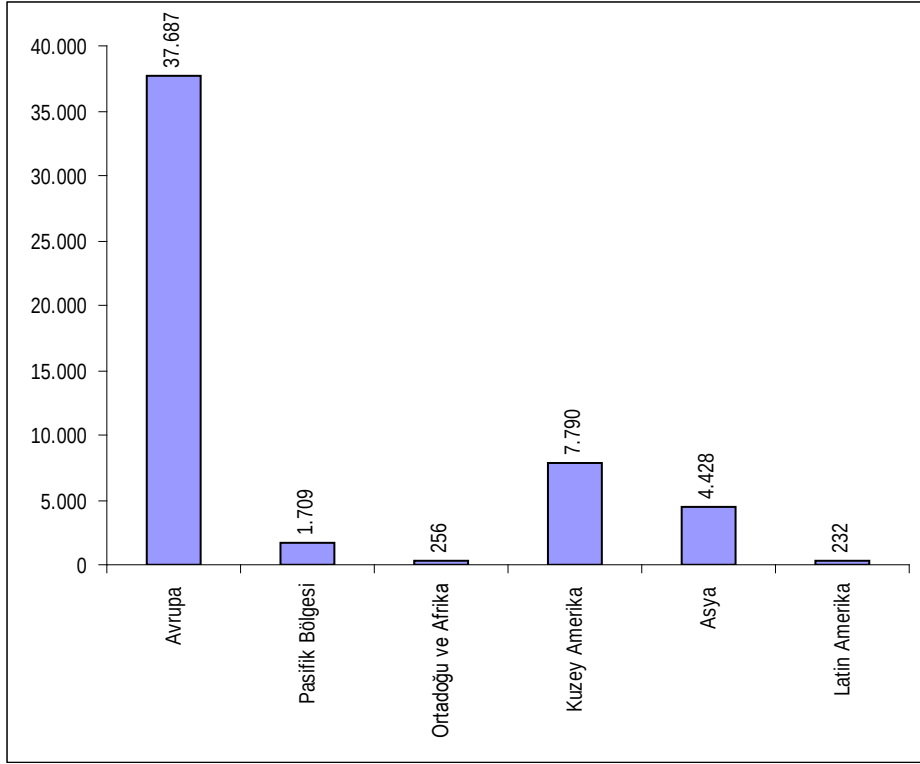
Grafik 19: Ülkelerin 2004 Yılı Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı (MW)⁹⁶



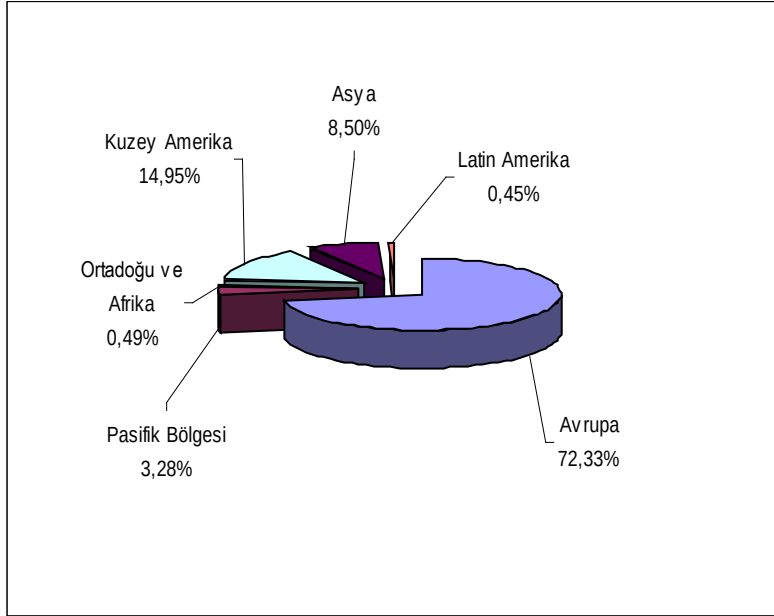
Grafik 20: Ülkelerin 2004 Yılı Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı (%)⁹⁷

⁹⁶ <http://www.awea.org> Sayfasından Yararlanılarak Hazırlanmıştır.

⁹⁷ <http://www.awea.org> Sayfasından Yararlanılarak Hazırlanmıştır.



Grafik 21: 2005 Yılı Kıtaların Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı (MW)⁹⁸



Grafik 22: 2005 Yılı Kıtaların Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı (%)⁹⁹

⁹⁸ <http://www.awea.org> Sayfasından Yararlanılarak Hazırlanmıştır.

⁹⁹ <http://www.awea.org> Sayfasından Yararlanılarak Hazırlanmıştır.

Tablo 49: Eylül 2005 Dünya Rüzgâr Santralleri Kurulu Gücü ¹⁰⁰

Kıtalar / Ülkeler	2005 Ocak MW	2005 Eylül MW	Kıtalar / Ülkeler	2005 Ocak MW	2005 Eylül MW
Almanya	16.628	17.500	Kaliforniya	2.051	2.052
İspanya	8.263	9.209	Teksas	1.397	1.603
Danimarka	3.118	3.129	Iowa	632	634
İtalya	1.265	1.570	Minnesota	577	577
Hollanda	1.078	1.186	Oregon	261	336
İngiltere	897	1.097	Wyoming	284	286
Portekiz	523	791	New Mexico	266	286
Avusturya	607	645	Oklahoma	176	282
Fransa	390	516	Washington	244	244
Yunanistan	398	466	Colorado	229	229
İsveç	442	456	Pennsylvania	128	128
İrlanda	353	411	Kansas	113	113
Norveç	160	270	Illionis	51	77
Belçika	97	97	Kuzey Dakota	66	66
Finlandiya	82	83	Batı Virginia	66	66
Polonya	58	58	Wisconsin	53	53
Ukrayna	57	57	New York	49	49
Lüksemburg	35	35	Güney Dakota	44	44
Litvanya	26	26	Tennessee	29	29
Türkiye	20	20	Nebraska	15	15
Çekoslovakya	17	17	Idaho	0	10
İsviçre	8	8	Ohio	8	8
Rusya	7	7	Vermont	6	6
Estonya	6	6	Michigan	3	3
Macaristan	6	6	Hawaii	2	2
Letonya	6	6	Alaska	1	1
Arnavutluk	6	6	Massachusetts	1	1
Slovakya	5	5	Toplam ABD	6.752	7.200
G. Kıbrıs	2	2	Toplam Kanada	444	590
Romanya	1	1	Toplam Kuzey Amerika	7.196	7.790
Bulgaristan	1	1	Hindistan	2.983	3.595
Toplam Avrupa	34.630	37.687	Çin	764	765
Toplam AB	34.332	36.906	Güney Kore	8	48
AB dışı Avrupa	298	781	Tayvan	16	16
Japonya	940	942	Sri Lanka	3	3
Avustralya	380	561	Bengladeş	0	1
Yeni Zelanda	170	170	Toplam ASYA	374	4.428
Pasifik Adaları	11	36	Kosta Rika	71	71
Toplam PASİFİK BÖLGESİ	1.501	1.709	Karayipler	55	55
Mısır	145	145	Brezilya	48	48
Fas	54	64	Arjantin	26	26
Tunus	20	20	Kolombiya	20	20
İran	11	11	Meksika	5	5
İsrail	8	8	Küba	0	5
Fildişi	3	3	Şili	2	2
Güney Afrika	3	3	Toplam LATİN AMERİKA	227	232
Ürdün	2	2	DÜNYA TOPLAMI	47.574	52.102
Toplam Ortadoğu ve Afrika	246	256			

¹⁰⁰ Windpower Monthly Ekim 2005 İstatistik Verileri İle Düzenlenmiştir.

Tablo 50: 2004 Dünya Rüzgâr Santrali Pazarından Bazı Veriler¹⁰¹

Yıl içinde kurulan rüzgâr gücünde ilk 10 ülke verileri			Kurulu rüzgâr gücü toplamında ilk 10 ülke verileri			
Ülke adı	2004'de kurulan rüzgâr gücü(MW)	2004 rüzgâr pazarındaki payı (%)	Ülke adı	2004 sonunda toplam rüzgâr gücü (MW)	2003-2004 rüzgâr gücü büyüme derecesi (%)	Son üç yılın ortalama rüzgâr gücü büyümesi (%)
İspanya	2.064	25,30	Almanya	16.649	13,90	24,00
Almanya	2.054	25,20	İspanya	8.263	28,70	32,50
Hindistan	875	10,70	ABD	6.750	6,10	16,70
ABD	389	4,80	Danimarka	3.038	0,20	7,90
İtalya	357	4,40	Hindistan	3.000	41,20	27,30
Portekiz	274	3,40	İtalya	1.261	36,70	21,70
İngiltere	253	3,10	Hollanda	1.081	15,30	27,40
Japonya	230	2,80	Japonya	991	30,20	40,50
Hollanda	199	2,40	İngiltere	889	17,10	19,20
Çin	198	2,40	Çin	769	34,70	23,70
TOPLAM	6.893	84,50	TOPLAM	42.691	16,90	23,00

Şu anda rüzgardan elde edilen elektrik Avrupa'nın ihtiyacının % 2 'sini karşılamaktadır. Tüm dünya dikkate alındığında ise, bu oran ancak % 0,4 dür. Günümüzde, gelişen teknolojiye koşut olarak, gerek deniz üstüne gerekse kara üstüne inşa edilen santrallerde yüksek güç değerinde türbinler kullanılmaktadır. Almanya'da ortalama türbin boyutu 1.281 KW değerine ulaşmıştır. Bu değer Amerika Birleşik Devletleri'nde 908 KW, Danimarka'da ise 850 KW dır.¹⁰² (Tablo 51-52)

Tablo 51: 1991-2004 Döneminde Kurulan Offshore (Denizüstü) Rüzgâr Santralleri¹⁰³

Yıl	Ülke	Proje	Kapasite (MW)	Türbin sayısı
1991	Danimarka	Vindeby	4,95	11
1994	Hollanda	Lely	2,00	4
1995	Danimarka	Tunø Knob	5,00	10
1996	Hollanda	Dronten	16,80	28
1998	İsveç	Bockstigen	2,75	5
2000	İngiltere	Blyth	4,00	2
2000	İsveç	Utgrunden	10,80	7
2001	Danimarka	Middelgrunden	40,00	20
2001	İsveç	Yttre Stengrund	10,00	5
2002	Danimarka	Horns Rev	160,00	80
2003	Danimarka	Frederikshavn	10,60	4
2003	Danimarka	Nysted	165,60	72
2003	Danimarka	Samsø	23,00	10
2003	İrlanda	Arklow Bank	25,20	7
2003	İngiltere	North Hoyle	60,00	30
2004	İngiltere	Scroby Sands	60,00	30
2004	Almanya	Ems-Emden	4,50	1
1991/2004	TOPLAM	17 santral	605,20	326

¹⁰¹ Windpower Monthly Ekim 2005 İstatistik Verileri İle Düzenlenmiştir.¹⁰² BTM Consult ApS, " International Wind Energy Development",¹⁰³ Renewable Energy World / March-April 2005

Tablo 52: Seçilmiş Avrupa Ülkeleri İle ABD’de Offshore Rüzgâr Elektrik Santrallerinin Bugünü ve Yarını¹⁰⁴

ÜLKE	2004 Sonundaki Toplam Kurulu Kapasite (MW)	2005’de Kurulacak Kapasite (MW)	2006’da Kurulacağı Tahmin Edilen Kapasite (MW)	2007’de Kurulacağı Tahmin Edilen Kapasite (MW)	2008’de Kurulacağı Tahmin Edilen Kapasite (MW)	2009’da Kurulacağı Tahmin Edilen Kapasite (MW)	2009 Sonunda Beklenen Toplam Kapasite(MW)
Almanya	0	0	300	444	672	1.220	2.636
Belçika	0	0	21	63	55	55	194
Danimarka	398	0	0	200	200	0	798
Fransa	0	0	58	0	0	0	58
Hollanda	19	60	60	100	0	0	239
İngiltere	124	198	466	750	1.000	1.000	3.538
İrlanda	25	0	0	25	25	200	275
İspanya	0	0	20	0	200	0	220
İsveç	23	0	116	100	70	70	379
ABD	0	0	0	0	200	0	200
TOPLAM	589	258	1.041	1.682	2.422	2.545	8.537

2006 yılına yapılan projeksiyonlara göre dünyadaki tüm rüzgar enerjisi kurulu gücünün 79.363 MW olacağı düşünülmektedir. Burada en büyük katkının 54.067 MW ile Avrupa kıtasından geleceği varsayılmıştır. 2011 yılına yapılan daha ileri projeksiyonlar ise, toplam kurulu gücün 179.392 MW olacağını göstermektedir. (Tablo 53)

Tablo 53: Dünyada Kurulu Elektrik Gücü ve Rüzgar Elektrikinin Payı¹⁰⁵

Yıl	Tüm Elektrik Kapasitesi GW	Toplam Elektrik Enerjisi TWh	Büyüme %	Rüzgar Elektrik Kapasitesi GW	Rüzgar Enerjisi TWh	Büyüme %
1997	3221	13949	2,80	7,64	15,39	25,80
1998	3298	14340	2,80	10,15	21,25	38,1
1999	3377	14741	2,80	13,93	28,18	32,6
2000	3458	15153	2,80	18,43	37,30	32,0
2001	3540	15577	2,80	24,93	50,27	34,8
2002	3625	15951	2,80	31,14	62,77	28
Ortalama Büyüme			2,80	Ortalama Büyüme		31,80

Avrupa'nın toplam enerji ihtiyacının % 50'si ithal petrole karşılanmaktadır. Önümüzdeki 20-30 yıl içinde bu bağımlılığın % 70 oranlarına çıkacağı düşünüldüğünde, yenilenebilir enerji kaynaklara yapılacak yatırımların önemini görmekteyiz. Bu anlamda Avrupa’da rüzgarın kullanımının artması kaçınılmaz görünmektedir.

Almanya’nın 2002 yılından günümüze kadar tesis ettiği yeni kapasitelerle toplamda 17.500 MW kurulu güce ulaşarak, tüm dünyadaki kurulu rüzgar gücünün % 33,59’ine ulaşmış durumda olduğu görülmektedir. Rüzgar enerjisi konusunda İngiltere’nin son yıllarda büyük yatırımları bulunmakta olup 2005 yılı içerisinde 11 rüzgar tarlasını işletmeye açmıştır.(Tablo 54-55)

¹⁰⁴ Renewable Energy World / March-April 2005¹⁰⁵ BTM Consult ApS, " International Wind Energy Development"

Tablo 54: EİKT-Avrupa Ülkelerinde Rüzgar İçin Teknik Potansiyel Durumu¹⁰⁶

Ülke	Toplam Yüzölçümü 1000 km ²	Potansiyel Rüzgar Sınıfı>3 1000 km ²	Teknik Potansiyel	
			GW	TWh/yıl
Avusturya	84	40	2	3
Belçika	31	7	2	5
Danimarka	43	43	14	29
Finlandiya	337	17	4	7
Fransa	547	216	42	85
Almanya	357	39	12	24
İngiltere	244	171	57	114
Yunanistan	132	73	22	44
İzlanda	103	103	17	34
İrlanda	70	67	22	44
İtalya	301	194	35	69
Lüksemburg	3	0	0	0
Hollanda	41	10	3	7
Norveç	324	217	38	76
Portekiz	92	31	7	15
İspanya	505	200	43	86
İsveç	450	119	20	41
İsviçre	41	21	1	1
Türkiye	781	418	83	166

Tablo 55: Avrupa Rüzgar Enerjisi Miktarı¹⁰⁷

Ülke	2002 Sonu Toplam Potansiyel (MW)	2002'de Kurulu Güç (MW)	Alan Başına Düşen Kurulu Kapasite (KW/Km ²)	Kişi Başına Düşen Kurulu Kapasitesi (Watt/Kişi)
Almanya	12.001	3.247	33,6	146
Danimarka	2.880	346	66,8	539
İspanya	4.830	1.493	9,6	122
Toplam	19.711	5.086		
İngiltere	552	78	2,2	9
İrlanda	137	12	19	36
Fransa	148	32	0,3	3
Toplam	837	124		

AB ülkelerinde son 10 yılda yaklaşık 27.400 MW, son 5 yılda ise 22.400 MW rüzgar santrali tesis edilmiştir. Böylece son 10 yıllık dönemde yıllık ortalama % 37 artan rüzgar kurulu gücü 23 katına çıkmış, son 5 yıllık dönemde ise kaydedilen yıllık ortalama % 36'lık artış kurulu gücü 5 yılda 4,6 katına çıkmıştır. 1990 yılında 1 TWh'ın altında olan elektrik üretimi 2003 yılında 43,3 TWh'e kadar yükselmiştir. Son 5 yıllık dönemde üretimdeki artış 3,8 kata karşılık gelmektedir.

EWEA'ya göre bu hedef AB elektrik üretiminin % 5,5'una karşılık gelecek 168 TWh üretimi mümkün kılacaktır. Bir başka yaklaşıma göre 2010 yılı için 67.600 MW kurulu güç tahmini, Danimarka pazarında olduğu gibi Almanya'da da pazarın daha çok açık denizde gelişimi ve eski türbinlerin yenilenmesine yoğunlaşarak küçüleceği konusundaki tahminleri dikkate almaktadır. (Tablo 56)

¹⁰⁶ BTM Consult ApS, " International Wind Energy Development"

¹⁰⁷ BTM Consult ApS, " International Wind Energy Development"

Tablo 56: 2003 Yılı İtibariyle Avrupa Birliği'nde Kurulan Rüzgar Kurulu Gücü (MW)¹⁰⁸

	Rüzgar(MW)				Toplam Kurulu Güç(MW)		Rüzgarın Toplamdaki Payı (%)	
	2002	2003	2003'te giren	%	2002	2003	2002	2003
Almanya	11.994,00	14.609,00	2.615,00	21,80	124.420,00	126.531,00	9,64	11,55
İspanya	5.042,00	6.411,00	1.369,00	27,15	59.738,00	63.819,00	8,44	10,05
Danimarka	2.889,00	3.110,00	221,00	7,65	12.879,00	12.948,00	22,43	24,02
İtalya	788,00	904,00	116,00	14,72	76.950,00	78.358,00	1,02	1,15
Hollanda	685,00	910,00	225,00	32,85	20.813,00	20.965,00	3,29	4,34
İngiltere	552,00	648,00	96,00	17,39	77.133,00	78.200,00	0,72	0,83
İsveç	328,00	399,00	71,00	21,65	32.263,00	33.361,00	1,02	1,20
Yunanistan	302,00	390,00	88,00	29,14	10.990,00	10.990,00	2,75	3,55
Portekiz	194,00	301,00	107,00	55,15	11.450,00	11.654,00	1,69	2,58
Fransa	153,00	253,00	100,00	65,36	116.200,00	116.380,00	0,13	0,22
İrlanda	138,00	187,00	49,00	35,51	5.400,00	5.550,00	2,56	3,37
Avusturya	139,00	415,00	276,00	198,56	17.799,00	17.842,00	0,78	2,33
Finlandiya	43,00	51,00	8,00	18,60	16.566,00	16.647,00	0,26	0,31
Belçika	35,00	67,00	32,00	91,43	15.627,00	15.684,00	0,22	0,43
Lüksemburg	16,00	22,00	6,00	37,50	1.129,00	1.129,00	1,42	1,95
Avrupa Birliği (AB-15)	23.299,00	28.676,00	5.377,00	23,08	599.357,00	610.058,00	3,89	4,70
Polonya	29,00	60,00	31,00	106,90	31.013,00	31.699,00	0,09	0,19
Letonya	23,00	24,00	1,00	4,35	2.175,00	2.141,00	1,06	1,12
Çek Cumhuriyeti	3,00	10,00	7,00	233,33	15.133,00	16.005,00	0,02	0,06
Estonya	5,00	5,00	0,00	0,00	2.427,00	2.427,00	0,21	0,21
Macaristan	3,00	3,00	0,00	0,00	7.492,00	7.998,00	0,04	0,04
Slovakya	0,00	3,00	3,00	0,00	7.757,00	7.777,00	0,00	0,04
Kıbrıs	2,00	2,00	0,00	0,00	988,00	988,00	0,20	0,20
Litvanya	0,00	0,00	0,00	0,00	5.761,00	5.784,00	0,00	0,00
Malta	0,00	0,00	0,00	0,00	577,00	577,00	0,00	0,00
Slovenya	0,00	0,00	0,00	0,00	2.729,00	2.772,00	0,00	0,00
AB-25	23.360,00	28.780,00	5.420,00	23,20	675.409,00	688.226,00	3,46	4,18
Türkiye	19,00	19,00	0,00	0,00	31.846,00	35.587,00	0,06	0,05
Romanya	1,00	1,00	0,00	0,00	17.846,00	35.502,00	0,01	0,00

a. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi

Türkiye, Avrupa'da rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından en zengin ülkelerden birisidir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve yaklaşık 3.500 km kıyı şeridi olan Türkiye'de özellikle Marmara kıyı şeridi ve Ege kıyı şeridi ile sürekli ve düzenli rüzgar almaktadır. Bu bölgelerden başlamak üzere hızla rüzgar enerjisi yatırımlarına başlanmalıdır.¹⁰⁹ (Tablo 57)

¹⁰⁸ 2003 Yılı İçin Eurobserv'ER 2004 İstatistikleri Kullanılmıştır. Rüzgar Kurulu Gücü İçin Eurobserv'ER 2004, Toplam Kurulu Güç İçin Eurelectric İstatistikleri

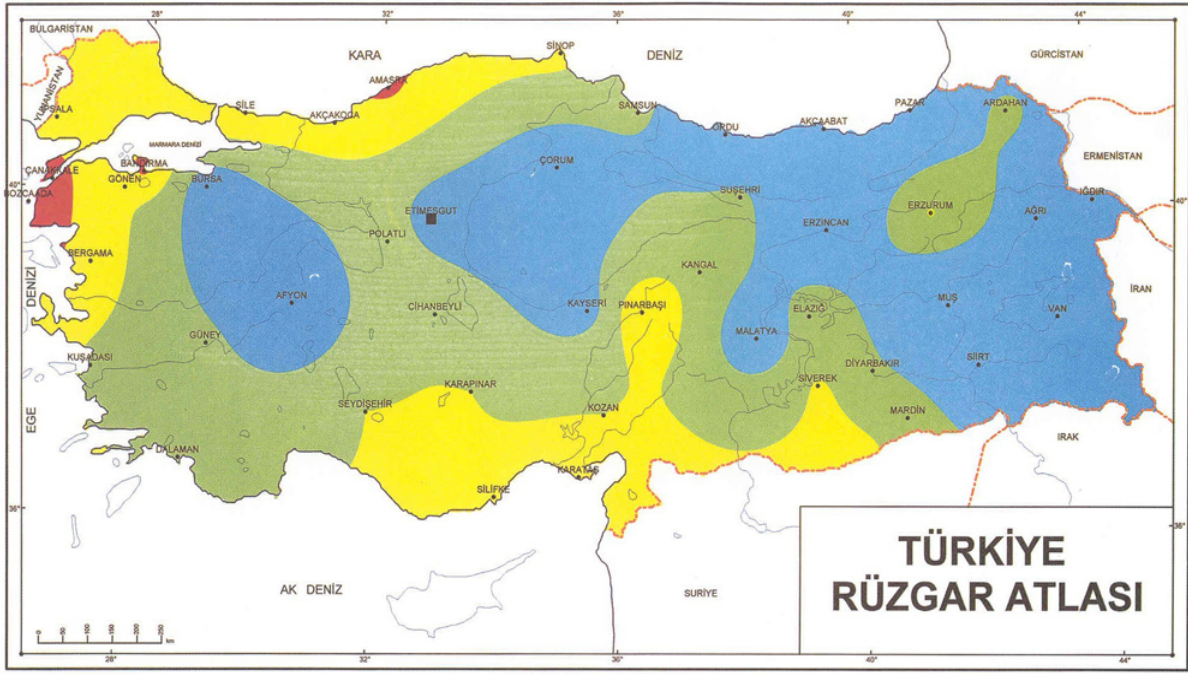
¹⁰⁹ Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

Tablo 57: 2005 Kasım Ayı İtibariyle Türkiye'nin Kurulu Elektrik Gücünün Kuruluşlara Göre Su ve Rüzgâr Kaynaklarına Dağılımı¹¹⁰

KURULUŞLAR	TOPLAM(MW)	Kuruluş Payı (%)	Barajlı Hidrolik (MW)	AkarsuHidrolik (MW)	Rüzgâr (MW)
EÜAŞ	18.750,60	48,6	10.655,40	454,3	
EÜAŞ'a Bağlı Ortaklık Santralleri	2.154,00	5,6			
Özelleştirme Kapsam Ve Programındaki Santraller	1.680,00	4,4			
İşletme Hakkı Devir (TOR) Santralleri	650,1	1,7		30,1	
Mobil Santraller	749,7	1,9			
Yap-İşlet (BO) Santralleri	6.101,80	15,8			
Yap-İşlet-Devret (BOT) Santralleri	2.449,00	6,4	772	210	17,4
Serbest Üretim Şirketleri (IPP) Santralleri	2.226,60	5,8		221,5	
Oroprodüktör Santralleri	3.791,50	9,8	540	22,8	2,7
Toplam	38.553,40	100	11.967,40	938,6	20,1
Kaynakların Toplama Katkısı (%)	-	-	31	2,4	0,1

EİEİ Genel Müdürlüğü ile Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü tarafından rüzgar enerji sektörünün alt yapısını oluşturmak ve sektörün kısa, orta, uzun erimlerde etkili ve verimli yönde gelişimini sağlamak amacıyla Türkiye'nin rüzgar potansiyelinin belirlenmesi ve buna göre yatırım çalışmalarında yol gösterici olması için “Rüzgar Atlası” çalışması bitirilerek Haziran 2002’de yayınlanmıştır. (Şekil 4) Rüzgar enerjisi açısından Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gökçeada, Çorlu ve Çanakkale zengin bölgeler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Bandırma, Bozcaada, Çeşme, Gökçeada, Çanakkale, Karadeniz Ereğli’si, Florya ve Siverek gibi bölgelerde yöresel potansiyel belirleme çalışmaları da yapılmıştır.

¹¹⁰ TEİAŞ Ağustos 2005 Sonu İtibariyle



Beş farklı topoğrafik durum için yer seviyesinden 50 m yükseklikteki rüzgar potansiyelleri¹

Kapalı Araziler ²	Açık Araziler ²	Kıyılar ⁴	Açık Deniz ²	Tepe ve Bayır ⁴	
ms ⁻¹	Wm ²	ms ⁻¹	Wm ²	ms ⁻¹	
>8.0	>250	>7.5	>500	>8.5	>700
5.0-8.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700
4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400
3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250
<3.5	<50	<4.5	<100	<5.0	<150

1. Rüzgar potansiyeli, rüzgarın gücünü temsil etmektedir. Rüzgar türbini halihazırda potansiyelin % 20 ile % 30 luk bölümünü kullanabilir. Potansiyel hesaplamaları; deniz seviyesinde 1 Atm lik standart basınç ve 15 °C sıcaklığa karşılık gelen 1.23 kg/m³ hava yoğunluğuna göre yapılmıştır.
2. Yerleşim alanları, ormanlar ve rüzgar kırıcıları yoğun olduğu tarım alanları (pürüzlülük sınıfı 3)
3. Az sayıda rüzgar kırıcının olduğu açık araziler (pürüzlülük sınıfı 1). İç bölgelerde en fazla tercih edilen alanlar genellikle bu sınıfta bulunmaktadır.
4. Düzgün kıyı alanları ve çok az sayıda rüzgar kırıcı içeren kara yüzeyleri (pürüzlülük sınıfı 1). Eğer hakim rüzgar yönü deniz tarafından ve sürekli ise, potansiyel daha fazla olabilir. Tam tersi durumda ise potansiyel daha az olabilir.
5. Kıyılardan en az 10 km uzaklıktaki açık denizler (pürüzlülük sınıfı 0).
6. Bütün sınıflarda % 50 ye varan bir hız artışı görülmektedir ve bu sonuç 400 m yüksekliğinde ve 4 km çapındaki simetrik bir tepede yapılan hesaplamalarda elde edilmiştir. Rüzgar hızındaki artış; tepenin yüksekliğine, uzunluğuna ve yapısına bağlıdır.

Şekil 6: Türkiye Rüzgar Atlası(2004)¹¹¹

Türkiye’de 2005 yılı itibarıyla 20 MW rüzgâr kurulu gücü bulunmaktadır. 2007’de rüzgar santrallerinden beklenen üretim 3,8 milyar KWh’e, 2010’da 4,9 milyar KWh’e ve 2013’de 5,9 milyar KWh’e çıkması öngörülmüyor.

2007’de hedeflenen 3.841 GWh üretim 1.413 MW kurulu güce karşılık gelmektedir. 2010 yılı için hedeflenen 4.890 GWh rüzgâr enerjisi üretimi için 1.788 MW öngörülmüştür. İlk iki yılda 1.400 MW, yani yılda 700 MW rüzgâr santrali kurulacak olup sonraki üç yılda 375 MW ile yılda 125 MW rüzgâr santrali kurulması planlanmıştır. 2010-2013 yılları arasında ise, yine yılda 125 MW kurulması hedeflenmektedir.

Türkiye’de ilk rüzgar elektriği, 1986 yılında Çeşme Altinyunus Tesisleri’nde kurulan 55 KW nominal güçlü rüzgar türbininden elde edilmiştir. Bu türbinin göbek yüksekliği 24,5 m, pervane çapı 14 m nominal güce 12 m/s’lik rüzgar hızına erişmektedir. Çeşme şartlarında yılda ortalama 100.000 KWh elektrik enerjisi üretmekte ve bu miktar tesis elektrik ihtiyacının % 4’ünü karşılamaktadır.

21 Şubat 1998 yılında Çeşme Germiyan Köyü’nde kurulan bir Türk şirketi tarafından bir Alman firmasından alınan ve 3 rüzgar türbininden oluşan bu rüzgar çiftliği 1,7 MW kapasite ile üretime geçmiştir. Germiyan Rüzgar Çiftliği; 500 KW’lık nominal güce sahip ve pervane çapı 40,3 m, senkron jeneratörlü olup 14 m/s hızda nominal güce ulaşmaktadırlar. Germiyan Rüzgar Çiftliği, otoprodüktör sistemiyle kurulmuştur ve yılda 4,5 milyon KWh elektrik elde edilmektedir.

Yap-İşlet-Devret Modeli ile işletmeye açılan ilk rüzgar enerjisi tesisi, 28 Kasım 1998 tarihinde işletmeye açılan Alaçatı’daki ARES adlı 12 adet türbinden oluşan rüzgar çiftliğidir.

¹¹¹ Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr

Bu rüzgar türbinlerinin pervane çapı 44 m, göbek yüksekliği 45 m olup, günde 100.000 KWh'lık elektrik enerjisi elde edilmektedir. 8,5 milyon dolarlık yatırım ile kurulan rüzgar çiftliğinin kendisini 2,5 yılda amorti etmesi öngörülmüştür.

En büyük rüzgar enerji santrali BORES (Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali) 10,2 MW gücünde olup 25 Temmuz 2000'de Bozcaada'da kurulmuştur. Santral her biri 600 KW gücündeki 17 adet rüzgar türbininden oluşmaktadır ve bir yıl boyunca 35 milyon KWh elektrik üretimi gerçekleştirmiştir. BORES'in yatırım maliyeti 13 milyon dolar olup, santralin yaklaşık 6 yılda kendisini finanse etmesi beklenmektedir. Santralin ekonomik ömrü 30-35 yıldır. Üretilen enerjinin yaklaşık 1/17'si Bozcaada'da tüketilmekte, diğer kısmı ise denizaltındaki kablo ile Çanakkale bölgesine geçmektedir.¹¹² Halen işletmede bulunan rüzgar santrali kurulu gücü 18,9 MW'tır.

Türkiye'nin ekonomik rüzgar gücü potansiyeli hakkında farklı değerler belirtilmekle birlikte bu potansiyel 10.000 MW'tan 20.000 MW'a kadar değişim göstermektedir. Böylesine büyük farklılık, Türkiye'de bu konuda geniş ve yeterli ölçüde bir araştırmanın henüz yapılamadığını ortaya koymaktadır. 20.000 MW'ı Türkiye'nin ekonomik rüzgar gücü potansiyeli olarak kabul ettiğimizde ve bir rüzgar santralının yıllık işleyiş süresini 2.500 saat aldığımızda 50 milyar Kwh'lık bir üretim kapasitesine ulaşma imkanı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Rüzgar enerjisi için saptanan hedefler, AB dahil olmak üzere, tüm dünyada dinamik bir değişim göstermektedir. Başlangıçta AB'nin rüzgardan 2005 yılı elektrik üretimi için hedeflediği % 2'lik pay, ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca (ETKB) benimsenmiş, ancak yeterli yatırım kaynakları bugüne kadar ayrılmamıştır.

Ülkemizde rüzgar santralleri, öncelikle potansiyelin yoğun olduğu Ege, Marmara, Güneydoğu ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde kurulmalıdır. Rüzgar türbinlerinin güç kalitesi, elektrik üretim sistemindeki elektriksel performansı tanımlamaktadır. Bu da şebekeye bağlanan rüzgar türbinlerinin şebekenin gücü ve gerilim kalitesi üzerinde yaptığı etkidir ve özellikle şebekenin zayıf olduğu yerlerde rüzgar türbinlerinin artan sayılarda şebekeye bağlanmasında kısıtlayıcı faktör olabilmektedir. Ülkemizde özellikle Ege ve Marmara kıyılarında kurulacak rüzgar santralleri bu sorunla karşı karşıya bulunmakta olup rüzgar santrallerinin kurulabileceği yerlerdeki elektrik iletim şebekelerinin gözden geçirilerek güçlendirilmesi gerekmektedir.

2006 tarihi itibarıyla EPDK'dan rüzgar enerjisi üretmek için 40 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla rüzgar enerjisi konusunda kurulu güç toplamı 1.440,32 MW'a ulaşılmış olacak ve bu kurulu güç ile toplam 4.714.705.572 KWh/yıl üretim yapılabilecektir. Tesis edilecek bu kapasite Türkiye'nin 2003 kurulu gücünün % 3,96'sı, 2004 üretiminin ise % 0,44'ü oranındadır. Bu kapasite ile 10.000 MW'lık teknik potansiyelin yalnızca % 14'ü kullanılabilecektir.(Tablo 58) EPDK tarafından bu güne kadar 22 adet RES lisans başvurusunu da reddetmiştir.

¹¹² ARAS H., Wind Energy Status and its Assessment in Turkey. Renewable Energy. 28(14); 2213-2220;2003

Tablo 58: EPDK Tarafından Rüzgar Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı¹¹³

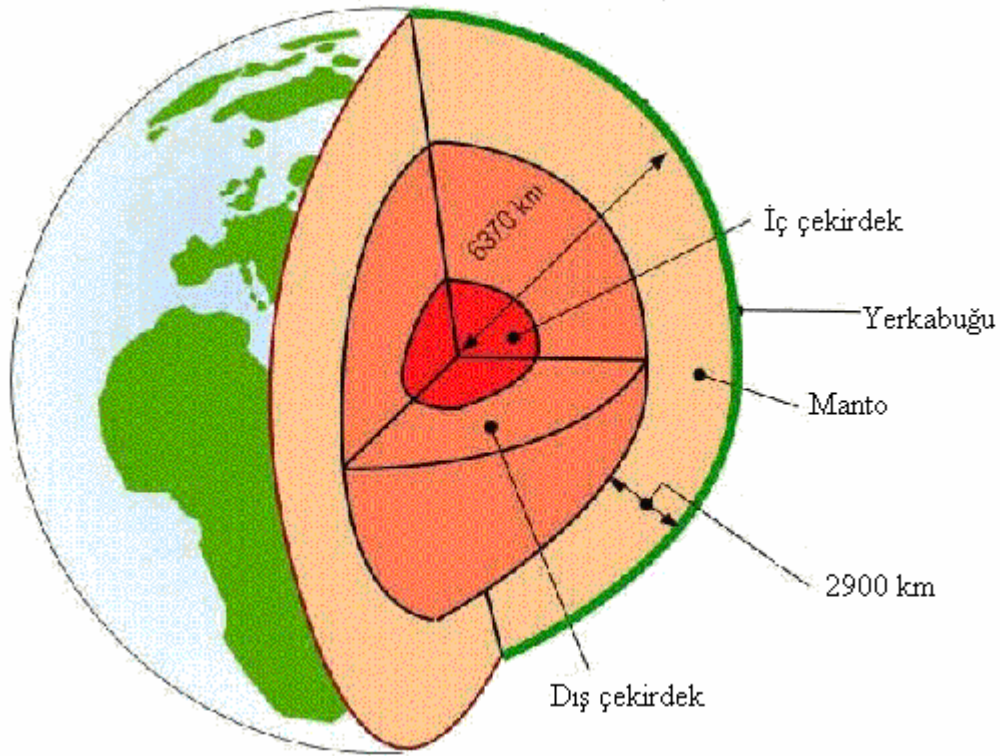
Tesisin Yeri	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)
Adıyaman	1	43,00	123.628.748
Aydın	2	45,55	120.020.000
Balıkesir	4	165,00	711.456.000
Bilecik	1	67,00	202.479.010
Bursa	2	68,10	199.291.708
Çanakkale	3	74,70	243.680.000
Denizli	1	25,20	68.500.000
Hatay	5	157,40	590.076.000
İstanbul	4	88,16	291.050.000
İzmir	6	217,16	600.431.550
Karaman	1	46,25	150.929.000
Kocaeli	2	119,70	388.000.000
Manisa	3	84,25	250.319.000
Muğla	1	24,30	60.000.000
Osmaniye	3	190,80	595.930.556
Tekirdağ	1	45,00	118.914.000
Toplam	40	1.461,57	4.714.705.572

RESİAD'ın 26.03.2006 tarihli çalışmasına göre bu 40 projeden yatırımı %20'nin üzerinde gerçekleşen proje sayısı yalnızca 3 olup toplam 70,5 MW kapasitenin bu projelerin kurulması öngörülen kurulu güç içerisindeki payı ise %4,82'dir.

¹¹³ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK) – www.epdk.org.tr

5.3. JEOTERMAL ENERJİ (ISI, ELEKTRİK)

Jeotermal enerji kısaca yer ısısı olup yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş basınç altındaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar ve hesaplamalar dünyanın başlangıçta eriyik halde bulunduğu ve binlerce yıl önce katı hale geldiğini göstermektedir. Yer kabuğunun derinliklerinde bulunan uranyum (U_{238} , U_{235}) toryum (Th_{232}) ve potasyum (K_{40}) gibi radyoaktif maddelerin bozuşması sonucu sürekli olarak ısı üretme prosesinin, jeotermal enerjinin kaynağı olduğuna inanılmaktadır. Yerkabuğunun kalınlığı kıtalarda 20-65 km'ye ulaşırken okyanus tabanlarında 5-6 km kalınlıktadır. Manto 2900 km kalınlıkta ve çekirdeğin yarıçapı yaklaşık 3470 kilometredir. (Şekil 7) Yerkabuğu, manto ve çekirdeğin fiziksel ve kimyasal özellikleri yer yüzeyinden merkeze doğru farklılık gösterir. Yerkürenin en üst kısmı litosfer olarak adlandırılır ve yerkabuğu ile üst mantoyu içerir. Kalınlığı okyanus tabanında 80 km ve kıtasal alanlarda 200 km olan litosfer katı değişmez bir davranış gösterir. Litosferin altındaki astenosfer 200-300 km kalınlıkta olup daha plastik bir özelliğe sahiptir.



Şekil 7: Yerkabuğu, Manto ve Çekirdek

Jeotermal enerji yer kürenin daha sıcak olan merkezinden yüzeye doğru sürekli olarak akan yerkürenin iç ısıdır. Dünya genelinde yeryüzüne ısı akışı ortalama 82 miliwatt/m² olarak varsayılır. Yerkürenin yaklaşık 10 km derinliği içindeki kayaların içerdiği ısının dünya enerji gereksinimini 6 milyon yıl karşılayacak büyüklükte olduğu tahmin edilmektedir.¹¹⁴ Yerkürenin içindeki bu enerji derinlerde iletim yoluyla kayalara, yer yüzeyine yaklaşıldıkça akışkanlar aracılığı ile taşınım yoluyla gerçekleşmektedir. Dolayısıyla Jeotermal enerji iklimden bağımsızdır. (Şekil 8)

¹¹⁴ Makina Mühendisleri Odası TESKON 2003 – www.mmo.org.tr

kaynakları banyo, ısınma ve pişirme amaçlı olarak kullanıyorlardı. 630 yılında Japon İmparatorluğu'nda kaplıca geleneği yaygınlaşmıştır. 1200 yılında ise jeotermal enerji ile mekan ve su ısıtması yapılabileceği Avrupa'lılar tarafından keşfedilmiştir.

1322'de Fransa'da köylüler doğal sıcak su ile evlerini ısıtmaya başlamıştır. 1800'de yine Fransa'da yerleşim birimlerinin jeotermal enerji ile ısıtılması yaygınlaşmıştır. 1800'de ABD'de kaplıcalar hızla yaygınlaşmaya başlamıştır. 1818'de F. Larderel ilk defa jeotermal buhar kullanarak borik asit elde etmiştir. 1833'te P. Savi tarafından İtalya'daki Larderello Bölgesi'nin altındaki jeotermal rezervuarın yayılımı araştırılmıştır. 1891'de ABD Boise Idaho'da ilk jeotermal bölge ısıtma sistemi uygulaması gerçekleştirilmiştir. 1904'te İtalya'da Larderello jeotermal buhardan ilk elektrik üretimi sağlanmıştır. 1920'de California (The Geysers)'de ilk jeotermal kuyular açılmıştır. 1930'da İzlanda, ABD, Japonya ve Rusya'da jeotermal akışkanın kullanımı yaygınlaşmıştır. 1960 yılında ilk ticari jeotermal enerjiden (kuru buhar) elektrik enerjisi üretimi Amerika'da Kaliforniya'da yapıldı. 1969 yılında ise Fransa'da büyük şehirlerin jeotermal enerji ile ısıtılmasına başlandı.

Jeotermal enerji kaynaklarını, **kuru buhar kaynakları, sıcak su kaynakları (atmosfere açık veya kapalı), derin yer kabuğu ısısı (sıcak kayalar) ve magma (mutlaka geliştirilmesi gerekli)** olarak tanımlayabiliriz.

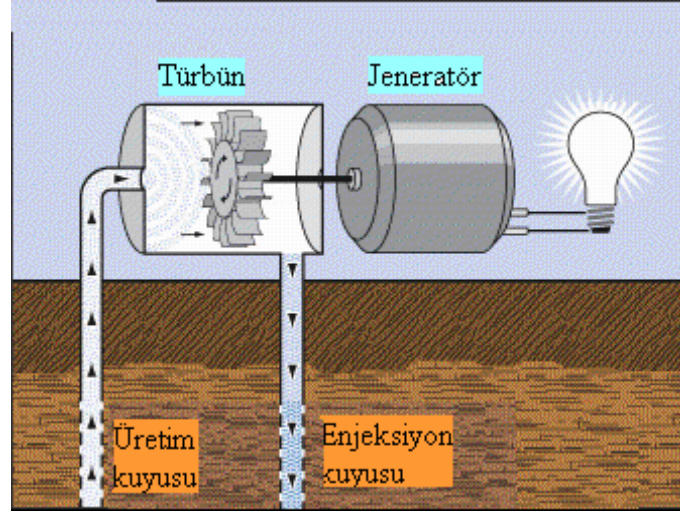
Jeotermal enerji, buhar veya sıcak su boruları ile güç santraline taşınarak elektrik üretiminde, buhar yada sıcak su pompalanarak borular vasıtasıyla aynı zamanda evlerin ısıtılmasında, üretimde proses ısısı olarak, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde, tarımda, seracılıkta, kültür balıkçılığında, kaldırımlarda ve karların eritilmesinde de kullanılmaktadır. (Tablo 59)

Jeotermal enerji ile sürekli güç üretilmektedir. Jeotermal enerji, 5-10 MW güçte küçük santraller halinde kurulmaya ve geliştirilmeye uygun olması, uzun dönemde hava değişikliklerinden ve kullanıcılardan etkilenmemesi, **fosil yakıtların fiyat dalgalanmalarından bağımsızlığı, fiyatının kömürlü termik santrallerle ve doğal gazla rekabet edebilecek kadar düşük olması, kapalı sistemlerde yaydığı emisyon değerinin sıfır olması nedeniyle çevre etkilerini göz önüne aldığımızda çok önemli bir enerji kaynağı olmaktadır.**

Tablo 59: Jeotermal Enerjinin Endüstriyel Kullanım Alanları.

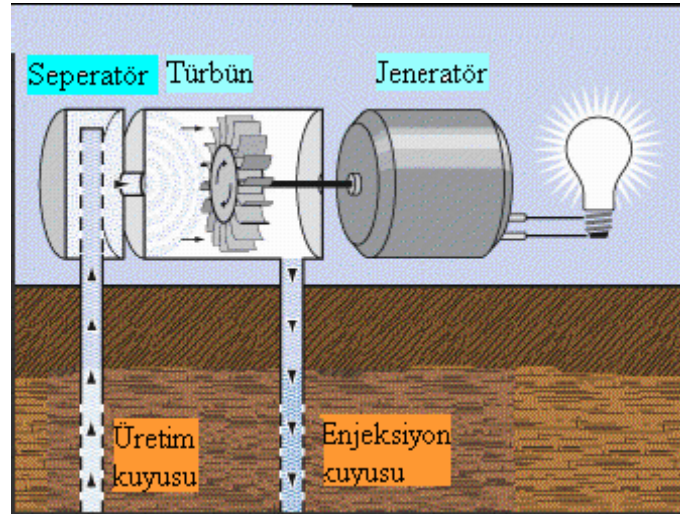
UYGULAMA	SICAKLIK -°C	DURUM
-Konut Isıtması	50-80	Ülkemiz ve Dünyada Yaygın
-Kimya Endüstrisi NaHCO ₃	120	Potansiyel Kullanım
•Boksitten Alüminyum	150	Potansiyel Kullanım
•Desalinasyon	120	Pilot Tesis, Şili
•Kükürt Madenciliği	120	Potansiyel Kullanım
•Beton Proses ve Kurutma	110	İzlanda' da Tesis
•Diatomit Kurutması	170	İzlanda' da Tesis
•Karbon Dioksit	100	Ülkemizde
•Jeotermal Sudan Yan Ürün	120	Borik Asit, Lityum, Arsenik
-Petrol Rafinasyonu	175-250(% 20)	Potansiyel Kullanım
	150-175(% 40)	
	125-150(% 40)	
-Gıda Prosesi		
•Kurutma	120-140	Potansiyel Kullanım
•Şeker Rafinasyonu	130	
-Kağıt Endüstrisi	175-200(% 70)	Tesis, Yeni Zelanda
	150-175(% 30)	
-Tarım		
•Ekin Kurutma	60	Tüm dünyada
•Sera	60	Dünyada ve ülkemizde
•Balık Üretimi	20	Japonya' da Tesis

Genelde elektrik üretimi, jeotermal kaynağın karakteristiğine bağlı olarak üç tip santralde yapılmaktadır. Kuru buhar santralleri; türbini döndürmek için kuyudan üretilen kuru buhar doğrudan kullanılır.



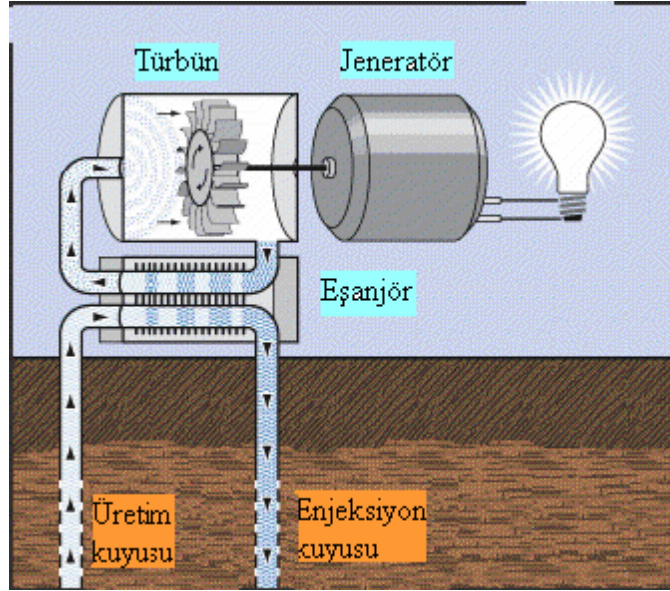
Şekil 10: Kuru Buhar Santrali

Flaş buhar santrallerinde; yüksek basınçla kuyudan gelen akışkan düşük basınçlı separatörlerde su ve buhar olarak ayrılır ve ayrıştırılan buhar ile türbinin döndürülmesi sağlanır.



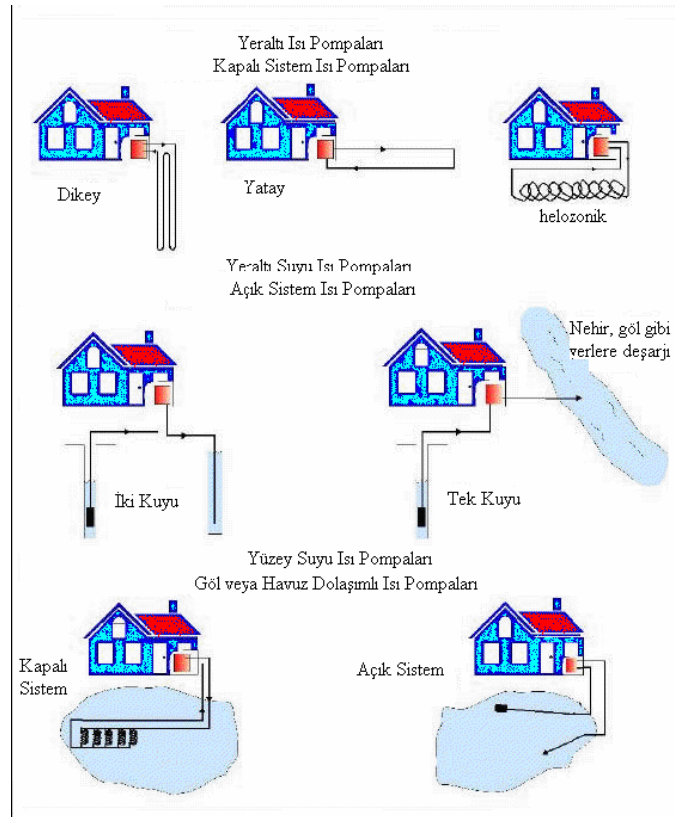
Şekil 11: Flaş Buhar Santrali

Çiftli Çevrim (Binary cycle): Jeotermal akışkanın sıcaklığından faydalanılarak sudan daha az buharlaşma sıcaklığına sahip akışkan eşanjörde (heat-exchanger) buharlaştırılır ve buharlaşan bu akışkan ile türbinin döndürülmesi sağlanır.



Şekil 12: Çiftli Çevrim Santrali

Jeotermal akışkanın doğrudan kullanım yöntemi, jeotermal enerjiden faydalanmanın en eski, çok yönlü ve çok genel kullanım alanlarından biridir. Yer ve bölge ısıtmacılığı, tarımsal uygulamalar, balneolojik uygulamalar ve endüstri uygulamaları jeotermal enerjiden faydalanmanın en çok bilinen yönüdür. Jeotermal ısıtma sistemi geleneksel ısıtma sistemlerinden oldukça ucuzdur. Jeotermal ısıtma ve soğutma sistemi 1980'li yıllardan sonra ısı pompalarının kullanılmasıyla bir artış göstermektedir. Isı pompalarının çeşitli sistemleri, yer ısısı, sıkı akiferler ve havuz gibi düşük sıcaklıklı kütlelerin ısısına bağlı olarak ısıtma ve soğutma için faydalanılmasına olanak sağlamaktadır (Şekil 13).



Şekil 13: Isı Pompalarının Kullanım Şekilleri

Tarımsal uygulamalar, açık saha uygulamaları ve sera ısıtmacılığını içerir. Açık saha uygulamasında bitkileri sulama ve toprağı ısıtma (toprak altına döşenen borular vasıtasıyla) şeklindedir. Jeotermal akışkanın kimyasal içeriğinin bitkilere zarar vermesini önlemek için devamlı olarak kontrolü yapılmalıdır.

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde % 17, elektrik dışı jeotermal uygulamalarda ise % 87 artış olmuştur. Filipinler’de toplam elektrik üretiminin % 27’si, İzlanda’da toplam ısı enerjisi ihtiyacının % 86’sı jeotermalden karşılanmaktadır. Batı ABD’de jeotermal kurulu güç yaklaşık 2.850 MW olmuştur. (Tablo 60) (Utah Eyaletinin elektrik toplam ihtiyacının % 2’si, Kaliforniya Eyaletinin % 7’si ve Nevada Eyaletinin ise % 10’u jeotermalden karşılanmaktadır.)

Tablo 60: Dünyada Jeotermal Elektrik Üretimi¹¹⁵

Ülkeler	MW
ABD	2850
Filipinler	1848
İtalya	768,5
Meksika	743
Endonezya	589,5
Japonya	530
Yeni Zelanda	345
Kosta Rika	120
İzlanda	140
El Salvador	105
Nikaragua	70
Kenya	45
Çin Halk Cumhuriyeti	32
Türkiye	21
Rusya	11
Portekiz (Azor Adaları)	11
Guatemala	5
Fransa (Guadeloupe)	4
Tayvan	3
Tayland	0.3
Zambia	0.2
Toplam	8217

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması, ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya şeklindedir. Dünya jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması ise Çin, İsveç, ABD, İzlanda ve Türkiye biçimindedir.

35 ülkede jeotermalin doğrudan kullanım kapasitesi ise 10.000 MW’dır. Bunlara termal kullanımı da ilave ettiğimizde ülke sayısı 40’a ulaşmaktadır. Sadece ABD’de 18 adet jeotermal bölgesel ısıtma sistemi, 38 sera kompleksi, 28 balık üretme çiftliği, 12 endüstriyel kullanım ve 218 adet balneolojik kullanım bulunmaktadır.¹¹⁶ Jeotermal kaynakların kullanım alanlarına göre oranlar Tablo 61’de görülmektedir.¹¹⁷

¹¹⁵ Geothermal Education Office – <http://geothermal.marin.org>

¹¹⁶ Geothermal Education Office – <http://geothermal.marin.org>

¹¹⁷ DPT

Tablo 61: Dünya Jeotermal Enerji Kullanımı

Kullanım Alanları	%
Kaplıca	15
Kurutma	1
Seracılık	12
Balık Çiftlikleri	13
Endüstri	10
Diğer	3
Isı Pompaları	12
Buz Eritme, Havalandırma	1
Alan Isıtma	33

a. Türkiye’de Jeotermal Enerji

Türkiye jeotermal enerjiden elde edilen elektrik üretimi yönünden ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya gibi ülkelerden sonra 14. sırada yer almaktadır. Ülkemiz jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında ise 41 ülke arasında 7. sırada bulunmaktadır.¹¹⁸

Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı tektonik yapısı nedeniyle jeotermal enerji açısından büyük öneme sahiptir ve **kaynak zenginliği yönünden dünyada 5. sırada gelmektedir.** 1962 yılında MTA tarafından bir sıcak su envanter çalışması olarak başlatılan Türkiye’nin jeotermal enerji araştırması ile bugün toplam 600’den fazla termal kaynak (sıcak ve mineralli su kaynağı) bilgisine ulaşılmıştır.¹¹⁹

Bu çalışmalar sonucunda Türkiye’nin brüt teorik ısı potansiyeli 31.500 MW olarak belirlenmiştir. Türkiye’nin teknik ısı potansiyeli 7.500 MW, kullanılabilir potansiyeli ise 2.843 MW’dır. Ülkemizdeki jeotermal kaynakların % 95’i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup (40°C’nin üzerinde toplam 140 adet jeotermal alan) çoğunlukla Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu’da bulunmaktadır.¹²⁰ **Türkiye’nin toplam jeotermal ısı ve elektrik potansiyeli; 5 milyon konut ısıtma eşdeğeri veya 150 bin dönüm sera ısıtması, 1 milyonun üzerinde kaplıca yatak kapasitesi, 9,3 milyar \$/yıl fuel-oil eşdeğeri (30 milyon ton/yıl), 30 milyar m³/yıl doğal gaz eşdeğerindedir.**¹²¹

Türkiye’de jeotermal enerji kullanımına ilk olarak ısıtma amacıyla 1964 yılında Gönen’de bir otelde başlanmıştır. Yine 1987 yılında Gönen’de konut ısıtmasında kullanılmaya başlanmış olup, kapasitesi 16,2 MW’tir.

1982 Türkiye’de Aydın (Germencik) jeotermal alanı keşfedildi. 1983’te kuyu içi eşanjörlü ilk jeotermal ısıtma sistemi İzmir (Balçova)’de kuruldu. 1984 Türkiye’nin ilk ve Avrupa’nın İtalya’dan sonra ikinci jeotermal enerji santrali (20.4 MWe kapasiteli) Denizli (Kızıldere)’de hizmete açıldı.

Ülkemizde jeotermal ısı ve elektrik potansiyeli kullanımının dağılımı ise şöyledir;

Kaplıca Kullanımı	195 KAPLICA (327 MW- yılda 7 milyon kişi)
Toplam Doğrudan Isı Kullanımı	992 MW (Yılda 800.000 ton petrol -kalorifer yakıtı- karşılığı 563 trilyon TL/yıl)
Elektrik Üretimi	20 MW (Denizli – Kızıldere- 26 bin TEP)
Karbondiyoksit Üretimi	120 Bin ton/yıl

Ülkemizde jeotermal elektrik santralleri kurulmasına elverişli yüksek entalpili sahalar fazla bulunmamaktadır. Özellikle Aydın Germencik Söke jeotermal alanı, Denizli Kızıldere

¹¹⁸ Elektrik Mühendisleri Odası Enerji Raporu(27/28 Nisan 2002) – www.emeo.org.tr

¹¹⁹ TÜBİTAK – www.tubitak.gov.tr

¹²⁰ Ültaur, MÖ.1998 21.Yüzyıla Girenken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD yay.,İstanbul – www.tusiad.org.tr

¹²¹ Türkiye Jeotermal Derneği – www.jeotermaldernegi.org.tr

jeotermal alanı ve Nevşehir Acıgöl jeotermal alanı yüksek entalpili olup, elektrik üretimi ve entegre ısıtma için kullanılmaya uygundur. (Tablo 62-63)

Tablo 62: Türkiye’de Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Mevcut Durumu¹²²

Yer Adı	Isıtılan Konut Sayısı	Devreye Alma Tarihi	Jeoter. Su Sıc. (°C)	Yatırımcı
9 Eylül Üniv. Kampüsü	2500	1983	115-60	Valilik + Üniversite Rektörlüğü
Gönen	3400	1987	80	Belediye Ağırlıklı Anonim Şirketi
Simav	4500	1991	137	Belediye
Kırşehir	1800	1994	57	Valilik Ağırlıklı Belediye Anonim Şirketi
Kızılcahamam	2500	1995	80	Belediye Ağırlıklı Anonim Şirketi
Balçova	15000	1996	137	Valilik Ağırlıklı Limited Şirketi
Afyon	4500	1996	95	Valilik Ağırlıklı Belediye Anonim Şirketi
Kozaklı	1200	1996	90	Valilik Ağırlıklı Belediye Anonim Şirketi
Narlıdere	1500	1998	125	Valilik Ağırlıklı Limited Şirketi
Sandıklı	3200/5000	1998	70	Belediye Ağırlıklı Anonim Şirketi
Diyadin	400	1999	70	Valilik Ağırlıklı Anonim Şirket
Salihli	3000/24000	2002	94	Belediye
Sarayköy	1500/5000	2002	140	Belediye Ağırlıklı Anonim Şirketi
Edremit	1300/7500	2003	60	Belediye Ağırlıklı Limited Şirketi
Bigadiç	500/3000	2005	96	Belediye
Termal tesis ve 635 dönüm sera ısıtması (Şanlıurfa, Dikili, Balçova vb)				Jeotermal Sahada Yatırım Valilik +Sera Yatırımı Özel Sektör

Tablo 63: Jeotermal Sahaların Yer, Kapasite ve Kullanım Alanları¹²³

Jeotermal Alan Adı ve Yeri	Sıcaklık (°C)	Kapasite (MW)_(MW)	Kullanım Alanı	Açıklamalar
Germencik- AYDIN	232	0,1	Sera	Elektrik üretimine uygun
Kızıldere- DENİZLİ	212	22,8	Elektrik üretimi, Sera	1984’te 20.4MW, şu an net 15 MW üretimi var
Tuzla- ÇANAKKALE	174	9	Sera	Elektrik üretimine uygun
Salavatlı- AYDIN	171	-	-	Elektrik üretimine uygun
Simav- KÜTAHYA	163	61,6	Isıtma, Balneoloji, Sera	3200 konut ısıtması
Seferhisar- İZMİR	153	1,06	Sera	80.000m ² sera ısıtılması
Dikili- İZMİR	130	2	Sera	
Balçova- İZMİR	124	143,3	Isıtma, Balneoloji, Sera	10.000 konut ısıtılması
Ilıcabaşı- AYDIN	103	-	-	
Hisaralan- BALIKESİR	100	0,49	Sera	
Tekkehamamı- DENİZLİ	100	1,8	Sera	
Ömer Gecek- AFYON	98	2,6	Isıtma, Balneoloji,	35 apart otel binası ve 5000 m ² sera ısıtılması
Salihli- MANİSA	98	0,37	Isıtma, Balneoloji,	1989’dan beri otel binasının jeotermal ısıtılması
Çitgöl- KÜTAHYA	97	-	-	
Kozaklı- NEVŞEHİR	93	14,9	Isıtma, Sera	1.000 konut ısıtılması
Çamköy (Alangüllü)- AYDIN	90	0,7	Isıtma, Balneoloji,	
Zilan (Erciş)- VAN	90	-	-	

Türkiye’nin teorik jeotermal elektrik kapasitesi 4.500 MW olarak belirlenmiş, teknik potansiyel ise 500 MW civarında tahmin edilmektedir. Ancak yapılan sondajlara dayalı olarak

¹²² T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) – www.enerji.gov.tr

¹²³ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) – www.enerji.gov.tr

ortaya koyulan kesinleşmiş potansiyel ise 200 MW düzeyindedir. Geleceğe ilişkin projeksiyonlarda bu değer 2010 yılında 500 MW, 2020 yılında ise 1.000 MW olarak belirtilmektedir

Denizli–Sarayköy’de kurulan ve 1984 yılında tesis edilen Türkiye’nin ilk ve şimdilik tek jeotermal santrali 20,4MW kurulu güce sahiptir. Santralin 2000 yılında 75,5 milyon KWh enerji ürettiği ve Türkiye genelinde tüketime sunulan enerji içindeki jeotermal payın % 0,1 olduğu bilinmektedir.¹²⁴ Özellikle elektrik açığının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu’da yüksek entalpili elektrik üretimine elverişli kaynaklar, Orta ve Doğu Anadolu’da ise ısıtma amacıyla düşük entalpili kaynaklar bulunmaktadır.¹²⁵(Tablo 64)

Tablo 64: Türkiye’de Jeotermal Enerji ile Isıtılabilecek Potansiyel Yerleşim Birimleri¹²⁶

Yerleşim Birimi	Konut Sayısı
İzmir	220.000
Denizli ve Civarı	100.000
Aydın ve Civarı	90.000
Bursa ve Civarı	75.000
Balıkesir ve Civarı	65.000
Afyon ve Civarı	65.000
Manisa+Turgutlu	50.000
Kütahya ve Civarı	35.000
Çanakkale ve Civarı	35.000
Sakarya-Akyazı-Kuzuluk	30.000
Salihli	30.000
Bolu ve Civarı	28.000
Yozgat ve Civarı	25.000
Nazilli	25.000
Erzurum	25.000
Şanlıurfa + Sivas	20.000
Dikili – Bergama (İzmir)	15.000
Alaşehir (Manisa)	10.000
Aliağa (İzmir)	10.000
Kırşehir	10.000
Diğer Yerleşim Birimleri Toplamı	37.000
ARA TOPLAM (Konut Isıtması)	1 Milyon
Termal Tesis ve Sera Isıtması	250000 Konut Eşdeğeri
Genel Toplam	1.250.000 Konut Eşdeğeri (10000 MWt)
Fuel-Öl (Kalorifer Yakıtı) Tasarrufu	2.800.000 Ton/Yıl (1.6 Milyar ABD\$/Yıl)

Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde tamamen olmasa bile, doğrudan kullanım alanında, teknolojik açıdan yatırımların % 90’ı yerli makina ve teçhizat tarafından karşılanabilecek bir düzeye ulaşmıştır. Dolayısıyla elektrik dışı uygulamalarda ulusal teknoloji kolaylıkla geliştirilebilir durumundadır.

Türkiye’deki jeotermal enerji kaynaklarının tümüne yakınının düşük entalpili olması, kaynakların değerlendirilmesinde endüstriyel proses ısısı ve konut ısıtmasına yönelinmesi

¹²⁴ Ültanır, M. Ö., 1998 21.Yüzyıla Girenken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD Yay., İstanbul – www.tusiad.org.tr

¹²⁵ Başol, K, 1985, Doğal Kaynaklar Ekonomisi, DEU, İzmir

¹²⁶ Başol, K, 1985, Doğal Kaynaklar Ekonomisi, DEU, İzmir

gereğini ortaya çıkarmaktadır. **Türkiye'nin gelecek yıllardaki enerji gereksinimleri dikkate alındığında jeotermal enerjinin tek başına çözüm olmayacağı; fakat enerji sorununda tamamlayıcı bir rol oynayacağı açıktır. Devletin ve özel yatırımcıların jeotermal kaynakların son derece çekici olduğu konut ısıtması ve proses ısısı gibi kullanımlara yatırım yapması, ülke ekonomisine katkıda bulunacak, hava kirliliğini azaltma yanında petrol için harcanan döviz giderlerini de azaltacaktır.**

İtalyan hükümeti jeotermal ısıya 1 Euro Cent/KWh ilave ödeme yaparak teşvik etmektedir.

Jeotermal enerji termal turizm amaçlı olarak Almanya ve Macaristan'a 10 milyon kişi, Rusya'ya 8 milyon kişi, Fransa'ya yaklaşık 700 bin, İsviçre'ye 800 bin ve İspanya'ya 400 bin kişi gitmektedir. 126 milyon nüfuslu Japonya'nın sadece Beppu şehrine 12-13 milyon kişi termal turizm amaçlı olarak gelmektedir. Japonya'da 1500 adet kaplıcada 100 milyon kişi termal turizm yapmaktadır.

Kaynak zenginliği açısından dünyada ilk 7 ülke arasında yer alan Türkiye'nin termal suları, hem debi ve sıcaklıkları hem de çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile Avrupa'daki termal sulardan daha üstün nitelikler taşımaktadır. Ülkemizde debileri 2-500 lt/sn arasında değişen 1300 dolayında termal kaynak bulunmaktadır.

Türkiye'de, 195 adet kaplıcadan yılda 10 milyon kişi birçok hastalığın tedavisinde, rehabilitasyon ve dinlenme (tatil) amaçlı olarak faydalanmaktadır.

Dünyada 10 bin dönüm, Türkiye'de ise 635 dönüm jeotermal sera vardır. Şanlıurfa'daki 106 dönümlük jeotermal ISITMALI seradan Avrupa'ya ihracat yapılmaktadır. Mevcut 635 dönüm'lük sera ısıtmasının 10 yıl içinde 10.000 dönüm olması hedeflenmektedir. Düşük sıcaklıklarda kültür balıkçılığı gerçekleştirilmektedir. Karides, Levrek-Sarı levrek, Çupra, Tilapia (çupra türü), Yayın, Sazan vb.

Geleceğin yakıtı olarak bilinen hidrojenin üretimi, jeotermal kaynaklar aracılığı ile de mümkündür.

Ülkemizde 1986 yılından beri Kızıldere jeotermal elektrik santralinin atığı olan karbondioksit (CO₂) değerlendirilerek, entegre olarak sıvı karbondioksit ve kurubuz üretimi yapılmaktadır. Yılda 120.000 ton civarında üretim yapan fabrika, Türkiye'nin sıvı karbondioksit ihtiyacının % 50'sini karşılamaktadır.

415 litre/saniye toplam debiye ve 250 °C üretim sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkandan (akışkan içerisindeki toplam çözünmüş maddenin 10 gram/litre'den daha az olmaması gerekmektedir) elde edilebilecek ürünlerin yıllık değeri Tablo 65'de çıkarılmıştır.

Tablo 65: Jeotermal Akışkandan Elde Edilebilecek Ürünlerin Yıllık Değeri¹²⁷

Elektrik için	2 – 5 Milyon \$/yıl
Üretilebilecek mineraller için	5 – 50 Milyon \$/yıl
Isı enerjisi için	16 – 34 Milyon \$/yıl

Bu amaçla jeotermal kaynaktan modüler (5 MW civarı) elektrik enerjisi üretimi teknolojisinin ülkemizde kullanımının yaygınlaştırılması gereklidir. Üretilen elektriğin şebekeye bağlanmasına yönelik üretici desteklenmelidir.

Türkiye'de bu gün itibarıyla EPDK'dan jeotermal enerjisi üretmek için 5 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla jeotermal enerji kurulu güç toplamı 61,15 MW'a ulaşılmış olacak, bu

¹²⁷ Türkiye Jeotermal Derneği – www.jeotermaldernegi.org.tr

kurulu güçte toplam 362.204.000 KWh/yıl üretim yapılabilecektir. Teknik potansiyelin % 87,6'sı ise değerlendirmeyi beklemektedir. (Tablo 66)

Tablo 66: EPDK Tarafından Verilen Jeotermal Enerjisi Lisanslarının Dağılımı¹²⁸

Tesisin Yeri	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (kWh/Yıl)
Aydın	2	33,15	178.704.000
Çanakkale	1	7,50	63.000.000
Denizli	2	20,50	120.500.000
Toplam	5	61,15	362.204.000

¹²⁸ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK) – www.epdk.org.tr

5.4. GÜNEŞ ENERJİSİ (ISI, ELEKTRİK)

Güneş enerjisi, güneşten gelen ve yeryüzünde 0-1.100 W/m² değerlerinde bir ısı etkisi yaratan yenilenebilir bir enerjidir. Bu enerji ile ısıtmadan soğutmaya çok farklı ısı etkisinin kullanıldığı uygulamalar ve değişik teknolojiler ile elektrik enerjisi üretimi de gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 14: Güneş Enerjisi İle Isınma

Güneş enerjisi ile çalışan ilk motorun patenti 1861 yılında alınmış olmasına karşın güneş enerjisi daha sonraki yıllarda (1970'lerdeki petrol krizine kadar) unutulmuştur. Fotovoltaik Endüstri Birliği (EPIA) ve Greenpeace tarafından yayınlanan raporda dünyada **2040 yılına kadar küresel enerji gereksiniminin % 26'sının güneş enerjisinden sağlanacağı ve 2 milyondan fazla kişiye istihdam imkanı sağlanacağı** ifade edilmektedir.

Fotovoltaik hücreler (PV hücreler) gürültüsüz, çevreyi kirletmeden, herhangi bir hareket eden mekanizmaya ihtiyaç duymadan güneş enerjisini direkt olarak elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir. PV hücreler hesap makinalarında, saatlerde, uydularda, aydınlatmada ve küçük aletlerin çalıştırılmasında yaygın olarak kullanılırlar. PV hücreler elektrik enerjisi iletim hattı bulunmayan ya da uzak olan yerlerde evlerin hatta köylerin, çiftlik evlerinin, su pompalarının, çeşitli aletlerin uzaktan kumandasında da kullanılmaktadır.



Şekil 15: Güneş Kolektörleri

Günümüzde modern güneş pillerindeki ileri teknolojiler ile % 20-30 ve daha yüksek verimlere ulaşılabilir. Bugün fotovoltaik yolla elde edilen elektrik enerjisinin maliyeti 0,1 dolar/KWh düzeyindedir.¹²⁹ Şu an için güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi, maliyet bazında diğer kaynaklara göre daha pahalı görünmekle birlikte, güneş pillerinin verimlerinin artırılmasına ilişkin sürdürülen çalışmalarla maliyetlerin daha aşağılara çekilmesi beklenmektedir. (Tablo 67-68)

¹²⁹ Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

Tablo 67: Bazı Ülkelerin Fotovoltaik(PV) İstatistikleri¹³⁰

	Kümülatif Şebeke Dışı Kapasite (KW)		Kümülatif Şebekeye Bağlı Kapasite (KW)		Toplam PV Kurulu Güç(KW)	Toplam PV Kurulu Güç(W/kişi)	PV Kurulu Gücü (2004)KW	Şebekeye Bağlı PV Kurulu Gücü (2004)KW
	Ulusal	Ulusal Olmayan	Dağıtım	Merkezi				
Avusturya	15.900	29.640	5.410	1.350	52.300	2,60	6.670	780
Avustralya	2.687		15.340	1.153	19.180	2,37	2.347	1.833
Kanada	5.291	8.081	476	36	13.884	0,44	2.054	107
İsviçre	2.810	290	18.440	1.560	23.100	3,12	2.100	2.000
Almanya	26.000		768.000		794.000	9,62	363.000	360.000
Danimarka	65	190	2.035	0	2.290	0,43	400	360
İspanya	14.000		23.000		37.000	0,87	10.000	8.460
Fransa	12.500	5.800	8.000	0	26.300	0,44	5.228	4.183
İngiltere	193	585	7.386	0	8.164	0,14	2.261	2.197
İsrail	653	210	9	14	886	0,13	353	3
İtalya	5.300	6.700	12.000	6.700	30.700	0,55	4.700	4.400
Japonya	1.136	83.109	1.044.846	2.900	1.131.991	8,87	272.368	267.016
Kore	461	4.898	4.533	0	9.892	0,21	3.454	3.106
Meksika	14.169	4.003	10	0	18.182	0,17	1.041	0
Hollanda	4.769		41.830	2.480	49.079	3,01	3.162	3.071
Norveç	6.438	375	75	0	6.888	1,50	273	0
Portekiz	1.657	569	417	0	2.643	0,25	574	20
İsveç	3.070	602	194	0	3.866	0,43	285	0
ABD	77.900	11.700	153.600	22.000	365.200	1,24	90.000	62.000
Tahmini Toplam Alan	170.730	281.021	2.064.201	79.593	2.595.545		770.270	71.953

Tablo 68: 2004 yılında güneş enerjisiyle sıcak su elde etme¹³¹

Ülkeler	Kurulu güç (GWth)
Çin	45.0
Avrupa Birliği ülkeleri	9.8
Türkiye	6.9
Japonya	5.4
İsrail	3.4
Brezilya	1.6
ABD	1.4
Avustralya	1.1
Hindistan	0.7
Güney Afrika	0.4
Diğer ülkeler	1.3

a. Türkiye’de Güneş Enerjisi

Ülkemizde güneş enerjisi yaygın olarak evlerin sıcak su gereksiniminin karşılanmasında kullanılmaktadır. Özellikle Güney ve Ege kıyıları başta olmak üzere bütün bölgelerde güneş enerjisi kolektörleri halen yoğun olarak sıcak su amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bazı endüstriyel uygulamalar, hacim ısıtma uygulamaları (güneş mimarisi) ile elektrik üretiminde fotovoltaik pillerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Türkiye güneş enerjisi yönünden oldukça zengin bir ülkedir. EİEİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye’nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresinin 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışıyım şiddetinin 1.311 KWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 KWh/m²-gün) olduğu tespit edilmiştir.¹³²

Güneş enerjili sistemlerin dizaynı ve optimizasyonu için tüm güneş ışıyımı değerleri gereklidir. Başlıca yenilebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi güneş enerjili su ısıtıcılarında, hububat kurutucularında, güneş fırınlarında ve ocaklarında, odun kurutulmasında, binaların soğutma ve ısıtma sistemlerinde, fotovoltaik pillerde kullanılabilecek alternatif bir enerji kaynağıdır.

¹³⁰ www.oja-services.nl/iea/pvps/irs/index.html

¹³¹ Renewable Energy November-Devcember 2005

¹³² Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

Türkiye 36-420 kuzey enlemleri ve 26-450 doğu boylamları arasında kuzey yarımkürenin güneş kuşağında bulunduğu için yeterli miktarda güneş enerjisi potansiyeline sahip bulunmaktadır.

Türkiye'nin yıllık ortalama güneş ışıınımı ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgesel dağılımı ile Türkiye'nin aylık ortalama güneş ışıınımı ve güneşlenme süresi değerleri sırası ile Tablo 69 ve 70'de verilmiştir.¹³³

Tablo 69: Bölgelere Göre Güneşlenme Potansiyeli

Bölgeler	Toplam Güneş Işınımı	Güneşlenme Süresi
	(KWh/m ² -yıl)	(saat/yıl)
Ege	1.304	2.738
Karadeniz	1.120	1.971
İç Anadolu	1.314	2.628
Doğu Anadolu	1.365	2.664
Marmara	1.168	2.409
Akdeniz	1.390	2.956
Güneydoğu Anadolu	1.460	2.993
Ortalama	1.303	2.622,71

Tablo 70: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

Ay	Toplam Güneş Işınımı		Güneşlenme Süresi
	(Kcal/cm ² -ay)	(KWh/m ²)	(saat/ay)
Ocak	4,45	51,75	103,00
Şubat	5,44	63,27	115,00
Mart	8,31	96,65	165,00
Nisan	10,51	122,23	197,00
Mayıs	13,23	153,86	273,00
Haziran	14,51	168,75	325,00
Temmuz	15,08	175,38	365,00
Ağustos	13,62	158,40	343,00
Eylül	10,60	123,28	280,00
Ekim	7,73	89,90	214,00
Kasım	5,32	60,82	157,00
Aralık	4,03	46,87	103,00
Toplam	112,83	1.311,16	2.640,00
Ortalama	9,39	109,26	220,00

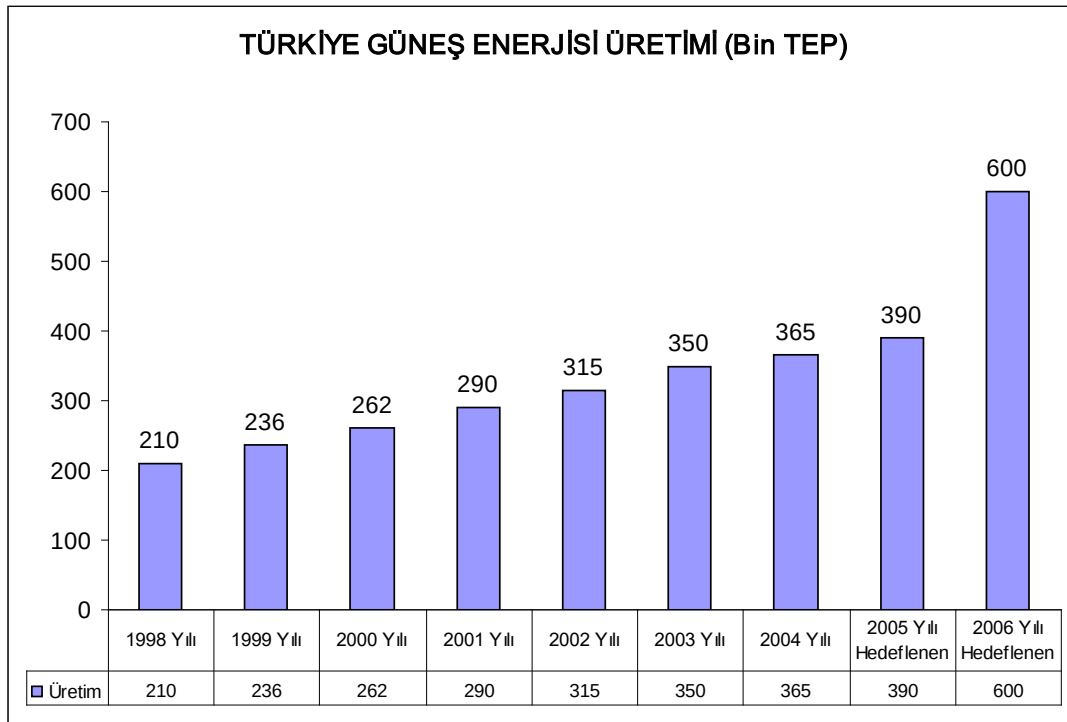
Ülkemizde yıllık ortalama toplam güneş ışıınınımının en küçük ve en büyük değerleri sırası ile 1.120 KWh/m²-yıl ile Karadeniz Bölgesinde, 1.460 KWh/m²-yıl ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmektedir.

Güneş pili sistemlerinin işletme özelliklerini incelemek üzere EİEİ Genel Müdürlüğü'nce başlatılan proje kapsamında 300 Watt gücünde bir sistem Aydın Yenihisar'da kurulmuştur. Dünyada giderek yaygınlaşan şebekeye bağlı güneş pili sistemleri konusunda bilgi birikimini artırmak amacıyla 4,70 KWh gücünde şebekeye bağlı bir fotovoltatik sistem EİEİ Genel Müdürlüğü'nce 1998 yılında Didim'de kurularak ölçümlere başlamıştır. Bu sistemin 18-19 KWh/gün enerji ürettiği belirlenmiştir. Yine 1,2 KW gücünde benzeri bir sistem EİEİ Genel Müdürlüğü parkında kurulmuştur.

¹³³ Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

Enerji üretimi amacına yönelik olarak yürütülen fizibilite çalışmaları sırasında, ülkemizin enerji konusunda mevcut meteorolojik verilerinin yeterli olmadığı saptandığından, bu amaca dönük olarak EİEİ Genel Müdürlüğü ve DMİ Genel Müdürlüğü ile ortak bir proje çalışması başlatılmıştır. Bu proje kapsamında; Antalya, İzmir, Ankara, Aydın-Yenihisar, Adana-Yumurtalık'ta birer adet bilgisayar destekli güneş enerjisi gözlem istasyonu tesis edilmiş ve 5 yıl boyunca veri toplanması programlanmıştır. Ölçüm süresini doldurması nedeniyle İzmir'deki istasyon Kayseri'ye, Didim'deki istasyon da Balıkesir'e taşınmıştır.

Türkiye ısısal güneş enerjisi üretimi açısından Çin, ABD ve Japonya'dan sonra dünya 4.'sü durumundadır. Yıllık 5.690 MWh'lik ısısal güneş enerjisi üretim kapasitesi ile Türkiye Avrupa'nın ilk sırasında yer almaktadır.¹³⁴ Kişi başına düşen güneş kolektörü alanı açısından dünyada en çok kullanım 0,85 m²/kişi ile Kıbrıs, 0,55 m²/kişi ile İsrail, 0,2 m²/kişi Yunanistan'da gerçekleşiyor. Türkiye'deki durum ise 0,15 m²/kişi düzeyindedir. (Grafik 23)



Grafik 23: Türkiye Güneş Enerjisi Üretimi (Bin TEP)¹³⁵

Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanımlarına ülke enerji politikalarında yer verilmesi, enerji dış alımlarını azaltabileceği gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılmasını da sağlayacaktır.

Güneş enerjisinden yararlanma olanakları yönünden dünyanın en şanslı ülkelerinden biri olan ülkemizde güneş enerjili sıcak su sistemlerinin yaygınlaşması ile güneş kolektörleri kullanımı teşvik edilmeli ve zorunlu tutulmalıdır. Nüfusun ve enerji tüketiminin yoğun olduğu büyük kentlerde yerel yönetimlerle işbirliği yapılarak güneş kolektörlerinin yaygın kullanımı konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Güneş enerjisi sıcak su sistemlerinin, güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde öncelikli olarak, tüm ülkede yeni yapılmakta olan binalarda kullanımını zorunlu tutacak, mevcut binalarda ise teşvik edecek şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.

¹³⁴ Plein Soleil Dergisi/Fransa - www.plein-soleil.info

¹³⁵ Plein Soleil Dergisi/Fransa - www.plein-soleil.info

Konutlarda tüketilen enerjinin % 80'i ısınmaya harcanmaktadır. Bu nedenle güneş mimarisi önemsenererek uygulanmalı, öncelikle büyük şehirlerden başlanarak yeni yapılmakta olan binalarda yönlendirme ve yalıtıma büyük önem verilmeli, ek maliyet getirmeden % 30'lara varan ısı kazancı sağlayan mimari özellikler kullanılmalıdır. Bu konuda ilgili meslek odaları ile işbirliği yapılarak bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmelidir. Kırsal alanlarda pişirme amaçlı kullanılan güneş ocaklarının yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Türkiye'de bugün itibarıyla EPDK'ya güneş enerjisi üretmek için 3 firma lisans başvurusunda bulunmuştur. Alınacak bu lisanslarla yapılacak yatırımların gerçekleşmesi halinde güneş enerjisinin kurulu güç toplamı 62 MW'a ulaşılmış olacaktır. (Tablo 71)

Tablo 71: EPDK Tarafından Verilen Güneş Enerjisi Lisanslarının Dağılımı¹³⁶

Tesisin Yeri	Tesis Adedi	Kurulu Güç (MW)
Antalya	3	62

¹³⁶ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK) – www.epdk.org.tr

5.5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ (BİYOGAZ, BİYOYAKIT)

Yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük teknik potansiyele biyokütle sahiptir. **Biyokütle** enerji teknolojisi kapsamında; odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kolza, soya v.b.), karbo-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b.), hayvansal atıklar ile şehirselle ve endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir.

Biyokütle yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, sosyo-ekonomik gelişme sağlayan, çevre dostu, elektrik üretilebilen, taşıtlar için yakıt elde edilebilen stratejik bir enerji kaynağıdır.

Biyokütle doğrudan yakılarak veya çeşitli süreçlerle yakıt kalitesi artırılıp, mevcut yakıtlara eşdeğer özelliklerde alternatif biyoyakıtlar (kolay taşınabilir, depolanabilir ve kullanılabilir yakıtlar) elde edilerek enerji teknolojisiinde değerlendirilmektedir. Biyokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve biriktirme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile yakıt elde edilmektedir. Dönüşüm süreçleri ve ürünlerine örnek olarak, uygulamadaki başarısını kanıtlamış aşağıdaki biyoyakıtlar verilebilir:

DÖNÜŞÜM SÜRECİ

ÜRÜN

Biyometanlaştırma Süreçleri	: Biyogaz
Biyofotoliz Süreçleri	: Hidrojen
Fermentasyon Süreçleri	: Biyoetanol
Piroliz Süreçleri	: Pirolitik sıvı
Gazlaştırma Süreçleri	: Gaz yakıt
Karbonizasyon Süreçleri	: Biyokömür
Esterleşme Süreçleri	: Biyomotorin-Biyodizel

Bu yakıtlar içinde biyogaz, biyoetanol ve biyomotorin önde yer almaktadır. Biyoyakıtların ülkemizde uygulanır olması için gerekli potansiyel, bilgi birikimi ve altyapı mevcuttur. Türkiye sadece odun, bitki ve hayvan atık-artıklarından yakacak olarak ısınma ve pişirmede yararlanmakta ve maalesef dünyadaki modern biyokütle kullanım eğiliminin dışında kalmaktadır.

Türkiye hayvansal ve bitkisel artık miktarı 10,3 MTEP değerinde olup, bu değer ülkemiz enerji tüketiminin % 13'üne karşılık gelmektedir. Ülkemiz enerji ormancılığına uygun (kavak, söğüt, kızılâğaç, okalıptüs, akasya gibi hızlı büyüyen ağaçlar) 4 milyar hektar devlet orman alanına sahiptir. Söz konusu alan uygun planlamalar dahilinde, modern enerji ormancılığında değerlendirilmeli ve bu ağaçların yakacak olarak kesimi önlenmelidir.

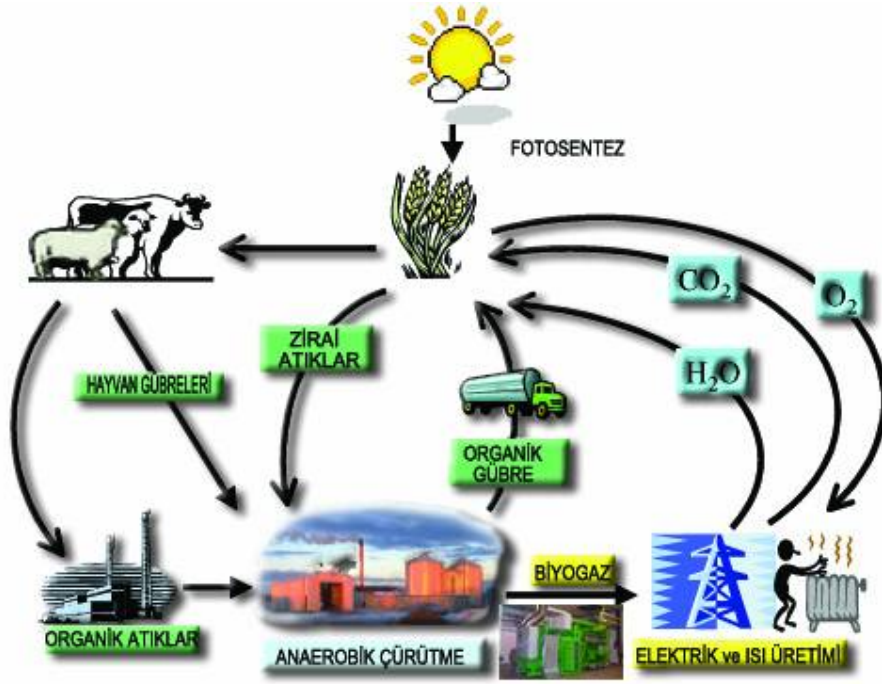
Türkiye'de toplam arazinin sadece % 33,1'i işlenmektedir. İşlenmeyen arazi içinde tarıma uygun % 3'lük bir alan mevcuttur. Bu alanın enerji tarımında kullanılması, kota kapsamından çıkarılan ürünler (tütün, şeker pancarı gibi) yerine de enerji amaçlı tarım (sorgum, miskantus, kanola, C4 bitkileri ekimi gibi) yapılması, tarım kesimine yön verecek, istihdam yaratacak ve ulusal gelir artacaktır. GAP, Yeşilirmak Havza Projesi gibi projeler kapsamında biyokütle enerji teknolojisi plan ve uygulamaları mutlaka yer almalıdır.

Ülkemizde 65.000 ton/gün miktarında çöp çıkmaktadır. Çöplerin düzenli depolama ile elektrik eldesinde değerlendirilmesi de göz ardı edilmemelidir. Türkiye için en önemli biyoyakıt seçeneklerinden biri **biyogaz**'dir.¹³⁷

¹³⁷ EİET

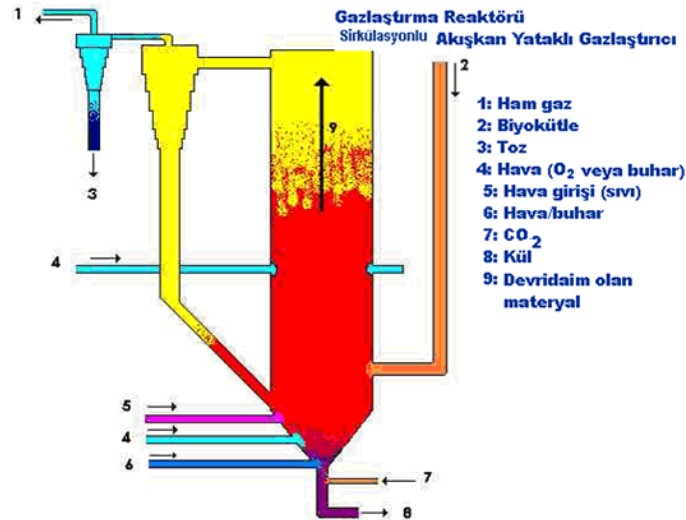
5.5.1. Biyogaz

Biyogaz organik maddelerin anaerobik (oksijensiz) ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında, biyometanlaştırma süreçleri (havasız bozunma-biyolojik bozunma-mikrobiyal bozunma-anaerobik fermentasyonun kontrollü süreci) ile elde edilen bir gaz karışımıdır. Şekil 16’da fotosentez-biyogaz üretimi-kullanımı döngüsü şematik gösterilmektedir.



Şekil 16: Fotosentez Biyogaz Döngüsü

Biyogaza “Bataklık Gazı”, “Gübre Gazı”, “Gobar Gaz” gibi isimler de verilmektedir. Biyogaz; renksiz, yanıcı, ana bileşenleri metan ve karbondioksit olan, az miktarda hidrojen sülfür, azot, oksijen ve karbonmonoksit içeren bir gazdır. Genellikle organik maddenin % 40- % 60 kadarı biyogaza dönüştürülür. Biyogazın genel bileşimi % 60 CH₄ ve % 40 CO₂’den oluşmakta ve ısı değeri 17-25 MJ/m³tür. Geri kalan artık ise kokusuz, gübre olarak kullanmaya uygun bir katı veya sıvı atıktır.



Şekil 17: Gazlaştırma Reaktörü

Biyogaz doğal gaza alternatif bir gaz yakıt olarak doğrudan yakma-ısıtma ve ısıtmada, motor yakıtı olarak, türbin yakıtı olarak, elektrik enerjisi elde edilmesinde, yakıt pili yakıtı olarak, doğal gaz içine katkı olarak ve kimyasalların üretiminde kullanılmaktadır.

Biyogaz üretiminde kullanılabilecek atıkları;

- o Hayvancılık atıkları,
- o Zirai atıklar,
- o Orman endüstrisi atıkları,
- o Deri ve tekstil endüstrisi atıkları,
- o Kağıt endüstrisi atıkları,
- o Gıda endüstrisi atıkları (çikolata, maya, süt, içecek üretimi),
- o Sebze, meyve, tahıl ve yağ endüstrisi atıkları,
- o Bahçe atıkları,
- o Yemek atıkları,
- o Hayvan gübreleri (büyükbaş hayvancılık, küçükbaş hayvancılık, tavukçuluk),
- o Şeker endüstrisi atıkları,
- o Evsel katı atıklar,
- o Atık su arıtma tesisi atıkları,

şeklinde sıralayabiliriz.

Biyogaz üretimi organik atıkların kontrollü-uygun koşullarda depolanmasını sağlar.Çiftlik kökenli organik atıkların-gübrelerin kontrolsüz depolanması yer altı-yerüstü sularının, toprağın ve havanın kirlenmesine neden olur. Gübrenin içerdiği azotlu bileşenler toprakta depolanır, yıkanır ve gaz halde atmosfere karışır. Azot, nitrat formunda (NO_3) yer altı suyuna karışarak, amonyak halinde (NH_3) azot oksit yağmurlarına neden olarak ve azot oksit (N_2O) yapısında da sera etkisine neden olarak çevreyi kirletir. Gübreden ayrıca metan gazı (CH_4) çıkışı havayı kirletmektedir. Azot oksitler karbondioksitten (CO_2) 150 kat daha fazla ozon tabakası için zarar oluşturmaktadır. Biyogaz üretimi sonrasında organik yapıdaki C/N oranı küçülür; böylece NH_3 , CH_4 ve N_2O ve nitrat kirleticileri azalır.

Biyogaz kullanımının tarihçesi Asurlular'a dayanmaktadır. Asurlular ve daha sonra İranlılar biyogazı banyo ısıtılmasında kullanmışlardır. 17. yüzyılda Jan Baptita Van Helmont, organik maddelerin bozunumu ile gaz oluştuğunu, 1776'da Alessandra Volta organik maddelerin bozunma hızı ile yanıcı gaz miktarı arasında bir paralellik olduğunu ortaya koymuştur. Biyogaz ilk kez 1859 yılında Hindistan'da üretilmiştir.

a. Türkiye'de Biyogaz

Türkiye'de biyogaz çalışmaları 1957 yılında Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'de başlamıştır. 1982 yılında ülkemizde ciddi bir biyogaz projesi başlatılmış, 2002 yılı itibariyle yerel yönetimler de bu konuya ilgi duymaya başlamıştır. Türkiye'de biyogaz tesislerinin kurulması için uluslararası firmaların ilgisi yüksektir. 2004 yılında önceliğin tavuk çiftliklerinde olmak üzere diğer büyükbaş ve küçükbaş hayvan çiftliklerinin de bu konuya önem verecekleri öngörülmektedir. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı kapsamında 2005 yılında 15 GWh fiili biyogaz üretimi öngörülmüştür. Bu rakam sevindirici bir rakamdır.

Yapılan çeşitli değerlendirmelerde Türkiye biyogaz potansiyeli 2,5-4 Milyar m³ (Yaklaşık 25 Milyon KWh) olarak belirtilmektedir.

Bugün için biyogaz üretim potansiyeli olan atık maddeler; kırsal atıklar, yüksek kirlilik içeren endüstriyel atıklar, atık su arıtma tesislerinden biyolojik arıtma süreci sonunda elde edilen çamurlar, katı atıkların organik özellik taşıyan bileşenleri ve bu atıklara benzer özellikteki diğer atıklar şeklinde sıralanabilir. Bu atıkların biyogaz üretimi için kullanılmasıyla bir yönüyle atık bertarafı gerçekleştirilirken, diğer yönüyle de enerji elde edilmiş olur. Ayrıca, organik bir kaynak niteliğindeki atıklardan gübrenin tezek olarak yakılması ulusal ekonomi için büyük zarardır. Bu bağlamda biyogaz tesislerinin yaygınlaştırılması önemlidir. Biyogaz tesislerinin yanı sıra, şebeke ile bağlantılı çalışan “çöp termik santralleri” ile elektrik üretimi sağlanabilmektedir. Kuzey Avrupa ülkelerinde biyogaz materyalle ve biyogazla çalışan otoprodüktör kojenerasyon tesisleri bulunmaktadır. Dünya ölçeğinde biyokütleden elde edilen enerjinin toplam enerji üretimindeki oranı % 14 civarındadır. Gelişmekte olan bazı ülkelerde bu oranın % 40'lara varmakta olduğu ifade edilmektedir.¹³⁸

Çin, Meksika, Brezilya, Rusya, ABD ve Batı Avrupa ülkelerinde biyokütle'den elde edilen elektrik (biyoelektrik) giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Örneğin bu alanda ABD'de 8.000 MW kapasite mevcuttur. Fransa birincil enerji tüketiminin % 2'sini odunun yakılması ile sağlamaktadır.

Biyoelektrik üretimi için değerlendirilebilecek atık ve enerji ormancılığı potansiyelinin ülkemizde mevcut olduğu bilinmektedir. 2003 genel enerji dengesi içerisinde 14.991 bin ton odun, 5.439 bin ton hayvansal-bitkisel atık arzı olmuştur. Bunun yanında ortalama değerlerle yılda 15 milyon ton evsel atık, 20 milyon ton belediye atığı oluşmaktadır.

Bir tür biyogaz materyali olan çöpün, çöp termik santralleriyle enerji üretiminde kullanılması, özellikle kentsel çöpün ortadan kaldırılmasını da sağlamaktadır. Böylelikle çöp yığınlarında açılan özel sondaj kuyuları ile metan gazı elde edilmektedir. Doğal biçimde, çöplerin fermentasyona uğraması sonucunda oluşan metan gazı, çöp yığınlarından sızamama durumunda patlamalara neden olduğu gibi, atmosfere dağılması durumunda da sera etkisine yol açmaktadır.

Metan sondaj kuyuları ile alınan gaz, çevre sorunu oluşturmadan gaz türbinli bir santralde yakıt olarak değerlendirilebilmektedir.

Türkiye'de son zamanlarda organik atık, biyokütle ve biyogazdan enerji elde edilmesine yönelik kamu ve özel sektör yatırımları artmaya başlamıştır. Öncelikle Büyükşehir Belediyeleri çöp atıklarının çözümüne yönelik atık yakma ve enerji üretim tesisleri kurmaya başlamışlardır. Türkiye'de yapımı tamamlanan biyokütle ve atık yakıt kaynaklı kojenerasyon tesisleri Tablo 72'de verilmiştir.

Tablo 72: Türkiye'de Yapımı Tamamlanan Biyokütle ve Atık Yakıt Kaynaklı Kojenerasyon Tesisleri

KURUM ADI	Bölgesi	Yeri	Kapasite (MW)	Yakıt Tipi
AKSA ENERJİ	Bursa	Bursa	1,20	Çöp
BELKO	Ankara	Ankara	3,20	Biyogaz
İSTAÇ	İstanbul	Kemer-Burgaz	6,00	Çöp
İZAYDAŞ	İzmit	Köseköy	5,20	Çöp

Ülkemizin toplam biyogaz miktarı 1,67 milyar m³/yıl'dır. Fermantör içi sıcaklığın 18 °C olması ve optimum fermantör sıcaklığında çalışılması durumunda bu potansiyelin 2,2-3,3

¹³⁸ D.KAYA, H.OLGUN, M. TIRIS, T.ŞEKER - TUBİTAK-MAM Enerji Sistemleri Çevre Araştırma Enstitüsü – www.mam.gov.tr

milyar m³/yıl arasında olması teorik olarak mümkün görünmektedir. Bu da 2,4 milyon ton taş kömürü eşdeğeri bir enerjiye karşılık gelmektedir. (Tablo 73)

Tablo 73: Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Karşılık Gelen Üretililecek Biyogaz Miktarı ve Taşkömürü Eşdeğeri¹³⁹

Hayvan Cinsi	Biyogaz Miktarı (m ³ /yıl)	Taş Kömürü Eşdeğeri (Ton/yıl)
Sığır	994.860.000,00	710.613,00
Koyun-Keçi	1.901.500.000,00	1.358.215,00
Tavuk-Hindi	487.020.906,00	347.871,00
Toplam	1.672.030.906,00	2.416.699,00

EPDK'dan biyogaz enerjisi üretmek için 4 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla biyogaz enerjisine dayanan kurulu güç toplamı 5,92 MW'a ulaşılmış olacak ve bu kurulu güç ile toplam 4.1146.140 KWh/yıl üretim yapılabilir. (Tablo 74)

Tablo 74: EPDK tarafından Biyogaz Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı¹⁴⁰

Tesisin Yeri	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (KWh/Yıl)
Adana	1	0,99	5.926.140
Ankara	1	3,2	24.100.000
Balıkesir	1	0,34	-
Bursa	1	1,39	11.120.000
Toplam	4	5,92	41.146.140

EPDK'dan çöp gazı enerjisi üretmek için 2 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla çöpgaz enerjisine dayalı kurulu güç toplamı 16 MW'a ulaşmış olacak, bu kurulu güç ile toplam 116.310.000 KWh/yıl üretim yapılabilir. (Tablo 75)

Tablo 75: EPDK Tarafından Çöp Gazı Enerjisi Hakkında Verilen Lisansların Dağılımı¹⁴¹

Tesisin Yeri	Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Üretim Miktarı (KWh/Yıl)
Afyon	1	15	110.160.000
İstanbul	1	1	6.150.000
Toplam	2	16	116.310.000

Türkiye'de taşımacılıkta ve askeri taşıtlarda kullanılan biyodizel veya dizel-biyodizel karışımı yakıtın üretimi ve kullanımı çeşitli yasal teşviklerle desteklenmelidir.

Yurt dışından tohum ve biyomotorin girişi engellenmeli ve yurt içi üretim desteklenmelidir. Bu uygulamada biyomotorin ve tohumların değişik isimler altında (örneğin kanola, kolza; biyodizel, yağ asidi metil etil esteri, yağ asidi etil esteri gibi) ülkemize giriş yapılmasını engelleyecek düzenlemelerin yapılması gereklidir.

Yağ oranı yüksek, maliyeti düşük, alternatif tarımsal hammadde araştırmaları yapılmalıdır.

Şeker Fabrikalarındaki alkol üretim teknolojileri rehabilite edilmelidir. Tam kapasite ile çalışmayan Şeker Fabrikaları modifiye edilerek biyoetanol üretim tesislerine dönüştürülmelidir. Yeni tesislerin kurulması teşvik edilmeli, desteklenmelidir. Potansiyel biyogaz üreticilerine yakıtın tanıtımı yapılmalıdır. Orta ve büyük ölçekli tesisler desteklenmelidir.

¹³⁹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) – www.enerji.gov.tr

¹⁴⁰ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) – www.epdk.org.tr

¹⁴¹ Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) – www.epdk.org.tr

5.5.2. Biyoyakıt

Biyokütle yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde ciddi bir **teknik potansiyele** sahiptir. **Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikler** olan **bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler “Biyokütle Enerji Kaynağı”, bu kaynaklardan üretilen enerji ise “Biyokütle Enerjisi”** olarak tanımlanmaktadır.

Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Fotosentez ile enerji içeriği yaklaşık olarak 3,10 J/yıl olan organik madde oluşmaktadır. Bu değer dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir.¹⁴²

Biyokütle ısı sağlamak, yakıt üretmek ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Biyokütle, Amerika’da hidroelektrik enerjiden sonra ikinci sıradaki yenilenebilir enerji kaynağıdır. Hesaplamalar Amerika’nın enerji ihtiyacının % 3’ünü biyokütleden sağladığı şeklindedir. Örneğin etanol üretmek için mısır gibi çabuk büyüyen ot ve ağaçlar, odun talaşları ve evsel atıklar kullanılmaktadır.

Üretilen etanol ile taşıtları çalıştırmak mümkündür. Etanol ayrıca benzine göre daha temiz emisyon veren bir yakıttır. Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar); yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçek, soya, vb.); karbo-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, enginar, vb.); elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, vb.); protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday, vb.); bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, vb.); hayvansal atıklar ile şehirselle ve endüstriyel atıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlarına ulaşılmaktadır.

Biyokütle-Biyogaz enerjisinin dünyadaki ilk kullanımına örnek 19. yüzyılda İngiltere’de foseptiklerde oluşan gazın sokak aydınlatmasında kullanılmasıdır.

Biyokütle kökenli en önemli dizel motoru alternatif yakıtı biyomotorindir. Biyomotorin (biyodizel), biyodizel, dizel-bi, yeşil dizel adları ile de bilinmektedir. Biyomotorin üretiminde bitkisel yağ olarak kolza, ayçiçek, soya ve kullanılmış kızartma yağları, alkol olarak metanol, katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum veya potasyum hidroksit) tercih edilmektedir. Biyomotorin üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye’de kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin enerji amaçlı tarımı mümkündür.

Ülkemizde biyomotorin bir çok firma tarafından üretilmeye başlanmış ve bu alanda üretici firmalar bir araya gelerek bir yapılanma oluşturmuşlardır. Bu alanda yürütülen AR-GE çalışmalarına ise Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) Projesi olarak destek verilmektedir.

Rudolf Diesel, 1900’lü yılların başında bitkisel yağlarla çalışabilecek motor yapabilme çabalarının sonucunda Dizel Motoru bulmuş ve geliştirdiği motoru ilk olarak yerfıstığı yağı ile çalıştırmıştır. Bu gün dünyada pek çok ülkede üretilmektedir. Gelişmiş ülkelerde kullanımı ve kullanımını artıracak çevre bilincinin gelişimini sağlamak ve tanıtımı için ciddi teşvikler ve muafiyetler uygulanmaktadır.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışında yıldızı parlayan biyodizel’in dizel motor yakıtı olarak kullanılabilme özelliği bulunmaktadır. Biyodizel kimyasal olarak yenilenebilir yağ kaynaklarından türetilen uzun zincirli yağ asitlerinin mono alkol esteri olarak tanımlanabilir. Biyodizel biyolojik kaynaklardan (bitkisel ve hayvansal yağ) elde edilen ester tabanlı bir tür oksijenli yakıttır. Sıkıştırılmalı (dizel) motorlarda, jeneratörlerde, ısıtma

¹⁴² Doç. Dr. Filiz KARAOSMANOĞLU İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü; *Ekojenereasyon Dünyası-Kojenerasyon Dergisi Özel Sayısı*, 10-50-56, İstanbul, Nisan 2002

sistemlerinde hiçbir değişikliğe gerek kalmaksızın % 100 olarak kullanılabilir. İstenildiği takdirde petrol dizeli ile her oranda harmanlanabilir.

Biyodizelin alevlenme noktası, dizelden daha yüksektir. (>110 °C). Bu özellik biyodizelin kullanım, taşıma ve depolanmasında daha güvenli bir yakıt olmasını sağlar. Biyodizel, petrol kaynaklı dizel ile her oranda tam olarak karıştırılabilmektedir. Bu özellik petrol kaynaklı dizelin kalitesini yükseltir, çevreye zararlı gazların emisyon değerlerini düşürür, motordaki yağlanma derecesini artırır ve motor gücünü azaltan birikintileri çözer. Biyodizelin setan sayısı dizelin setan sayısından daha yüksek olduğu için motor daha az vuruntulu ve daha az ısıyla çalışır.

Fosil yakıtların ekonomiler üzerinde oluşturduğu baskı ve olumsuz etkilerin yanında bir büyük problem de fosil esaslı yakıtların sebebiyet verdiği küresel ısınmadır. İçten yanmalı motorlarla her yıl 420 milyon ton CO₂ atmosfere gönderilmekte ve yeryüzünde aşırı ısınmaya yol açan sera etkisine neden olmaktadır. Oysa biyodizelin yanması sonucu ortaya çıkan CO₂ bitkiler tarafından tutulur, karbon ve oksijen ayrılarak oksijen tekrar atmosfere salınır. Biyodizel kullanımında CO emisyonu % 50, partikül madde % 30 azalmaktadır. Biyodizel kullanımıyla asit yağmurlarının ana nedeni olan egzoz emisyonundaki SO ve sülfatlar tamamen ortadan kalkmaktadır.

Dünyada özellikle 1980'li yıllarla birlikte Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde küçük çapta da olsa biyodizel üretimine başlanmıştır. Uygulamanın ilk yıllarında belirli bir standart yokken gelişmiş ülkeler kısa bir süre sonunda standartlarını oluşturmuşlar ve biyodizelin kullanımını yaygınlaştırmak için yasal zorunluluklar getirmeye başlamışlardır. Günümüzde yapılan araştırma, inceleme ve deneyler sonucunda biyodizel için Almanya'da DIN 51606 ve ABD'de soya bitkisinden elde edilen biyodizel için ASTM normları oluşturulmuştur.

Bugün itibarıyla dünyada biyodizel 30'a yakın ülkede üretilmektedir. Almanya'da yıllık biyodizel üretimi 450.000 ton civarında olup % 100 biyodizel içeren araç yakıtı 900'ü aşkın benzin istasyonunda kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Yapılan planlara göre dizel ihtiyacının 2020 yılında % 4'ü biyodizel ile karşılanacaktır. Biyodizel üretimi Avusturya ve Çek Cumhuriyeti'nde yıllık 70.000 ton, Fransa'da 300.000 tonun üzerinde, İtalya'da 125.000 tonun üzerinde, Belçika'da 240.000 ton, Danimarka'da 30.000 ton ve İspanya'da ise 50.000 ton civarındadır. Gelişmiş ülkelerde biyodizel'in petrol kaynaklı dizel ile en az % 2 oranında karıştırılması tavsiye edilmekte hatta bazı ülkelerde zorunlu kılınmaktadır. (Tablo 76) Bunun yanında biyodizel üretimi için değişik teşviklerde bulunmaktadır. Tüm dünyada 2003 yılında 1.000.000 Ton/yıl olan biyodizel üretimi her yıl katlanarak artmaktadır.

Tablo 76: AB'de Yıllara Göre Biyodizel'in Petrol Dizele Karıştırma Zorunluluğu Oranı¹⁴³

YIL	%
2005	2
2006	2,75
2007	3,5
2008	4,25
2009	5
2010	5,75
2020	15

Türkiye'de 1970'te Toprak Su Araştırma Enstitüsü, 1977'de Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) biyogaz konusuna ilgi göstermişler, daha sonraları MTA Enstitüsü ile üniversiteler bu konuda çeşitli araştırma çalışmaları başlatmışlardır.

¹⁴³ ETKB

Türkiye’de 2000 yılından günümüze biyodizel konusunda artan bir ilgi olup, bugünlerde biyodizel popüler bir konuma ulaşmıştır. ETKB bu kapsamda, EİEİ bünyesinde “Biyoenjerji Proje Grubu” oluşturmuş, bu grup, konuya ilişkin olarak “**Türkiye Biyodizel Kullanımı**” konusunda senaryo çalışmaları yapmış ve pilot ölçekte biyodizel üretim sistemi ve laboratuvarı Ekim 2003’te hizmete alınarak, aspir- kanola enerjisi tarımı deneme üretimi başlatılmıştır. Özel sektör 2003 yılından itibaren DIN 51606 normuna göre alınmış TSEK belgeleriyle üretime başlamıştır.

Biyodizele ilişkin yasal çalışmalar ise ilk olarak 5015 Sayılı “**Petrol Piyasası Kanunu**”nda “Akaryakıtla Harmanlanan Ürünler” kategorisi kapsamında tanımlanmıştır. Bu kanun, **20 Aralık 2003** tarihli **25322** Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Ancak bu düzenleme yetersiz olup kapsamlı bir kanun hazırlanması ve biyodizel üretiminin teşvik edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde 2003 yılında yaklaşık olarak 10.000 ton biyodizel İstanbul, Bursa, Kocaeli, Ankara, İzmir, Adana, Mersin, Urfa gibi illerimizde küçük ve orta kapasitede üretilmiştir. Türkiye’nin bugün 450.000 ton/yıl biyodizel üretim kapasitesine ulaşmıştır. (Tablo 77)

Tablo 77: Türkiye’de 2005 yılı Biyodizel Üretim kapasitesi¹⁴⁴

Firma Adı	Üretim Yeri	Kurulu Kapasite(ton/yıl)	Firma Adı	Üretim Yeri	Kurulu Kapasite(ton/yıl)
AKS-EN	Aksaray	5.000	EMCE	Ş.Urfa	6.000
ALICI	Mersin	30.000	EZİCİ	İzmit	52.000
AYT	Bursa	30.000	GOLDEN	Ankara	6.000
ASPET	Gaziantep	30.000	KARYA	Balıkesir	6.000
AYYIL	Bursa	15.000	LUREC-AFT	İzmit	10.000
AYTUĞ	Balıkesir	20.000	OSMANOĞLU	Batman	10.000
BEGES	İzmir	5.000	PAKSOY	Adana	32.000
BERKİM	Kayseri	5.000	SRS	Ankara	60.000
BİOPET	Ankara	10.000	TETAŞ	İstanbul	50.000
CHS	İstanbul	7.500	TÜRK BİYODİZEL	Ankara	5.000
CEYHAN	Adana	12.500	I. ACIKYILDIZ	Şanlıurfa	2.000
ÇEVREM	Gaziantep	26.000	UKİM	İstanbul	30.000
CİHAN	Adana	10.000	Toplam		425.000

Özellikle AB ve ABD’de orman bölgelerinde biyodizel kullanılması zorunlu tutulmuştur. Türkiye’de orman bölgelerinde ve göllerde biyodizel kullanımını zorunlu kılacak yasal düzenlemelerle biyodizel üretimi teşvik edilerek artırılmalıdır.

Ülkemizde hayvansal dışkı kaynaklı biyokütleden 2,8-3,9 milyar m³ biyogaz üretilbileceği anlaşılmıştır. Bu potansiyelin yıllık enerji cinsinden değeri 24,5 KWh’dır. Bununla da ülke toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 5’i karşılanabilecektir. Dünya Enerji Konseyi’nin 1990 yılı verilerine göre dünya enerjisinin % 15’i biyokütleden sağlanmaktadır. Ancak bazı teorik çalışmalara göre biyokütle enerjisi 2050 yılına kadar dünyanın katı ve sıvı yakıt gereksiniminin % 38’ini, elektriğin de % 18’ini sağlayabilecektir.¹⁴⁵

¹⁴⁴ Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği Derneği (ALBİYOBİR)

¹⁴⁵ Özgür TACER (www.arkabahce.ada.net.tr/proje/nukleer/alter.html)

5.6. OKYANUS, GEL-GİT ve DALGA ENERJİSİ

Dünyanın enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmakta ve bu ihtiyacı karşılamak amacıyla yapılan çalışmalarda en önemli yeri, en fazla potansiyele sahip enerji kaynağı olarak dünyanın ¾'ünden fazlasını kaplayan okyanuslar oluşturmaktadır. Okyanus enerjisi çevreyi kirletmeden, sürekli kendini yenileyerek tükenmeyecek bir kaynaktır.

AB tarafından yapılan araştırmalara göre, 2010'da okyanuslardan elde edilecek enerji ile 1 milyon evin enerji ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretilebilecektir.

Okyanustan enerjisi üretimi gel-gitler, okyanus ısısı, dalgalar, akıntılar, tuzluluk oranı ve metan gazından yapılır.¹⁴⁶

Bu yöntemlerden üçünü kısaca açıklarsak; Gel-Git enerjisi, ayın çekim kuvveti ile denizlerin yükselip alçalan seviye farklarını; termal enerji değişimi deniz suyunda oluşan sıcaklık farklarını; dalga enerjisi de deniz üstünde esen rüzgarların meydana getirdiği dalgalar arası farkları ifade etmektedir.

5.6.1. Gel-Git Enerjisi

Okyanus dalgalarında trilyonlarca watt elektrik üretebilecek kadar potansiyel bulunduğu bilinmektedir. Dalga enerjisi üreten sistemler, enerjiyi ya okyanusun yüzeyindeki dalgalardan, ya da suyun altındaki dalgalanmalardan elde etmektedirler.

Gelgit hareketlerinden elektrik üretmek için, alçalan ve yükselen gelgit arasındaki farkın en az 5 metre olması gerekmektedir. Yeryüzünde bu büyüklükte gelgitlerin bulunduğu yaklaşık 40 bölge bulunmaktadır. Gel-Git enerjisi üretmek için körfezler en ideal bölgeleri oluşturmaktadır. Gelgitlerden enerji elde etmek için körfeze boydan boya baraj veya barikat kurularak gelgitler sıkıştırılmakta, barajın diğer tarafındaki su yeterli seviye farkına ulaştığında geçitler açılarak, su türbinlere doğru akıtılmakta ve türbinler jeneratörler vasıtasıyla elektrik üretimini sağlamaktadırlar.



Şekil 18: Dalga Görünümü

Bir diğer gelgit teknolojisi olarak da Gel-Git çitleri tasarlanmaktadır. Gel-Git çitleri, dev turnikeleri andırmaktadır. Bu turnikeler gelgitler olduğunda dönerek enerji üretirler.

Gel-Git enerjisinden yararlanmak için tasarlanan bir diğer yöntem ise suyun altına yerleştirilecek olan gelgit türbinleridir.

AB yetkilileri tarafından Avrupa'da bu iş için uygun çok sayıda bölge tespit edilmiştir. Ayrıca Filipinler, Endonezya, Çin ve Japonya'da gelecekte geliştirilebilecek sualtı türbin alanları

¹⁴⁶ Zeynep S. Paksu; Özgür ve Bilge Dergisi Yıl:2 Sayı: 15

bulunmaktadır. Bugün dünyada 2 ticari gelgit barajı bulunmaktadır. Biri Fransa’ da bulunan 240 MW gücünde La Rance santrali, diğeri de Kanada’daki 16 MW gücündeki Annoapolis santralidir. Ayrıca Gel-Git olaylarının yaşandığı İngiltere’de Gel-Git barajı yapma yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Gel-Git enerjisinden Gel-Git çitleri ile elektrik üretmek üzere yapılan en büyük çalışma ise daha hayata geçmemiş bir proje olan Dalupiri Geçidi projesidir. Filipinlere bağlı Dalupiri ve Samara adaları arasındaki geçite Gel-Git çitleri konularak gerçekleştirilmesi düşünülen proje kapsamında elektrik üretilmesi planlanmaktadır.

Hesaplamalara göre okyanuslardaki Gel-Git hareketleri hergün devamlı olarak 3000 TWh enerji kapasitesi taşımaktadır. Bu enerjinin % 2’sinin (toplam 60 TWh) elektrik enerjisine dönüştürülebileceği sanılmaktadır. Gel-Git enerjisinden, Rusya ve Fransa’da 400 KW’tan 240 milyon KW’a varan kapasitelerde yararlanılmaktadır.¹⁴⁷



Şekil 19: Deniz Üstü Santral

Türkiye’nin Marmara denizi hariç açık deniz kıyısı uzunluğu 8.210 km’ye ulaşmaktadır. Turizm, balıkçılık ve kıyı tesisleri dışındaki kullanıma uygun 1/5’lik kısımda yaklaşık 18,5 TWh/yıl dalga enerjisi elde edilebileceği hesaplanmıştır.

Türkiye’de dalga enerjisi ölçümlerini yapacak ilk rasathane 19 Mayıs 2005 tarihinde Karadeniz Ereğli’de denize indirilmiştir. Bu rasathane 10 cm’den 1 metrelik dalgaya kadar alınabilecek temiz enerji birimini tespit edecektir. 2 yıl sürecek olan bu ölçümler ile Karadeniz’in dalga haritası çıkarılacaktır. Ayrıca bu rasathane 1 m² dalgadan elde edilecek dalga enerjisinin birim fiyatını da belirlemeye yardımcı olacaktır.

5.6.2. Okyanus Isısı Enerjisi (OTEC- Ocean Thermal Energy Conversion)

Okyanuslar yeryüzünün % 70’inden fazla kısmını kaplayan alanlarıyla, çok büyük miktarda güneş enerjisi toplamaktadır. Okyanus ısısı enerji üretiminde, okyanusların güneşten topladığı ısıdaki enerji elektriğe dönüştürülmektedir. Bu yöntemle elektrik elde etmek için yüzeydeki su sıcaklığı ile derindeki su sıcaklığı arasındaki farkın 20 derece olduğu yerler kullanılmaktadır. Bu konuda dünyada OTEC çalışmalarının en önemlisi Hawai’ de yapılmıştır.

Okyanus ısısı enerji üretim tesisleri kurulmasının diğer canlılar için de faydalı etkileri olacaktır. Bu tesislerde derinlerdeki mineral bakımından zengin okyanus suyu kullanıldığı için kıyıdaki bitkiler de bundan yararlanacaktır. Bunun yanı sıra makineler vasıtasıyla deniz suyu tuzundan arındığı için sanayi ve tarımda kullanılabilecek bol miktarda su üretilecektir.

¹⁴⁷ Zeynep S. Paksu; Özgür ve Bilge Dergisi Yıl:2 Sayı: 15

Araştırmacılar çok yakın zamanda bu enerji üretim yönteminin yavaş yavaş tükenmekte olan fosil kaynakların yerini alacağına inanmaktadırlar.

Üretim maliyetinin yüksek olduğu gerekçesiyle ihmal edilmek istenen dalga enerjisinden elektrik üretmenin maliyeti teknolojinin gelişmesiyle daha da aşağıya düşecektir. Nitekim dalga enerjisini geliştirmek için çalışan ve bu alanda yatırım yapanlar dalga enerjisinin bugünkü noktada rüzgarın 10 yıl önceki konumunda olduğunu iddia etmekte ve umutlarını kaybetmemektedirler. Bu konuda itiraz edenlere maliyet sorununun daha önce rüzgarda da yaşandığı, ancak rüzgar enerjisi maliyetlerinin son 20 yılda 10 kat azaldığı ve rüzgarın bugün 2 milyar dolara yaklaşan bir endüstri haline geldiği hatırlatılmaktadır.¹⁴⁸

5.6.3. Dalga Enerjisi

Temiz enerjiler arasında sıralayabileceğimiz bir enerji de **Dalga enerjisi** dir.

Birincil enerji kaynağı güneş olan rüzgar; dünya yüzeyinin %80 ini kapsayan milyonlarca km²'lik deniz yüzeyinde eserek okyanuslarda 40-50 metrelik dev dalgalar oluşturmaktadır. Her saniye yüz binlerce ton su dalga halinde bir noktadan başka bir noktaya doğru hareket etmektedir. Güneş ve rüzgardan sonra üçüncül enerji kaynağı olan deniz dalgasının yüksekliği dolayısıyla taşıdığı enerji, deniz yüzey alanıyla doğrudan bağlantılıdır.

Deniz dalga enerjisi, dalga yüksekliğinin karesi ile doğru, dalga periyodu ile ters orantılıdır.

Yeryüzünün % 75'inden fazlasını kaplayan okyanuslar özellikle son yıllarda enerji arayışlarına giren dünyamız için enerji kaynağı olma potansiyeli taşıyor. Okyanus enerjisi hiçbir çevre kirliliğine yol açmayan, tükenmeyecek bir kaynaktır. 100 kW ÷ 100 MW kadar ihtiyaç duyulan her güçte santral kurulabilir.

AB 2010'da okyanus enerji kaynaklarından 1 milyon evin enerji ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretmeyi hedeflemektedir.

Dalga enerjisi üreten makineler, enerjiyi ya okyanusun/denizin yüzeyindeki dalgalardan ya da suyun altındaki dalgalanmalardan elde etmektedir. Okyanus dalgalarında trilyonlarca watt elektrik üretebilecek kadar potansiyelin var olduğu bilinmektedir. Dalga enerjisi, güçlü rüzgârların estiği bölgelerde daha çok bulunmaktadır. Güney Afrika, Avustralya ve Amerika'nın kuzeydoğu ve güneydoğu kıyılarının yanı sıra, California ve İngiltere kıyıları da oldukça büyük enerji potansiyeli taşımaktadır.

Sualtı dalgalarından enerji elde edebilmek için geliştirilen makinelerin suyun 40 metre altında kurulması gerekmektedir. Bu yöntem için geliştirilmiş makineler, dalgaların düzensiz ve hızlı bir şekilde hareket etmelerinden yararlanarak elektrik üreten tulumbaları çalıştırır. Diğer bir yöntemde ise suda yüzen bidonların hareketlerinden yararlanılmaktadır. Dalgaların etkisiyle bidonlar hareket ettikçe, bidonlarla makineler arasında bulunan hortumlar gerilip gevşemektedir. Hortumlar gerilip gevşedikçe de makineler dönmekte, böylelikle dalgaların hareketindeki enerji elektrik enerjisine çevrilmiş olmaktadır.

Başta Amerika, Norveç, İngiltere ve Japonya olmak üzere birçok ülkede yaygın olan “Tüp Deniz Dalga Santralleri” “Toplayıcı” ve “Jeneratör” olmak üzere 2 ana birimden oluşmaktadır. Toplayıcı; deniz dalga enerjisini bir noktada toplayarak mekanik enerjiye dönüştürmekte, jeneratör ise dalga gücünü elektrik enerjisine dönüştürmektedir.

Okyanusun yüzey dalgalarındaki enerjinin kıyılara kurulan dalga enerjisi tesisleri vasıtasıyla çıkarılması planlanmaktadır. Hindistan'da kıyı dalgalarından elektrik üreten bir makine Pico adalarına kuruldu ve deneniyor. Yakın zamanda bu makinanın adadaki evlerin çoğuna yeterli elektrik sağlanabilmesi beklenmektedir.

¹⁴⁸ Ener GATE 2003 / 02 Nisan sayfa 72-73-74 Fatih ÇİL

Avrupa ve İskandinavya ülkelerinde devletler bu konudaki araştırmaları desteklemektedir. İngiltere kıyılarından edinilecek olan deniz dalga enerjisi, ülkenin tüm enerji gereksinimini karşılayacak büyüklüktedir. Eğer okyanuslardaki yenilenebilir enerji kaynağının sadece % 0.1'i bile elektrik enerjisine dönüştürülecek olursa, dünya toplam enerji gereksiniminin 5 katı kadar enerji üretilmiş olunacaktır.

Tesis kuruluş maliyeti 1.200–2.000 \$ /kwh ve Birim Enerji Maliyet Aralığı 2,70–3,60 cent/kwh olup verimi % 91'dir.

Ülkemizde Arşimet prensibi ve yer çekimi arasında oluşan ve diğer enerji kaynakları ile alışverişinde ortaya çıkan **dalga enerjisinden** yararlanılmamaktadır.

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, ilk yatırımından ve bakım giderlerinden başka gideri olmayan, primer enerjiye bedel ödenmeyen, doğaya her hangi bir kirletici bırakmayan, ucuz, temiz, çevreci ve çok büyük bir enerji kaynağının değerlendirilmesi için çalışmalar ve yatırımlar yapılmalıdır.

Tablo 78: Dalga Yüksekliği ve Periyodunun Güç İlişkisi¹⁴⁹

Bölge	Dalga Yüksekliği	Dalga Periyodu	Deniz Derinliği	Güç (m ²)
Karadeniz	1.25 metre	4.0 Saniye	50 metre	1.92 KW
Akdeniz	1.30 metre	6.0 Saniye	50 metre	2.06 KW
Okyanus	10 metre	10 saniye	100 metre	122 KW
Okyanus	20 metre	15 saniye	200 metre	485 KW

Yukarıdaki tablodan da görüleceği gibi 1 metrenin hemen üzerinde ortalama dalga yüksekliğine sahip olan deniz dalga enerjisi bile fosil yakıtlara alternatif olabilecek enerji yoğunluğuna sahiptir.

Hidroelektrik santrallerinde her 3 saniyede bir 10 ton suyu 30 metreden aşağıya düşürerek elde edilecek enerjiyi 1 metre dalga yüksekliğine sahip deniz yüzeyinde 1 dönümden daha az alanda elde etmek mümkündür.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının içerisinde büyük potansiyele sahip ve ekonomik olan deniz dalga enerjisi potansiyeli değerlendirilmeyi beklemektedir.

¹⁴⁹ Temiz Enerji Vakfı

5.7. HİDROJEN ENERJİSİ

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde hidrojenin önemi her geçen gün hızlı bir şekilde artmaktadır. Yıldız ve gezegenlerde serbest halde en çok bulunan element olan hidrojen, dünyada da fazla miktarda bulunmasına rağmen, serbest değildir. Bununla birlikte hidrojen birincil enerji kaynakları ile değişik hammaddelerden üretilmekte ve üretiminde dönüştürme işlemleri kullanılmaktadır.

Sınırsız kaynağa sahip olan ve havayı kirletmesi açısından içten yanmalı motorlarda kullanılan diğer alternatif yakıtlara göre pek çok avantaja sahip hidrojenin, içten yanmalı motorlarda kullanım çalışmalarına 1900'lü yıllarda başlanmış ve günümüzde de çok yoğun bir şekilde devam edilmektedir. Gaz haldeki hidrojen renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Hafif olan kütlesi nedeniyle çok yüksek yayılma özelliğine sahiptir. Gaz haldeki hidrojen aynı hacimdeki havadan 15 kat daha hafiftir. Hidrojen enerjisi tüm enerji çeşitleri içinde neredeyse en ucuzu durumundadır. **Birim kütle başına diğer bilinen tüm yakıtlardan daha fazla kimyasal enerjiye sahiptir.**

1800'de hidrojen ve oksijenin elektroliz yöntemi ile ilk üretim gerçekleşmiş, 1898'de Linde prosesi kullanılarak hidrojenin sıvılaştırılması yapılmış, 1902'de Oerlikon tarafından ilk ticari elektroliz ünitesi kurulmuş, 1929'da saf para-hidrojen üretimi yapılmış, 1931'de hidrojen döteryum izotopu bulunmuş, 1935'te fosforik asitten nötron bombardımanı yoluyla trityum, ağır hidrojen eldesi sağlanmış, 1954'te ilk **hidrojen bombası** patlatılmış, 1955'te hidrojenin enerji taşınım ortamı olarak tanımlanması ve bu yönde çalışmaların başlaması sağlanmış, 1969'da yararlanılabilir özelliklerini kullanarak hidrojen enerjisi kavramı geliştirilmiş, 1986'da dünyadaki toplam hidrojen üretimi $500 \times 10^6 \text{ m}^3$ (normal sıcaklık ve basınçta) olmuştur.



Şekil 20: Hidrojen İle Çalışan Araç

1 m^3 sudan 108,7 birim hidrojen üretilmekte, bu ise yaklaşık olarak 422 lt. benzine eşdeğerdir. Bu enerjinin bir özelliği de istenilen biçimde (katı, sıvı, gaz, metal-hidrit vs.) kolayca depolanabiliyor olmasıdır.

Kullanım alanları incelendiğinde **hidrojenin, fosil yakıtlara göre çok daha fazla alanda kullanılabileceği** ortaya çıkmaktadır. **Hidrojen alevli yanma, doğrudan buhar üretimi, katalitik yanma, kimyasal dönüştürme, elektrokimyasal dönüştürme uygulamalarında**

yakıt olarak kullanılabilirken, fosil yakıtlar sadece alevli yanma uygulamalarında kullanılabilirler.

Hidrojen sıvı ve yüksek basınç altında gaz halinde depolanmaktadır. Yakıt özellikleri incelendiğinde, hidrojenin motorlarda yakıt olarak kullanılması durumunda petrol kökenli motor yakıtlara oranla birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. **Hidrojenin yakıt olarak kullanılmasında, yanma ürünü olarak su buharı açığa çıkarması ile çevreye hiçbir zararı yoktur.**

Hidrojenin boru hatları ile taşınabilmesinin yanında depolanabilmesi de, hidrojeni elektrik enerjisi üretiminde de daha avantajlı kılmaktadır. Hidrojenin boru hatları ile iletiminin maliyeti elektrik dağıtım hatlarının maliyetinin sadece ¼'ü kadardır. Geleceğin yakıtı hidrojen için en uygun sistem, hidrojenli yakıt pili teknolojisidir.¹⁵⁰

Yakıt pilleri, sisteme dışarıdan sağlanan yakıt ve elektrokimyasal reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli olan oksitleyicinin kimyasal enerjisini doğrudan elektrik ve ısı formunda kullanılabilir enerjiye çeviren güç üretim elemanıdır. Bir yakıt pili, “Yakıt İşleme Ünitesi”, “Güç Üretim Sistemi” ve “Güç Dönüştürücü” olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır. Komple bir yakıt pili güç üretim sistemi, bir yakıt kaynağı, bir hava kaynağı, bir soğutma ünitesi ve bir de kontrol ünitesi içeren bir otomobil motoruna benzetilebilir. Güç Dönüştürücü ünitesinde hücrede üretilen doğru akım ticari kullanım için alternatif akıma çevrilmektedir.

Yakıt pili uygulama alanları; **uzay çalışmaları/askeri uygulamalar, evsel uygulamalar, sabit güç üretim sistemi /yüksek güç üretim sistemi uygulamaları, taşınabilir güç kaynağı uygulamaları, atık ve atık su uygulamaları, taşıt uygulamaları** şeklindedir.

Ayrıca yakıt pilleri otobüs, kamyon, otomobil ve her türlü taşıt için yakıt görevi yapabilecek özelliklere sahiptir. **Yakıt pilli araçlar, benzin ve motorin ile çalışan araçlara göre daha temiz ve enerji bakımından daha verimli bir uygulamadır. Günümüzde taşıt emisyonlarının çevre kirliliği üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, yakıt pili ile çalışan araçlar çevre dostu ve kârlı bir seçimdir. Yakıt pilleri kullanımında taşıt gürültü kirliliği de görülür düzeyde azalmaktadır. Bir diğer avantaj da araçlarda emisyon olarak sadece su oluşmasıdır.**

Hidrojen gazının depolanması üzerinde çalışmalar da son hızıyla devam etmektedir. Çeşitli depolama sistemleri içinde yüksek basınçlı hidrojen en iyi sistem olmakla birlikte, hafif araçlarda gerekli olan hacim ve ağırlık kriterlerini karşılayamamaktadır. Ancak bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

Bu avantajlarından dolayı dünyada yakıt pili ve hidrojen enerjisi alanında birçok çalışma yapılmaktadır. Avrupa'nın Amerika ve Japonya'dan önce hidrojen enerjisine geçmesinin Avrupa'ya büyük teknolojik ve ekonomik avantajlar sağlayacağı öngörülerek, hidrojene geçişin hazırlıklarına yönelik AR-GE çalışmalarına AB tarafından kullanılmak üzere ilk 5 yıl için 5 milyar euro ayrılmıştır. Amerikan hükümeti ise hidrojenli otomobillerin geliştirilmesi için 1.7 milyar dolarlık bir proje başlatmış ve ardından kömür ve hidrokarbon tipi yakıtlardan daha ucuz olan hidrojen üretimi için de 1.2 milyar dolar fon ayırmıştır. Japonya'nın 1997'de başlattığı WE-NET projesinin ilerlediği ve Japonya'nın bu programla 2020 yılına kadar 4 milyar dolar harcama planlayarak, gerekli hidrojen enerjisi teknolojilerine sahip olmayı hedeflediği bilinmektedir. İzlanda 3 yıl önce kurmuş olduğu uluslararası konsorsiyumla bu

¹⁵⁰ M. Çetinkaya, F. Karaosmanoğlu, "Hidrojen ve Yakıt Pilleri" başlıklı söyleşi, 25 Mayıs 2003, MMO İstanbul Şube Ölçü Dergisi (Nisan 2003) EMO Enerji Raporu (27/28 Nisan 2002)

ada ülkesini, 2030 yılına kadar tamamen hidrojen enerjisi kullanımına geçirmeyi planlamıştır.¹⁵¹

Yakıt pillerinin gerek taşıt gerekse güç istasyonları uygulamalarında gelecekte çok önemli kullanım alanına ve sektörde büyük bir paya sahip olacağı açıktır. Dünyada önde gelen otomotiv şirketleri ve devletler, yakıt pillerinin geliştirilmesi ve araştırılması için çok yüksek miktarlarda kaynak ayırmaktadırlar. Çevre faktörünün önem kazandığı bu zamanda çevre dostu olmasının yanında yüksek verime de sahip olan yakıt pilleri, gelecekte uygun fiyat uygulamalarıyla öne çıkacak ve alternatif yakıtlar içinde önemli bir yer alacaktır.

Ülkemizde yakıt pillerine verilen önem diğer alternatif yakıtlara olduğu gibi düşük düzeydedir. Enerji politikamızda geleceğe dair yatırımlar içinde yakıt pillerinin de yer alması ve dünya ile aynı seviyede araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ülkemizde yakıt pili konusunda İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ve Yıldız Teknik Üniversitesinde (YTÜ) çalışmalar yapılmaktadır. Konutlarda yakıt pilinin kullanımı ve Türkiye’de yakıt pili üretimi amacıyla, TÜBİTAK-TİDEB tarafından desteklenen bir proje başlatılmıştır. Proje kapsamında, doğrudan hidrojenle çalışan veya bir yakıt işlemci (reformer) ilavesi ile doğal gaz veya LPG ile de çalışabilecek, bir prototip üretilmesi hedeflenmektedir.

Günümüzde hidrojen depolama ve taşıma ortamı olarak büyük bir önem kazanmış olan sodyum borhidrürü, ülkemiz özel bor kimyasalları içinde de önemli bir potansiyele sahiptir. Sodyum borhidrürün benzer amaçlı diğer bileşiklere oranla daha fazla hidrojen depolayabilmesi, yanıcı ve patlayıcı olmaması, kolay kontrol edilebilir bir reaksiyon ile hidrojenini verebilmesi gibi özellikleri, yeni ve temiz enerji politikaları ile birlikte değerlendirildiğinde ülkemizin zengin bor kaynakları için yaygın ve kalıcı bir tüketim alanı yaratabilecektir.

Hidrojen enerjisinin kullanımında bor madeninin de yardımcı malzeme olarak teknolojiye dahil olması, bu maden açısından oldukça zengin olan ülkemizi stratejik düzlemde daha da önemli bir konuma getirmektedir.

Teknolojik yenilenmesini ve sanayi üretim sürecini hızlandırmak ve geliştirmek zorunda olan Türkiye, ilk 10 yılda hidrojen enerjisine geçiş için bütün yasal ve hukuki zeminleri hazırlamalı ve bu ikincil enerji kaynağını temin edeceği birincil sistemleri kurmalıdır.

Daha sonraki aşamada ise bu yakıtın daha verimli depolanabilmesi ve taşınabilmesi için alternatif olarak önerilen hidrür üretim sistemlerini geliştirmeli ve borlu yakıt çözeltilerini piyasaya sunacak teknolojiyi hazırlamalıdır. Bu teknolojiler elektrik enerjisine dönüşüm için gerekli yakıt hücre sistemleri ile entegre olmalıdır.

Ülkemizde TPAO, Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Araştırma Merkezi, TÜBİTAK MAM ve Enerji Enstitüsü ile birlikte 2004 yılında hidrojen enerjisi üretmek için proje geliştirmeye başlanmıştır. Bu kapsamda TPAO tarafından doğal gazdan hidrojen üretmek, BOTAŞ tarafından da doğal gaz boru hatlarına % 30 oranında hidrojen eklenmesi, İstanbul’da 12 adet belediye otobüsü için günde 300 kg hidrojen üretimi ve hidrojen sülfür yönünden zengin Karadeniz dip sularından hidrojen üretimi hedeflenmektedir. Karadeniz suları hidrojen sülfür bileşiği yönünden çok zengindir. Özellikle Amasya kıyılarında 1000 metre derinlikte 9,5 miligram/litre ile hidrojen mevcudiyeti doruğa ulaşmaktadır.

¹⁵¹ M. Çetinkaya, F. Karaosmanoğlu, “Hidrojen ve Yakıt Pilleri” başlıklı söyleşi, 25 Mayıs 2003, MMO İstanbul Şube Ölçü Dergisi (Nisan 2003) EMO Enerji Raporu (27/28 Nisan 2002)

Sonuç olarak evre kirliliğine yol açmadan çeşitli alanlarda kullanılabilecek esnek bir yakıt olan hidrojen, 21. yüzyılın yakıtı olarak dşnlmekte; üretimi, taşınma ve depolanması ve kullanılmasına ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi için kapsamlı çalışmalar yürütülmektedir. Dünyadaki bu gelişmeler dikkate alınarak, hidrojen enerjisi ile ilgili çalışmalar ülkemizde de ncelikli AR-GE alanları arasında yer almalıdır. Hidrojen programları esas itibarıyla uzun döneme yönelik olmakla birlikte, mevcut enerji altyapısıyla çalışılabilecek kısa dönemli uygulamalar üzerinde de durulmalıdır.

6. İLGİLİ YASA ve YASA TASARILARI HAKKINDA DEĞERLENDİRMELER¹⁵²

Sürekli olarak belirttiğimiz gibi ülkemiz, coğrafi konumu ve yeraltı-yerüstü doğal zenginlikleri ile başta hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal olmak üzere çok zengin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline sahiptir. Tüm canlılar için olmazsa olmaz nitelikte olan, atmosferdeki oksijeni yakmaksızın enerji üretimine olanak sağlayan bu kaynakların, dünyadaki teknolojik gelişmeler paralelinde etkin ve yaygın olarak kullanımına ortam yaratılması gerekmektedir.

Odamız ve bağlı olduğumuz TMMOB, enerji sektöründe yerli ve uluslararası sermaye çevrelerinin çıkarlarına hizmet eden politikalara, enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığa, kamu kaynaklarının yağmalanmasına yıllardır karşı çıkmış ve çevre sorunlarına dikkat çekmiştir. Odamız, ulusal ve kamusal planlamaya dayalı ve çevreye uyumlu politika ve uygulamaların savunucusu olmuş ve başta hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve güneş enerjisi olmak üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarının kamu ve toplum yararına etkin şekilde kullanımını öngören politikaları, yasal düzenlemeleri ve uygulamaları savunmaktadır.

6.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı Kanunu

5316 Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” 10 Mayıs 2005 tarihinde TBMM’de kabul edilerek uygulamaya konuldu. Yaklaşık bir yıl gündeme alınmayarak komisyonlarda tutulan bu yasanın belirli eksiklikleri olmasına karşın yasalaşması olumlu bir adımdır. Yasanın TBMM’de görüşülme aşamasında gerek Odamız gerekse üst birliğimiz TMMOB’nin önerileri dikkate alınmamış ve tasarı eksik bir biçimde yasalaşmıştır.

Bu yasa, ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarının gerçekçi, tutarlı ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımı yönündeki taleplerin karşılanmasında yetersizdir. Çünkü ülkemiz koşulları göz önünde bulundurularak, sektörel planlama, bilimsel araştırma ve teknoloji geliştirme altyapısı kurulmaksızın, sadece bazı teşviklerle elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını beklemek gerçekçi değildir. Kamusal planlama, yol göstericilik ve denetim olmaksızın yalnızca teşviklerle ve piyasa eliyle yenilenebilir enerji kullanımı yeterli bir şekilde desteklenemez. Genel teşvik uygulamalarıyla sadece avantajlı bölgelerdeki rüzgar ve hidroelektrik santrallerine destek söz konusu olabilecektir.

- ✓ AB uygulamalarında 2010 yılında toplam enerjinin % 12’sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, toplam elektrik tüketiminin % 22’sinin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayandırılması hedeflenmektedir. Diğer bir çok konuda AB mevzuatı ve hedeflerine ulaşmak için çaba harcayan iktidarın, TMMOB ve Odalarca gündeme getirilen, Odamızca TBMM Enerji Komisyonu’na iletilen ve yasanın TBMM Genel Kurulunda görüşülmesi esnasında bir grup milletvekilince değişiklik önergesiyle önerilen % 12’lik hedefi reddetmiş olması ayrı bir anlam taşımaktadır.

Benzer bir şekilde, yasanın 7. maddesinde yenilenebilir enerji tesislerinin ihtiyacı olan makina ve ekipmanların en az % 45’inin yurt içinden teminini öngören ve yerli sanayi geliştirecek değişiklik önerisi de, iktidar çoğunluğunun oylarıyla reddedilmiştir.

- ✓ **Yenilenebilir enerji alanında, sadece teşvik mekanizmasına indirgenmiş olan yasa ile, yeni bir “iyi işlemeyen piyasa” işleyişinin sergileneceği daha şimdiden bellidir.**

¹⁵² TMMOB’nin YEK Yasa tasarısı hakkında görüşleri ile TMMOB Makina Mühendisleri Odası’nın konu ile ilgili basın açıklamaları, görüşleri ve Milletvekillerine gönderilen mektuptan yararlanılarak hazırlanmıştır.

- ✓ Sektörel planlama, bilimsel araştırma ve teknoloji geliştirme altyapısı kurulmaksızın, sadece bir teşvik mekanizmasına indirgenen mevcut yasa ile ülkemizdeki elektrik üretim kapasitesi içindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payı yeterince artırılmaz.
- ✓ Doğal kaynaklarımızın zarara uğratılmasına, arazilerin amaç dışı kullanımına, kamu hizmeti gören kuruluşlarımızın zayıflatılmasına neden olacak maddeler yasada yer almaktadır.
- ✓ Bu yasa, sektörün ihtiyaçlarını tam olarak karşılayacak bir nitelik ve içerikte değildir. Eksikliklerin, ilgili kesimlerin (Bakanlık, Sektör, Meslek Odaları) ortaklaşa yapacağı çalışmalarla giderilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, taslağın aylardır TBMM komisyonlarında bekletilmiş olduğu göz önüne alındığında, yasalaşması eksik, yetersiz ancak yine de olumlu bir adımdır. Yasa uyarınca çıkarılacak yönetmelikler, siyasal iktidarın yasanın uygulama niyet ve olanaklarını ortaya koyacaktır.

6.2.Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı

Odamız, EİEİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Enerji Verimliliği Kanun Tasarısına ilişkin inceleme ve değerlendirmelerini geçtiğimiz aylarda EİEİ'ye iletmıştır. Bu görüş ve önerilerin bir bölümü tasarıda yer almıştır.

TBMM'ye sunulmak üzere Başbakanlığa gönderilen tasarıda yer alması istenen diğer değişiklik önerilerimiz aşağıdadır. Bu talebimiz 21.03.2006 tarihinde ziyaret edilen TBMM Sanayi, Ticaret, Enerji Tabi Kaynaklar, Bilgi ve Teknoloji Komisyonu Başkanı Kütahya Milletvekili Soner AKSOY'a iletilmiştir.

- ✓ Enerji Kimlik Belgelerinin hangi kurumlar tarafından düzenleneceğine dair açıklık bulunmamaktadır. Taslakta tanımlanan Meslek Odalarından Makina Mühendisleri Odasının 68.000, Elektrik Mühendisleri Odasının ise 35.000 üyesi bulunmaktadır. Anılan Meslek Odaları ülke genelinde il, ilçe temsilcilikleri ve Mesleki Denetim Büroları ile yaygın ve örgün altyapıya sahiptir. Enerji Kimlik Belgelerinin Makina Mühendisleri Odası veya Elektrik Mühendisleri Odası tarafından verilmesi, belgelendirme işlemlerinin bilim ve tekniğin gereklerine uygun olarak, ekonomik ve hızlı şekilde ticarileştirilmeden gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.
- ✓ Enerji yönetimi, yakıtların mevcut yakma sisteminin en verimli kullanımı ile yakılması, ısıtma, soğutma, iklimlendirme ve ısı transferlerinde en yüksek verim elde edilmesi, atık ısı geri kazanımı, ısı yalıtımı sağlanması, elektrik tüketiminde kayıpların önlenmesi, elektrikten iş, ısı vb. dönüşümlerde verimliliğin artırılması konuları doğrudan makina ve elektrik mühendisliği alanı içersinde yer alan konuları kapsamaktadır. Bu nedenle sertifika sahibi kişilerin kanun taslağının 2 e) fıkrasında tanımlanan, Meslek Odalarının üyesi olması gerektiği düşünülmektedir.
- ✓ Yetki belgesinin verilmesinde ve yetkilendirilecek kurumlarda ve EVD şirketlerinde aranacak nitelikler ile yetki belgesine, enerji yöneticisi sertifikasına ilişkin hususlar, faaliyetler ve görevlere ilişkin usul ve esaslara ilişkin yönetmeliğin Bakanlıkça hazırlık sürecinde EİEİ ve TMMOB ile işbirliğine gidilmesi uygulamada olası aksaklıkların en aza indirilmesine katkıda bulunacaktır.
- ✓ 5 madde ile esas itibariyle enerjinin verimli kullanılmasına yönelik kamuoyu bilinçlendirmesi amacıyla gerçekleştirilecek uygulamalar ele alınmaktadır.

TMMOB 23 Odası, 160 Şubesi ve 30 il koordinasyon kurulu ve 260.000'ni aşkın üyesi ile ülke genelinde yaygın ve etkin kamuoyu oluşturma potansiyeline sahiptir.

Bu nedenle “Enerji Verimliliği Haftası” etkinliklerinin TMMOB’nin işbirliği ile gerçekleştirilmesinde büyük yarar görülmektedir. Öneri bu amaçla gerçekleştirilmektedir.

- ✓ Enerji yöneticisi olarak veya enerji yönetim birimlerinde görev yapacak kişilerin taslakta tanımlanan Meslek Odaları üyesi olacağı düşünülerek, yine Meslek Odalarına (Elektrik ve Makina Mühendisleri Odası) EİE ve kurul onayı ile eğitim yetkilendirme ve izleme faaliyetlerini yürütmek üzere yetkilendirilmiş kurumlar olarak görev verildiğinden; enerji yöneticilerinin görev ve sorumluluklarının belirlenmesine ilişkin Bakanlık tarafından düzenlenecek yönetmelik hazırlık sürecinde anılan Meslek Odaları ile işbirliğine gidilmesinde katılımcılık anlayışıyla uygulanabilirliğin ve verimliliğin artırılması amacıyla yarar görülmektedir.
- ✓ Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de bölgesel veya merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri hızla gelişmektedir. Binalarda soğutma amaçlı kullanımda enerjinin daha fazla tüketildiği bilinmektedir. Bu nedenle sadece ıstımayı değil soğutmayı da kapsayacak düzenlemeye gereksinim vardır. Ayrıca jeotermal enerji kullanımı da ülkemizde yaygınlaşmaktadır. Uygulamalar genellikle bölgesel ısıtma ve soğutma amacına yönelik olarak gelişmektedir. Jeotermal enerji kullananlar da dahil vurgusu yapılarak anılan sistemlerde de ısı/sıcaklık kontrol cihazları ve ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemlerin kullanılmasına olanak tanınması amaçlanmaktadır. Bu nedenle “jeotermal enerji kaynaklı”, “bölgesel”, “soğutma” eklemeleri yapılmalıdır.

Enerji Verimliliğine ilişkin uygulamaların başlangıç noktası bilimsel tekniğe uygun projelendirilmedir. Tasarıda yer alan merkezi ve lokal uygulamalarda yeterliliği TMMOB’ne bağlı ilgili Meslek Odası tarafından belgelendirilen Makina Mühendisleri tarafından gerçekleştirilmesi ile tasarının amacına uygun enerji verimliliğini sağlamaya yönelik mekanik tesisat projelerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Beher proje için proje müellifi sicil durum belgesi verilmesiyle de mesleki denetim zincirinin kopmaksızın gerçekleştirilmesine yönelik uygulama önerilmektedir. Ayrıca 6235 sayılı TMMOB Kanunu ve Tasarıda yer alan ilgili Meslek Odasının 22.11.2001 tarih ve 24591 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Mekanik Tesisat Uzmanlık ve Belgelendirme Yönetmeliği” ile uyum sağlanması amaçlanmıştır.

- ✓ Binalarda, ısıtma/ soğutma, yalıtım ihtiyaçları ve malzemeleri, elektrik tesisatı ve aydınlatma konularında normları, standartlar, asgari performans kriterlerini ve prosedürleri ile enerji verimliliğine ilişkin yapı kodlarını kapsayacak yönetmelik hazırlık sürecinde, bu konularda kongreler, sempozyumlar, seminerler yaparak üyelerinin çalışma alanlarından elde ettikleri bilgi ve deneyim birikimlerini sentezleyen Meslek Odalarına yer verilmesi gerekmektedir.
- ✓ Ülkemizde de “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”nin 21 Ekim 2006 tarihli 25266 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girdiği bilinmektedir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarımızın kullanımının özendirilmesi genel enerji tüketimi içindeki yenilenebilir enerji kaynakları payının artırılması gerekmektedir.

Ülkemizdeki zengin jeotermal kaynaklarının sadece %4’lük bölümünün kullanılabildiği bilinmektedir. Jeotermal kaynaklı elektrik enerjisi üretiminden ve merkezi ısıtma sistemlerinden elde edilen atık ısının ve bu sistemlerin etkin ve yaygın kullanımının özendirilmesine gereksinim vardır.

Ayrıca anılan özendirmeye yönelik usul ve esasların EİEİ ve TMMOB işbirliği Bakanlık tarafından belirlenmesinde katılımcılık ve uygulanabilirlik açısından yarar görülmektedir.

- ✓ Meslek Odaları'nın hidrolik, rüzgar, jeotermal, güneş, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin birikimlerinden yararlanılması ve pilot sistem uygulamalarını meslek odaları, sanayi, üniversite, yerel yönetimler tarafından yaygınlaştırılması ve hızlandırılması amacıyla geniş üye kitlesine sahip ve doğrudan çalışma alanı olan meslek Odalarında süreçte etkin rol verilmesi gerekmektedir.

6.3. Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanun Tasarısı¹⁵³

1926 yılında çıkarılan 927 sayılı “Sıcak ve Soğuk Maden Suları İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkındaki Kanun”, jeotermal suların vergi ve kazanç hisselerini il özel idarelerine bırakmıştır. Bu kanun ile il özel idareleri bu suları doğrudan doğruya işletebilecekleri gibi, işletmeye talip olanlara işletme ruhsatnamesi vermek suretiyle ihale edebilmektedirler. Özel idarelerce işletilmek istenilmeyen veya ihale edilemeyen suların vergi ve kazanç hisseleri vilayetçe belediye ve köylere devredilebilmektedir.

78 yıldır uygulanmakta olan bu yasanın jeotermal sektörün gelişiminde ve oluşan problemlerin çözümünde yetersiz olması nedeniyle 1999 yılında Maden İşleri Genel Müdürlüğü tarafından ve 2003 yılında İçişleri Bakanlığı tarafından jeotermal kanun tasarıları hazırlanmıştır. 05.06.2004 tarihinde yürürlüğe giren 5177 sayılı Kanun ile değişik 3213 sayılı Maden Kanununun geçici 4. maddesinin uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar bir yönetmelikle düzenlenmiştir.

Şu an gündemdeki Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanun Tasarısı, kullanım alanları, sağlayacakları faydalar ve işletme büyüklükleri açısından çok büyük farklılıklar gösteren jeotermal ve mineralli suların tümünü birden kapsamaktadır. Diğer bir ifade ile oluşum ortamlarına göre farklı sıcaklık, debi, mineral içeriği ve derinlik gibi parametrelere bağlı olarak üretilen ve elektrik, konut ısıtmacılığı, seracılık, fizik tedavi, kaplıca, mineral kazanımı ve içme suyu gibi farklı amaçlar için kullanılan jeotermal ve mineralli sular aynı kanun kapsamında değerlendirilmiştir. Bu birbirinden çok farklı içeriğe ve kullanım alanlarına sahip kaynakların tümünün aynı kalıp içinde değerlendirilmesi ve aynı kanuni hak ve sorumluluklara tabi olmaları uygulamada bir çok soruna neden olacaktır. Bu nedenle, jeotermal kaynaklar sıcaklık ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmalıdır.

Bu Kanun Tasarısının hazırlanılmasında; 3213 sayılı Maden Kanunu'ndan çok fazla esinlenildiği, fakat daha büyük benzerliklerin bulunduğu 167 sayılı Yer Altı Suları Kanunu ile 1954 yılında çıkarılmış olan 6326 sayılı Petrol Kanunu'ndan esinlenilmediği görülmektedir.

- ✓ Jeotermal enerji ve yeraltı suları konusunda faaliyetlerde bulunan, yasa ve yönetmeliklerle görevlendirilmiş DSİ, İller Bankası, TPAO, PİGM ve MTA gibi kuruluşların ilgili yasal düzenlemeleri dikkate alınmalıdır. Yasanın bu haliyle çıkması durumunda Yeraltı Suları Kanunu ve Petrol Kanunu ile çelişkiler oluşacak ve yetki karmaşası meydana gelecektir.
- ✓ Jeotermal sektörün gelişiminde, özellikle sondaj ve jeotermal kaynağın kullanımı aşamasında son yıllarda artan bir şekilde ortaya çıkan çevresel sorunlara yönelik çözümlere, bu kanun tasarısı içerisinde yeterince yer verilmemiştir. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Programı içinde bulunan Çevre Programı (UNDP) ve bu programların ulusal düzeyde uygulanması için yapılan düzenlemeler, her sektörde

¹⁵³ Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanun Tasarısı hakkında görüşler – www.tmmob.org.tr

olduğu gibi bu sektörün gelişimini de sınırlandırmaktadır. Sondaj çalışmaları ve jeotermal enerjinin kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek çevresel sorunlar ve jeotermal atık su ve gazın çevreye zarar vermeyecek şekilde kontrol altında tutma yöntemlerinin esasları Kanun Tasarısında yer almalıdır. Arama ve işletme aşamasında, toprak kirliliği kontrol yönetmeliği, su kirliliği kontrol yönetmeliği, hava kalitesinin korunması yönetmeliği, tehlikeli atıkların kontrol yönetmeliği, sulak alanların korunması yönetmeliği, gürültü kontrol yönetmeliği, biyolojik çeşitliliğin korunması yönetmeliği ile ilgili her türlü tedbirin alınması zorunludur.

- ✓ Yasa tasarısında; halen işletilmekte olan sıcak su kullanım tesislerinin içerilmesi dolayısıyla, tasarının boşluğu olarak görülen jeotermal rezervuarın ortak kullanımının nasıl yapılacağı ve yeni alınacak ruhsat alanı içerisinde kalacak eski işletmelerin kullanım hakları mutlaka belirtilmelidir. Jeotermal sahanın ruhsat alanı içinde bulunan rezervuarın, bir maden sahası rezervi ya da petrol-gaz rezervinin kullanım ve paylaşımı kesinlikle farklı olduğundan oluşacak hakkın mutlaka yasada tanımlanması gerekmektedir.
- ✓ Jeotermal sahalarda kuyuların açılması, üretim ve rezervuar verilerinin doğru değerlendirilmesi bu sahada yapılacak yatırımlar yönünden ve sahanın verimli olarak kullanılması açısından çok önemlidir. Hem arama hem de işletme sırasında sondaj kuyularında yapılacak faaliyetler, düzenlenecek bir yönetmelikle net olarak belirlenmelidir.
- ✓ Jeotermal arama faaliyetinin dört aşamadan oluştuğu gözetilerek tasarıda gereken düzenlemeler yapılmalıdır. Jeotermal arama faaliyeti aşamaları şunlardır: Jeolojik çalışmalar (jeoloji mühendisi), jeokimyasal çalışmalar (kimya mühendisi), jeofizik çalışmalar (jeofizik mühendisi), sondaj ve kuyu test çalışmaları (maden/ petrol mühendisleri). jeotermal saha içerisinde yapılan jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik çalışmalar ile sahanın jeolojik yapısı ve rezervuar alanı belirlenir. Jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik çalışmalardan elde edilen verilerin birleştirilmesi sonucunda lokasyon noktaları belirlendikten sonra sondaj çalışmalarına başlanmaktadır. Sondajların güvenli ve verimli bir şekilde tamamlanması maden veya petrol mühendisinin idari ve teknik sorumluluğu altındadır. Dolayısıyla jeotermal enerjinin kullanımına yönelik çalışmalar tek bir amaca hizmet eden ve birbirinden farklı disiplinlerin ortaklaşa yaptıkları proje dahilinde gerçekleştirilmektedir. Yasada bunların tanımlanması gerekmektedir.
- ✓ Tasarıda adı geçen Teknik Kurul'un, üstleneceği görevler düşünüldüğünde, daha açık tanımlanması ve katılımcılarının meslek disiplinleri ve mesleki deneyimleri açısından daha belirginleştirilmesi gerekmektedir. "Teknik Kurul" özellikle jeotermal şehir ısıtmacılığı ve enerji üretimi gibi yüksek maliyetli projelerin değerlendirilmesi aşamasında, rezervin yeterliliği ve projenin olabilirliği açısından sorumluluk taşımalı, tüzük ve yönetmenliklerle üyelerinin meslekleri, deneyimleri ve görevleri belirlenmelidir. Teknik Kurul bünyesinde çeşitli meslek disiplininden uzmanları istihdam etmeli; arama ve işletme dönemlerindeki faaliyetlere göre, teknik uzmanlarını "Teknik Uzmanlık İlkeleri"ne göre yönlendirmelidir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji, toplumsal yaşamın başlangıcından itibaren insan ve toplum yaşamı için vazgeçilmezdir. Gelişen teknoloji ve artan enerji ihtiyacı ile birlikte geleneksel enerji kaynakları toplumun enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmakta ve yine bu enerji kaynakları doğal yaşam ve çevreye zararlar vermektedir. Toplumsal yaşamın merkezinde yer alan ve kamusal bir hizmet olan enerjiye yönelik ihtiyacın belirlenmesi, karşılanması, iletilmesi, kısacası enerjide planlama yapılması kaçınılmaz bir zorunluluktur.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası, ülke ve toplum yararı doğrultusunda Türkiye'nin enerji politikalarının belirlenmesinde yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması, teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılması konusunda üyelerinin ve konunun uzmanlarının birikimlerini sunabileceği, tartışabileceği, çözüm önerileri üretebileceği çeşitli platformlar oluşturmaktadır. Bu ortam ve çalışmalarda ortaya çıkan saptama ve önerilerden hareketle yerli, yeni ve yenilenebilir enerji politikalarına ilişkin önerilerimiz genel taraflarıyla aşağıda sunulmaktadır.

1. Ülkemizde enerji sektöründe 20 yıldır uygulana gelen politikalarla toplumsal ihtiyaçlar ve bunların karşılanabilirliği arasındaki açığı her geçen gün daha da artmaktadır. İzlenen özelleştirme politikaları sermayenin azami kâr hirsını tatmin etme işlevi görmektedir. Bu nedenle enerjinin toplumsal bir hizmet alanı olduğu bilinciyle sektördeki tüm özelleştirmeler durdurulmalı, verilen tüm imtiyazlar iptal edilmelidir.

TBMM'ye sunulan Sayıştay Raporunda açık seçik şekilde belirtildiği üzere, Türkiye aleyhine milyarlarca dolara ulaşan yükler getiren ayrıcalıklı elektrik üretim anlaşmaları iptal edilmeli, ülkenin uğradığı zararlar faizleriyle birlikte, bu şirketlerden tahsil edilmelidir.

2. Ülkemiz gerçekleri de göz önüne alınmak şartıyla, enerji sektörünün gerek stratejik önemi gerekse kaynakların rasyonel kullanımı açısından düzenleme, planlama, eşgüdüm ve denetleme faaliyetlerinin koordinasyonu açısından merkezi bir yapıya ihtiyacı vardır. Enerji sektörüne yönelik politikaların belirlenmesinde toplumun tüm kesimlerinin ve konunun tüm taraflarının görüşleri alınmalı ve söz konusu merkezi yapı özerk bir statüde olmalıdır. Genel olarak enerji planlaması, özel olarak elektrik enerjisi ve doğal gaz üretimi ve tüketimi planlamasında, politika ve önceliklerin tartışılıp, yeniden belirleneceği geniş katılımlı bir platform oluşturulmalıdır. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nde ilgili tüm taraflar temsil edilmeli ve bu kuruluşa Ulusal Enerji Enstitüsü kimliği verilmelidir.
3. Türkiye'nin enerji envanteri çıkarılmalıdır. Elektrik enerjisi üretiminde ulusal kaynaklara ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmelidir. Elektrik enerjisi üretiminde ülke ölçeğinde geçerli olacak bir Master Plan uygulanmalıdır.
4. Elektrik enerjisi projeleri yüksek maliyetli yatırımlardır. Bu nedenle enerji kaynağı/yakıt temini, elektrik üretim tesisi, gerekli iletim ve dağıtım tesislerinin inşası bir bütünlük içinde ele alınmalı ve tüm yatırım aşamaları bir plan dahilinde eşgüdüm içinde gerçekleştirilmelidir.
5. Ulusal elektrik sisteminin ve enerji sektörünün öncelikli temel gereksinimlerinin doğru saptanmasıyla kısa ve uzun erimli enerji yatırımlarının zamanında gerçekleşmesine dönük uygun politikalar ve kurumsal düzenlemeler yaşama geçirilmelidir.
6. Arz yaratma ve/veya arz kaybının önlenmesi ile genel hedeflerin birbirlerine uyumlu olarak ve dünya koşullarının göz önüne alınacağı kısa, orta ve uzun dönem ulusal

makro-ekonomik planlara ve enerji politikalarına uygunluğu sağlanmalıdır. Arz güvenilirliği dünya ve ülke içi boyutları ile çok iyi incelenmeli ve tanımlanmalıdır.

7. Elektrik retim sisteminde arz güvenilirliğinin sağlanabilmesi için çeşitli kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler dikkate alınarak arz planlaması yapıldığında elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında hidrolik santrallerde gelen su miktarında düşüş, santrallerde arıza gibi nedenler ile üretim kaybı olduğuunda herhangi bir darboğazla karşılaşılmaması için gerekli kapasite ilaveleri tespit edilmeli, eksik veya atıl kapasite kurulması önlenmelidir. Eksik ve atıl kapasitelerin ülke ekonomisine olumsuz maliyeti ile karşılaşmamak için uzun dönemde doğru talep tahminlerine dayalı arz planlamaları yapılmalı ve lisans verilirken bu planlamanın gerekleri dikkate alınmalı ve verilen lisansların yatırım gerçekleşmeleri sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Yatırımı gerçekleşmeyen lisanslar iptal edilmelidir.

8. Enerji sektörünün işleyişi ve arz güvenilirliği çok iyi izlenmeli; öz kaynaklarımıza olanaklar çerçevesinde öncelik verilmeli, ulusal kaynak aramaları önemle sürdürülmelidir.

Hidrolik ve linyit gibi yerli kaynaklarımız ve yenilenebilir enerji uygulamalarının geliştirilmesi ve üretim yapabilmeleri için destek ve teşvikler formüle edilmelidir.

Elektrik enerjisi üretiminde yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağrılık verilmelidir. Elektrik retimi içinde doğal gazın payı mutlaka düşürülmelidir.

9. Sanayi politikaları çerçevesinde, enerji, ekonomi ve evre arasında bir denge kurulmalı ve enerji politikalarına evre faktörünün içsel bir unsur olarak entegrasyonu sağlanmalıdır. Enerji ve evre politikaları ülkemizin kendi ulusal öncelikleri ve zgn koşullarına göre şekillendirilmelidir. Doğayı ve çevreyi kirleten enerji üretiminde vergi zorunluluğu getirilmeli, bu parasal birikim bir fonda toplanarak, yenilenebilir ve temiz enerji teknolojileri için kullanılmalıdır.

10. Doğal gaza bağımlı enerji politikalarından bir an önce vazgeçilerek yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımıza yatırımlar yapılmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ülkemizde güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarının şu an yeterince değerlendirilemeyen ve ülke ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayacak mevcut potansiyelleri, verimli bir şekilde değerlendirilmelidir. Toplam enerji tüketimi içinde, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırıcı önlemler alınmalıdır.

11. Enerji tesislerinin projelendirilmesi ve mühendislik hizmetleri ülkemiz mühendislerince sağlanmalıdır. Böylece maliyetler düşerek finansman ihtiyacı azalacak ve Türkiye’de istihdamın artışına katkıda bulunulacaktır.

12. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olarak, doğru ve akılcı bir şekilde, teknik ve kullanılabilir potansiyelin kısa vadede belirlenmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik yatırımlar teşvik edilmeli, AR-GE projeleri desteklenmelidir. Yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının özendirilmesi, yaygınlaştırılması ve bu kaynakların kullanımı ile elektrik enerjisi üretim sistemlerini oluşturan malzeme, cihaz ve ekipmanların yerli üretim koşullarının oluşturulması ve bu alanda teknoloji üretebilir bir seviyeye ulaşmamız sağlanmalıdır. Yenilenebilir Enerji Yasası uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

13. Olası jeolojik alanlarda en son arama teknikleri ile kömür rezerv tespit çalışmaları yapılmalı ve bilinen rezervlerin etütlerinin tamamlanarak işletme projelerine geçilmesi sağlanmalıdır.

14. Ülkemizin kalori değeri düşük, kükürt içeriği yüksek linyitlerinin değerlendirilmesi açısından, yakıt olarak linyitin kullanıldığı termik santrallerde akışkan yataklı kazan teknolojilerine geçilmelidir. Yine SO₂ emisyonunun yönetmeliklerle de belirlenen sınır değerlerinin üzerine çıkılmaması yönünde termik santrallerde baca gazı desülfürizasyon tesisleri kurulmalı ve sürekli devrede tutulmalıdır. Ayrıca temiz yakma için linyit kömürleri ile bitümlü şist vb. malzemelerin karıştırılarak yakılmasına yönelik teknolojik gelişmeler takip edilerek hayata geçirilmelidir.
15. Termik santrallerimizde gerekli bakım, onarım, iyileştirme, kapasite artırımı çalışmaları hızla sonuçlandırılmalı çevre kirliliğini önleyecek önlemler alınmalı, bu santraller tam kapasitede çalıştırılmalıdır. 2006 Ocak ayı itibarıyla EÜAŞ'a bağlı toplam 6.081 MW kapasiteli kömür yakıtlı termik santralin yalnızca 3.236 MW'lık bölümü kullanılabilir durumdadır. 150 MW'lık güç revizyonda, 1.665 MW güç arızada, 160 MW güç bakımdadır. 870 MW güç ise soğuk yedek olarak atıl durumdadır. Revizyon, bakım ve onarım çalışmaları hızla sonuçlandırılmalı, atıl durumdaki kapasiteler devreye alınmalı, kömüre dayalı termik santrallerin emre amadeliği yükseltilmelidir. Öte yanda kamu kaynakları kullanılarak rehabilite edilen santrallerin özelleştirilmesi uygulamasına son verilmelidir.
16. Türkiye'nin elektrik üretiminde başta doğal gaz olmak üzere ithal kaynakların payı çok yükselmiştir. En önemli yerli kaynak olan hidrolik enerjiden yararlanma düzeyinin yeterli olmadığı ülkemizde, ulusal enerji politika ve stratejileri oluşturularak, sektörün yerli kaynaklar üretimi ve tüketimi doğrultusunda yönlendirilmesi gerekmektedir.

Çünkü, hidroelektrik, yerli ve yenilenebilir bir kaynak olarak stratejik özelliği ile enerji alanındaki bağımlılığı azaltacaktır. Türkiye'nin önemli, temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektriğin, yukarıda açıklanan karakteristik ve faydaları da göz önüne alınarak bir an önce geliştirilmesi ve bu amaçla yeni HES'lerin yapımına destek verilmesi, teşvik edilmesi gerekmektedir. Hidrolik potansiyelimizin % 34'ü kullanılmakta, geri kalan bölümü atıl durumda olup ve DSİ Genel Müdürlüğü hesaplarına göre her yıl 4 milyar dolar boşa akmaktadır. Su potansiyelinin en etkin ve en hızlı şekilde kullanılabilir hale getirilmesi için politikalar geliştirilmelidir.
17. Mevcut hidrolik santraller, tam kapasitede çalıştırılmalı, yapım sürecinde gerekli kaynaklar aktararak hızla sonuçlandırılması sağlanmalıdır. EPDK lisans verdiği santrallerin yapım çalışmalarının öngörülen süre içinde sonuçlanıp sonuçlanmadığını denetlemelidir. Hali hazırdaki hidrolik potansiyelin 2004 Türkiye üretiminin yarısına denk düşen kullanılmayan kapasitesi devreye alınmalıdır. EİEİ'nin küçük suları da dikkate alan ve hidrolik potansiyelin 190 milyar KWh'e ulaştığını belirleyen çalışmaları göz önüne alınmalıdır.

Kurulu gücümüzdeki atıl potansiyelin puant saatlerde değerlendirilmesi ve rüzgar/güneş gibi değişken kaynaklardan daha çok yararlanılması amacıyla pompajlı hidroelektrik santral uygulamaları başlatılmalıdır. Böylece, farklı yüksekliklerdeki rezervuarlar arasında suyu taşıyarak pik saatlerdeki talebi karşılamak için elektrik depolamaya imkan veren bir üretim uygulaması mümkün olabilecektir.
18. Rüzgar enerjisi potansiyelinin tamamından yararlanılması amacıyla teknik ve ekonomik sorunları, çözümleri ve yol haritalarını ortaya koyan bir Rüzgar Enerjisi Stratejisi Planı hazırlanmalıdır. 20.000 MW kapasitenin devreye girmesine çalışılmalıdır. Çevre dostu ve işletme maliyeti düşük olan rüzgar enerjisinde dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemiz potansiyelini maksimum düzeyde değerlendirme yönünde ayrıntılı fizibilite çalışmaları yapılmalı, bu konuda gelişmiş teknolojilerle yatırım olanakları sağlanmalıdır.

19. Mevcut potansiyelinin % 2,97'sinden yararlanılan jeotermal enerjinin tümüyle kullanılmasına dönük yatırımlar yapılmalı, araştırma ve kullanımla ilgili yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Bu çerçevede arama ve işletmeyi koordine edecek bir yapı oluşturulmalıdır.

Jeotermal kaynakların daha fazla değerlendirilmesine yönelik olarak, Jeotermal Yasa Tasarısı, TMMOB'nin görüşleri doğrultusundaki değişiklikleri içerecek şekilde yasalaşmalıdır. Jeotermal kaynaklı elektrik üretimi için mevcut 500 MW kapasite değerlendirilmelidir. Jeotermal su kaynakları değerlendirilerek on binlerce evin jeotermal sıcak su ile ısıtılması sağlanmalıdır.

20. Güneş enerjisinden yararlanma konusunda teşvik edici politika oluşturulmalı, 2010 sonrasında kuruluş maliyetleri düşeceği bilinen fotovoltaik pillerin yerli üretimi için AR-GE çalışmalarına başlanılmalıdır. Bina çatılarında güneş enerjili piller kullanılması teşvik edilmelidir.

21. Güneş enerjisinden yararlanma olanakları yönünden dünyanın en şanslı ülkelerinden biri olan ülkemizde güneş enerjili sıcak su sistemlerinin yaygınlaşması ile güneş kolektörleri kullanımı teşvik edilmeli ve zorunlu tutulmalıdır. Nüfusun ve enerji tüketiminin yoğun olduğu büyük kentlerde yerel yönetimlerle işbirliği yapılarak güneş kolektörlerinin yaygın kullanımı konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

22. Konutlarda tüketilen enerjinin % 80'i ısınmaya harcanmaktadır. Bu nedenle güneş mimarisi önemsenerek uygulanmalı, öncelikle büyük şehirlerden başlanarak yeni yapılmakta olan binalarda yönlendirme ve yalıtıma büyük önem verilmeli, ek maliyet getirmeden % 30'lara varan ısı kazancı sağlayan mimari özellikler kullanılmalıdır. Bu konuda ilgili meslek odaları ile işbirliği yapılarak bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmelidir. Kırsal alanlarda pişirme amaçlı kullanılan güneş ocaklarının yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Bol güneş alan ülkemizde güneş kolektörlerinin tüm binalarda kullanımının zorunlu hale getirilmesi ve desteklenmesi ile binaların sıcak su ihtiyacının önemli bir bölümü güneş enerjisi ile karşılanmalıdır.

23. Petrol ithalatını azaltacak, yerli yağlı tohum tarımını geliştirecek, kırsal kesimin sosyo ekonomik yapısını ve yerel sanayi olumlu yönde geliştirecek yerli biyo yakıt üretimi ve kullanımı desteklenmelidir.

Türkiye'de taşımacılıkta ve askeri taşıtlarda kullanılan biyodizel veya dizel-biyodizel karışımı yakıtın üretimi ve kullanımı çeşitli yasal teşviklerle desteklenmelidir.

24. Yurt dışından tohum ve biyomotorin girişi engellenmeli ve yurt içi üretim desteklenmelidir. Bu uygulamada biyomotorin ve tohumların değişik isimler altında (örneğin kanola, kolza; biyodizel, yağ asidi metil etil esteri, yağ asidi etil esteri gibi) ülkemize giriş yapılmasını engelleyecek düzenlemelerin yapılması gereklidir.

Yağ oranı yüksek, maliyeti düşük, alternatif tarımsal hammadde araştırmaları yapılmalıdır.

Şeker Fabrikalarındaki alkol üretim teknolojileri rehabilite edilmelidir. Tam kapasite ile çalışmayan Şeker Fabrikaları modifiye edilerek biyoetanol üretim tesislerine dönüştürülmelidir. Yeni tesislerin kurulması teşvik edilmeli, desteklenmelidir. Potansiyel biyogaz üreticilerine yakıtın tanıtımı yapılmalıdır. Orta ve büyük ölçekli tesisler desteklenmelidir.

25. Ülkemizde emisyon emen alanların ormanların artırılması çalışmalarının sistematik bir şekilde başlatılması ile CO₂ emisyonunun azaltılması hedeflenmelidir. Odun ile ısınmanın yaygın olduğu ülkemizde ormanların kurtarılması için enerji ormanları uygulamaları gündeme getirilmelidir.

Ekolojik tahribata yol açmayan biyokütle enerjisinin üretimi, yakıtın türü, kullanımı konularında standartlaşmaya gidilmeli, bu yönde kısa, orta ve uzun erimli enerji planlamaları yapılmalıdır.

26. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde, ilk yatırımından ve bakım giderlerinden başka gideri olmayan, birincil enerjiye bedel ödenmeyen, doğaya her hangi bir kirletici bırakmayan, ucuz, temiz, çevreci ve çok büyük bir enerji kaynağı olan dalga enerjisinin değerlendirilmesi için çalışmalar ve yatırımlar yapılmalıdır.

27. Teknolojik yenilenmesini ve sanayi üretim sürecini hızlandırmak ve geliştirmek zorunda olan Türkiye, ilk 10 yılda hidrojen enerjisine geçiş için bütün yasal ve hukuki zeminleri hazırlamalı ve bu ikincil enerji kaynağını temin edeceği birincil sistemleri kurmalıdır.

Daha sonraki aşamada ise bu yakıtın daha verimli depolanabilmesi ve taşınabilmesi için alternatif olarak önerilen hidrür üretim sistemlerini geliştirmeli ve borlu yakıt çözeltilerini piyasaya sunacak teknolojiyi hazırlamalıdır. Bu teknolojiler elektrik enerjisine dönüşüm için gerekli yakıt hücre sistemleri ile entegre olmalıdır.

28. Enerjinin etkin kullanılması, verimliliğinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve tasarrufun sağlanması için Enerji Verimliliği Yasası bir an önce çıkarılmalıdır.

29. Binalarda mimari tasarım, ısıtma/soğutma ihtiyaçları ve ekipmanları, yalıtım ihtiyaçları ve malzemeleri, elektrik tesisatı ve aydınlatma konularında normları, standartları, asgari performans kriterlerini ve prosedürleri kapsayan Enerji verimliliği Yapı Kodu Yönetmeliği; EİEİ, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ve Meslek Odalarının katılımıyla hazırlanarak yürürlüğe koyulmalıdır.

30. Genel olarak enerji tasarrufunu sağlayıcı politika ve zorunlu uygulamalar yürürlüğe konulmalıdır. Elektrikte % 25'leri aşan kayıp ve kaçak oranını azaltacak yatırımlar hızla yapılmalıdır. Enerji tüketiminde tasarrufu teşvik edici uygulamalara gidilmelidir. Tasarruf ve verimlilik konularında gerekli hukuksal düzenlemeler yapılmalıdır.

31. Enerji santralleri konusunda ülkemize uygun teknoloji geliştirilmeli, projelendirme ve tasarım konularına destek verilmelidir. Ülkemizde yeterli ve donanımlı teknik eleman ve iş gücü bulunmasına rağmen projelendirme ve tasarım konularında yabancı firmalara büyük bedeller ödendiği, özellikle hidroelektrik enerji santrallerinin elektromekanik teçhizat bedelinin % 18 ile % 26 arası bir bedelin proje ve tasarım ücreti olarak yabancı firmalara ödendiği gözetilerek enerji yatırımlarındaki rakamlara göre bu tutarlar milyarlarca dolarla ifade edilebilir. Bu durumun aşılması için üniversite ve sanayi işbirliği ile proje-tasarım konularında çalışılmalı, gerekli mali destek devlet tarafından sağlanmalı, yatırımlarda yerli sanayinin oranı artırılmalıdır.

Enerji üretimine dönük elektromekanik sanayi kuruluşlarında proje geliştirilmeli, teknik hizmetler ve tasarım konularına önem verilmelidir. Üretilen projelerin sonuçlarının irdelenebilmesi açısından üniversitelerle birlikte deney laboratuvarları kurulmalıdır.

Ülkemizdeki elektromekanik imalatların uluslararası standartlara uygunluk testlerini yapabilecek bölgesel laboratuvarlar kurulmalıdır. Bu konuda AR-GE çalışma grupları oluşturulmalı, üniversitelerle işbirliği içinde projeler üretilmelidir. Seçilecek olan

hedef ürünler için oluşturulacak AR-GE'ye imalatçı kârlarından ayrılacak bir fon ile kaynak temini sağlanmalıdır. Onaylı üretici şartnamesi ve akredite olmuş özerk laboratuvarlar vasıtası ile de kalite yönünden ilerleme sağlanmalıdır.

32. Kojenerasyon uygulamaları için mümkün olduğunca yüksek verim alacak şekilde ısı/elektrik dengesinin olduğu tasarımlar amaçlanmalı, kombine çevrim gibi verim artışı sağlayan ve gelişmekte olan teknolojiler yakından takip edilmelidir. Kojenerasyon uygulamaları konusunda ülke düzeyinde geçerli olacak uygulama kodları ve standartlar getirilmelidir.
33. Kamusal planlama, kamusal üretim ve yerli kaynak kullanımını reddeden, bu alandaki yatırımların aksama, gerileme ve gecikmesinin temel nedenini oluşturan özelleştirme uygulamalarından vazgeçilmelidir.

KAYNAKÇA

1. “www.eurelectric.org”, “A Quantitative Assessment of Direct Support Schemes for Renewable, January 2004” ve “http://europa.eu.int/comm/energy/res/documents/country_profiles/2004_0547_sec_country_profiles_en.pdf”) ve
2. 2003 yılı için EurObserv’ER 2004 istatistikleri
3. Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği Derneği (ALBİYOBİR)
4. Ayla TUTUŞ / DEK Türk Milli Komitesi YK Üyesi / TMMOB Enerji Çalışma Gurubu Üyesi
5. Başol, K, 1985, Doğal Kaynaklar Ekonomisi, DEU,İzmir
6. Bilge Dergisi
7. BP Statistical Review of World Energy, June 2005
8. BTM Consult ApS, " International Wind Energy Development"
9. Devlet Planlama Teşkilatı
10. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) - -- www.wec-ankara.edu.tr
11. Ekojenerasyon Dünyası-Kojenerasyon Dergisi
12. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr
13. Elektrik Mühendisleri Odası- www.emeo.org.tr
14. Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) -www.euas.gov.tr
15. Ener GATE 2003
16. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) – www.epdk.org.tr
17. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Rüzgar Enerjisi Araştırma Merkezi
18. Geothermal Education Office – http://geothermal.marin.org
19. http://europa.eu.int/comm/energy/res/documents/country_profiles/2004_0547_sec_country_profiles_en..pdf
20. IEA istatistikleri
21. Makina Mühendisleri Odası TESKON 2003 – www.mmo.org.tr
22. MMO İstanbul Şube Ölçü Dergisi
23. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PIGM) 2004
24. Plein Soleil Dergisi/Fransa - www.plein-soleil.info
25. Prof. Dr. Mustafa Özcan ÜLTANIR
26. Prof. Dr. Seyhan UYGUR ONBAŞIOĞLU
27. Renewable Energy World
28. Rüzgar kurulu gücü için EurObserv’ER 2004, toplam kurulu güç için Eurelectric istatistikleri
29. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı – www.foreigntrade.gov.tr,
30. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) – www.enerji.gov.tr
31. Temiz Enerji Vakfı
32. Termodinamik Dergisi
33. TMMOB Enerji Sempozyumu 2005
34. TÜBİTAK-MAM.Enerji Sistemleri Çevre Araştırma Enstitüsü – www.mam.gov.tr
35. TÜBİTAK – www.tubitak.gov.tr
36. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB)
37. Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (TEDAŞ) istatistikleri - www.tedas.gov.tr
38. Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) - www.teias.gov.tr,
39. Türkiye Jeotermal Derneği – www.jeotermaldernegi.org.tr
40. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) - www.tki.gov.tr
41. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) - www.tpaogov.tr

42. Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) - www.taskomuru.gov.tr
43. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)- www.dei.gov.tr
44. TUSİAD – www.tusiad.org.tr
45. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN)
46. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) İstatistikleri 2004 - www.iea.org
47. Wind Energy Status and its Assessment in Turkey. Renewable Energy.
48. Windpower Monthly Ekim 2005 istatistik
49. www.arkabahce.ada.net.tr/proje/nukleer/alter.html
50. www.awea.org
51. www.eurelectric.org web sitesinde “Energy wisdom Programme (EWP) Global report
52. [www.meteor.gov.tr/2005/arastirma/ yenienerji/ruzgarnereden.pdf](http://www.meteor.gov.tr/2005/arastirma/yenienerji/ruzgarnereden.pdf)
53. www.oja-services.nl/iea/pvps/irs/index.html