



**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANA BİLİM DALI  
IKT-DR-2012-0001**

**TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ TÜKETİMİNİ  
ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE ALTERNATİF ENERJİ  
POLİTİKALARI**

**HAZIRLAYAN**

**Alper YILMAZ**

**TEZ DANIŞMANI**

**Yrd. Doç.Dr. Aziz BOSTAN**

**AYDIN- 2012**

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
IKT-DR-2012-0001**

**TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ TÜKETİMİNİ  
ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE ALTERNATİF ENERJİ  
POLİTİKALARI**

**HAZIRLAYAN**

**Alper YILMAZ**



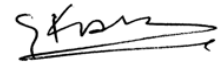

**TEZ DANIŞMANI**

**Yrd. Doç.Dr. Aziz BOSTAN**

AYDIN- 2012

T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE  
AYDIN

İktisat Ana Bilim Dalı Programı öğrencisi Alper Yılmaz tarafından hazırlanan ... (Tezin Başlığı) Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları başlıklı tez,..... tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı ve Soyadı	Kurumu	İmzası
Prof. Dr. Halil ÇİVİ	Adnan Menderes Üniversitesi	
Prof. Dr. Hakan ÇETİNTAŞ	Balıkesir Üniversitesi	
Doç. Dr. Ethem KARAKAYA	Adnan Menderes Üniversitesi	
Yrd. Doç. Dr. Aziz BOSTAN	Adnan Menderes Üniversitesi	
Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖZDEMİR	Adnan Menderes Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....sayılı kararıyla .....tarihinde onaylanmıştır.

Doç. Dr. Selçuk ÇOLAKOĞLU  
Enstitü Müdürü

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı : ALPER YILMAZ

İmza :

**ALPER YILMAZ**

## **TÜRKİYE’DE SEKTÖREL ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE ALTERNATİF ENERJİ POLİTİKALARI**

### **ÖZET**

Türkiye’de sektörel enerji tüketimini inceleyen bu tez çalışmasında, birincil enerji tüketimi, ayrıştırma analizi (toplamsal LMDI) yöntemiyle hizmetler, sanayi ve tarım olmak üzere üç temel sektör bazında, hem de sanayi sektörü sekiz alt sektöre (çimento, demir-çelik, kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde, şeker, gübre, demir dışı metaller ve diğer sanayi) ayrılarak sektörel bazda incelenmiştir. Genel ekonomi düzeyinde ayrıştırma analizi sonuçlarına göre çıktı ve yapısal etkinin birincil enerji tüketimini arttırıcı etkide bulunduğu, yoğunluk etkisinin ise tasarruf edici etkisinin ortaya çıktığı ve ayrıca çıktı etkisinin diğer iki etkiye göre daha ağır bastığı görülmüştür. Buna göre Türkiye’de birincil enerji tüketimi, üretimdeki değişikliklerden doğru orantılı olarak etkilenmektedir. Ekonomik krizlerin yaşandığı yıllar haricinde artan üretim, birincil enerji tüketimini arttırmıştır. Yapısal etki ise Türkiye ekonomisinde enerji yoğunluğu diğer iki temel sektöre göre daha fazla olan sanayi sektörünün milli gelir içindeki payının zamanla artmasına bağlı olarak enerji tüketimini arttırıcı etkide bulunduğu görülmüştür. Yoğunluk etkisi ise özellikle 1980 dönüşümü sonrasında ekonomide piyasa odaklılığının arttığını, etkin enerji yönetimi ve enerji verimliliği uygulamalarından faydalandığını, sosyo ekonomik gelişmelerin, teknolojik değişimin ve üretim sistemlerindeki değişikliğin enerji tüketimini düşürücü etkide bulunduğunu göstermektedir. Sanayi alt sektörleri bazında yapılan incelemede ise çıktı ve yoğunluk etkisinin birincil enerji tüketimini arttırdığı, yapısal etkinin ise tasarruf edici yönde etkilediği görülmüştür. Yine benzer şekilde çıktı etkisi sanayi alt sektörleri bazında da diğer iki etkiye göre daha baskındır. Tıpkı genel ekonomi düzeyinde olduğu gibi sanayi sektörü bazında da üretimin artması enerji tüketimini arttırmaktadır. Yoğunluk etkisinin pozitif olması ise 1980 öncesi dönemde hakim olan enerji bağımlı üretim yapma eğiliminin etkisini devam ettirdiğini, enerji tasarruf ve verimliliği ile etkin enerji yönetimi tekniklerinden yeterince faydalanılmadığını, sanayileşme oranının

arttığını göstermektedir. ayrıca son 2008 küresel krizine kadara enerji fiyatlarının düşük ve istikrarlı seyir izlemesi de etkili olmuştur. Yapısal etkinin enerji tüketimini düşürücü yönde etkilemesi alt sektörler bazında çimento, demir çelik gibi enerji yoğun sektörlerin üretimdeki payının azaldığını, enerji yoğun olmayan sektörlerin payının arttığını göstermektedir. bu bilgiler ışığında Türkiye’de uygulanacak enerji politikaları öncelikle enerji arz güvenliğine önem vermeli, enerji maliyetlerini düşürücü çözümler uygulanmalıdır. Diğer yandan kaynak çeşitliliğine gidilmeli, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketim içindeki payı arttırılmalıdır

## **ANAHTAR SÖZCÜKLER**

Sektörel Enerji Tüketimi, Enerji Yoğunluğu, Ayırıştırma Analizi, Enerji Arz Güvenliği, Enerji Tasarruf ve Verimliliği, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

**ALPER YILMAZ**

**FACTORS EFFECT SECTORAL ENERGY CONSUMPTION  
IN TURKEY AND ALTERNATIVE ENERGY POLICIES**

**ABSTRACT**

This paper aims to investigate the sectoral (service, agriculture and industry) energy use in Turkish economy for the 1970–2009 period. Also industry sector has been analysed by divided into eight sub-sector (cement, sugar, fertilizer, iron and steel, petrochemical feedstock, chemistry and petrochemicals, nonferrous metals and rest of manufacturing industry) for the period of 1980–2009. Decomposition analysis is conducted on these sectors by using additive version of LMDI method due to its advantages over others. The results indicate that, while the primary energy consumption of three main sector has been increased as a result of production and structural effect but decreased as for intensity effect. Also production effect have strong influence on primary energy consumption in accordance with other two effects. It has been clearly seen that sectoral energy consumption increase with production closely. Rise in primary energy consumption during 1970–2009 period was mostly due to rise in production. Except for economic crisis, increase in production lead to increase in primary energy consumption. Similarly, structure effect has been come to conclusion as positive correlation with primary energy consumption because of rise in relative share of energy-dense industry sector in national income. When we talk about intensity effect, it shows that after 1980 period, market oriented economic policy, efficient energy management techniques and utilization from energy efficiency applications have been more promoted. Also it has been stated that socio-economic improvements, technological changes and advancements in production systems have impacted inversely direction in primary energy consumption. After 1980 period, there was rapid growth in demand for energy in Turkey, led by strong growth in industrial activity and increase in penetrations of electrical equipment, space cooling and other electrical appliances in both the industrial and residential sectors.

There have been also some conclusions about industry sub sectoral basis. We have seen that production and intensity effect leads to increase in energy consumption but as for structural effect, it leads to decline in industrial energy consumption. In similar vein production effect contributed more to increase in industrial energy consumption than other two effects. Simply put, increase in industrial production leads to increase in industrial energy consumption. Secondly intensity effect shows two main tendency after 1980 period. Between 1980-2000 it has negative value. It means that energy dependent production way has not been kept its tendency after 1980 period. In conjunction with export oriented liberal economic policies, increase in technological progress, competitiveness, energy efficiency and efficient energy management retarded primary energy consumption by intensity effect. But after 2000 period, increase in energy intensity is explained by negative technological progress, insufficient application of energy conservation policies, inefficient energy management techniques, over industrialization tendency, stabilization of energy prices at low level for the period of 1980-2007. Also after 2000 period, there was a rapid growth in energy demand for energy in Turkey, led by strong growth in industrial activity and increase in penetrations of electrical equipment, space cooling and other electrical appliances in both industrial and residential sector.

Finally negative direction of structural effect in industrial energy consumption could be explained by increase in share of energy dense subsector like cement and iron-steel in total manufacturing production. In the view of such conclusions, energy policies for Turkish economy firstly put emphasis on security. Secondly energy policy should reduce energy cost. Decrease in energy cost means increase in competitive power of Turkish economy. In addition to these policies, share of clean and renewable energy sources in primary energy consumption should be rise and policies make available to enough diversification of energy resources to avoid any adverse effect of energy cut.

## **KEYWORDS**

Sectoral Energy Use, Energy Intensity, Decomposition Analysis, Energy Security, Energy Conservations, Renewable energy Resources



## ÖNSÖZ

Dünyada sanayi devriminden bu yana yaşanan endüstriyel ilerleme, teknolojinin hızlı gelişimi, hızlı nüfus artışı, yaşam standartlarının sürekli yükselmesi gibi nedenlerle enerjinin insan hayatındaki önemi her geçen gün artmaktadır. Ancak Türkiye enerji kaynakları açısından kendi kendine yeterli değildir. Tükettiği enerjinin büyük çoğunluğunu ithal etmektedir. Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda da belirtildiği üzere fosil tabanlı yakıtlara dayalı bu tüketim kalıbı uzun vadede sürdürülebilir değildir. Diğer yandan pahalı enerji ülkenin rekabet gücünü sınırlamaktadır. Dolayısıyla enerjinin kaliteli, güvenilir, ucuz ve zamanında sunulabilmesi için üretimi arttırmaya dayalı klasik enerji politikaları yeterli değildir. Buna göre enerji tasarruf ve verimliliğini ön plana çıkaran, enerji maliyetlerini düşürmeyi hedefleyen, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına önem veren alternatif enerji politikalarına, enerji politikalarında daha çok yer verilmelidir.

Bu çalışmayı hazırlamamda gösterdiği anlayış ve sabırdan dolayı çok kıymetli eşim Şükran YILMAZ'a, sahip olduğu bilgi birikimi ve deneyimi ile bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Aziz BOSTAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez izleme jürisinde yer alarak bilgi ve yönlendirmeleri ile katkılarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Hakan ÇETİNTAŞ'a, sayın Doç. Dr. Ethem KARAKAYA'ya ve sayın Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
GİRİŞ.....	1
MATERYAL VE METOT.....	3

## BİRİNCİ BÖLÜM

### KAVRAMSAL BOYUTU İLE ENERJİ VE ENERJİNİN ÖNEMİ

1.1. ENERJİNİN TANIMI.....	4
1.2. ENERJİNİN ÖNEMİ.....	4
1.3. ENERJİNİN KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI.....	7
1.3.1. Birincil Enerji Kaynakları.....	7
1.3.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	8
1.3.1.1.1. Petrol.....	8
1.3.1.1.2. Doğal Gaz.....	9
1.3.1.1.3. Kömür.....	10
1.3.1.1.4. Nükleer Enerji.....	11
1.3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	12
1.3.1.2.1. Güneş Enerjisi.....	13
1.3.1.2.2. Rüzgar Enerjisi.....	14

1.3.1.2.3. Hidrolik Enerji .....	16
1.3.1.2.4. Jeotermal Enerji .....	17
1.3.1.2.5. Biyokütle Enerjisi.....	19
1.3.1.2.5.1. Enerji Ormanı.....	20
1.3.1.2.5.2. Biyoyakıtlar.....	20
1.3.2. İkincil Enerji Kaynakları.....	23
1.3.2.1. Elektrik Enerjisi .....	23
1.3.2.2. Hidrojen .....	26
1.3.2.3. Bor.....	28

## İKİNCİ BÖLÜM

### DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ KULLANIMI VE POTANSİYELİ

2.1. DÜNYA ENERJİ ÜRETİM VE TÜKETİM DURUMU.....	30
2.2. BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARI .....	42
2.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları .....	43
2.2.1.1. Petrol .....	43
2.2.1.1.1. Petrol Ekonomisinin Stratejik Boyutu .....	43
2.2.1.1.1.1. Petrolün Diğer Enerji Kaynaklarına Göre Üstünlükleri.....	44
2.2.1.1.1.2. Petrol Piyasası ve Petrol Fiyatlarının Seyri.....	45
2.2.1.1.1.3. Petrolün Önemi .....	54
2.2.1.1.2. Petrol Rezervleri.....	56
2.2.1.1.3. Petrol Üretim ve Tüketim Durumu .....	57
2.2.1.2. Doğal Gaz.....	61
2.2.1.2.1. Doğal Gaz Rezervleri.....	61
2.2.1.2.2. Doğal Gaz Üretim ve Tüketim Durumu.....	62
2.2.1.2.3. Doğal Gazın Artan Önemi .....	67
2.2.1.3. Kömür .....	68
2.2.1.3.1. Kömür Rezervleri.....	68
2.2.1.3.2. Kömür Üretim ve Tüketim Durumu .....	69
2.2.1.4. Nükleer Enerji .....	72

2.2.1.4.1. Nükleer Enerjinin Üstünlükleri .....	72
2.2.1.4.2. Nükleer Enerji Üretim ve Tüketim Durumu .....	75
2.2.1.4.3. Nükleer Enerjinin Planlanan Kullanımı .....	76
2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	78
2.2.2.1 Güneş Enerjisi .....	79
2.2.2.1.1. Üretim ve Tüketim Durumu .....	80
2.2.2.1.2. Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri .....	82
2.2.2.1.3. Fotovoltaik Güneş Pilleri .....	82
2.2.2.2 Rüzgar Enerjisi .....	83
2.2.2.2.1. Potansiyeli ve Kullanımı .....	83
2.2.2.2.2. Rüzgar Enerjisinin Ekonomik Yönü .....	86
2.2.2.3. Dünya’da ve Türkiye’de Hidrolik Enerji .....	89
2.2.2.4. Dünya’da ve Türkiye’de Jeotermal Enerji .....	90
2.2.2.5. Dünya’da ve Türkiye’de Biyokütle Enerjisi .....	92
2.2.2.5.1. Enerji Ormanı .....	93
2.2.2.5.2. Biyoyakıtlar .....	94
2.3. İKİNCİL ENERJİ KAYNAKLARI .....	95
2.3.1. Dünya’da ve Türkiye’de Elektrik Enerjisi .....	95
2.3.2. Dünya’da ve Türkiye’de Hidrojen Enerjisi .....	102
2.3.3. Dünya’da ve Türkiye’de Bor Enerjisi .....	103

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTKALARININ GELİŞİMİ VE SEKTÖREL ENERJİ KULLANIMI

3.1. TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTKALARININ GELİŞİMİ .....	107
3.1.1. Planlı Dönem Öncesi .....	108
3.1.1.1. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı Öncesi Dönem (1923-1932) .....	108
3.1.1.2. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı (1933-1938) .....	110
3.1.1.3. İkinci Beş Yıllık Sanayi Planı (1938-1942) .....	111
3.1.1.4. Liberal Ekonomi Deneme Dönemi (1946-1960) .....	112

3.1.3. Planlı Dönem (1960-1980).....	115
3.1.4. 1980 Dışa Açılma Dönemi ve Sonrası .....	124
3.2. TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ KULLANIMI .....	142
3.2.1. Hizmetler Sektöründe Enerji Kullanımı ve Gelişimi .....	142
3.2.2. Sanayi Sektöründe Enerji Kullanımı ve Gelişimi .....	143
3.2.3. Tarım Sektöründe Enerji Kullanımı ve Gelişimi .....	144

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ KULLANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ VE ALTERNATİF ENERJİ POLİTİKASI ÖNERİLER

4.1. VERİ VE METODOLOJİ.....	148
4.1.1. Veri .....	148
4.1.2. Metodoloji .....	148
4.1.2.1. Ayrıştırma Analizi.....	148
4.1.2.1.1 Divisia Index Yöntemi .....	149
4.1.2.1.2 Laspeyers Yöntemi.....	155
4.1.2.1.3 Sonuçların Yorumlanması.....	158
4.1.3. Ampirik Literatür .....	159
4.1.4. Analiz Bulguları .....	163
4.1.4.1. LMDI Yöntemi ile Sektörel Ayrıştırma Analizi .....	163
4.1.4.1.1 Toplam Etki.....	163
4.1.4.1.2 Çıktı Etkisi .....	167
4.1.4.1.3 Yoğunluk Etkisi .....	170
4.1.4.1.4 Yapısal Etki.....	176
4.1.4.2. LMDI Yöntemi ile Sanayi Sektörü Ayrıştırma Analizi .....	182
4.1.4.2.1 Toplam Etki.....	183
4.1.4.2.2 Çıktı Etkisi .....	184
4.1.4.2.3 Yoğunluk Etkisi .....	186
4.1.4.2.4 Yapısal Etki.....	191
4.2. ALTERNATİF ENERJİ POLİTİKASI ÖNERİLERİ.....	194

4.2.1. Enerji Politikalarının Önemi .....	194
4.2.2. Enerji Politikalarının Uygulanması .....	195
4.2.3. Türkiye'nin Enerji Sorunu .....	196
4.2.3.1. Enerji Fiyatlarının Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri.....	196
4.2.3.2. Enerji ve Ekonomik Büyüme .....	198
4.2.3.3. Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma .....	201
4.2.3.4. Enerjide Dışa Bağımlılık ve Etkileri .....	205
4.2.4. Alternatif Enerji Politikası Önerileri .....	207
4.2.4.1. Enerji Tasarrufu .....	208
4.2.4.1.1. Enerji Tasarrufu Nedir .....	208
4.2.4.1.2. Enerji Tasarrufu Önlemleri .....	209
4.2.4.2. Enerji Girdi Kompozisyonundaki Değişmeler ve Enerjinin Kalitesi.....	212
4.2.4.3. Enerji Verimliliği .....	212
4.2.4.3.1. Enerji Verimliliğinin Gerekliliği.....	212
4.2.4.3.2. Enerji Verimliliği Nedir .....	213
4.2.4.3.3. Enerji Verimliliğinin Kurumsal Yapısı.....	214
4.2.4.3.4. Enerji Yoğunluğu .....	215
4.2.4.3.5. Enerji Verimliliği ile İlgili Yapılan Düzenleme ve Uygulamalar.....	215
4.2.4.3.6. Enerji Verimliliğinin Faydaları .....	225
4.2.4.4. Enerjide Arz Güvenliği .....	228
4.2.4.4.1. Enerji Arz Güvenliği ve Önemi .....	228
4.2.4.4.2. Arz Güvenliği Politikaları .....	231
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	238
KAYNAKÇA.....	246
ÖZGEÇMİŞ.....	267
EKLER.....	271

**KISALTMALAR**

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BP	: British Petrol
BM	: Birleşmiş Milletler
BOH <sub>3</sub>	: Borik Asit
BYKP	: Beş Yıllık Kalkınma Planı
CH <sub>4</sub>	: Metan
CIF	: Navlun ve Sigorta Bedeli Dahil
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
DEK-TMK	: Dünya Enerji Komitesi Türk Milli Komitesi
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DTM	: Dış Ticaret Müsteşarlığı
E	: Enerji
EIA	: Uluslararası Enerji Ajansı
EİE	: Elektrik İleri Etüt İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	: Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GHG	: Sera Gazları
GHPR	: Almanya Isı Koruma Yönetmeliği
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Gw	: Giga Watt
HES	: Hidro Elektrik Santrali
HG	: Civa
IPCC	: Uluslar arası İklim Değişikliği Paneli
İHD	: İşletme Hakkı Devri
J	: Joule

Kcal	: Kilo Kalori
Kg	: Kilogram
Kpe	: Kilo Petrol Eşdeğeri
Kwh	: Kilo Watt Saat
LH <sub>2</sub>	: Sıvı Hidrojen
LPG.	: Likit Petrol Gazı
LNG	: Likit Doğal Gaz
M.Ö.	: Milattan Önce
MJ	: Mega Joule
MTA	: Maden Tetkik Arama
MTBE	: Metil Tersiyer Bütil Eter
Mtep	: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
MÜSİAD	: Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği
MW	: Mega Watt
MWH	: Mega Watt Saat
NO	: Azot Oksit
NH <sub>3</sub>	: Amonyak
NYMEX	: New-York Metal Borsası
OPEC	: Petrol İhraçeden Ülkeler Birliği
PMUM	: Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
PV	: Fotovoltaik
SCS	: İsveç Yapı Denetimi
SO <sub>2</sub>	: Kükürt Dioksit
TAEK	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TDK	: Türk Dil Kurumu
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim AŞ
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ



TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt AŞ
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
TMMOB	: Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayici ve İşadamları Derneği
TWH	: Tera Watt Saat
UEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
UETM	: Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi
W	: Watt
Yİ	: Yap İşlet
YİD	: Yap İşlet Devret
WT	: Rüzgar Tribünü
YSE	: Yol Su Elektrik
YPK	: Yüksek Planlama Kurulu

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Türkiye'nin Doğal Gaz Tüketimi (Milyon m <sup>3</sup> ) .....	65
Tablo 2.2. Dünya Nükleer Enerji durumu (2009). .....	77
Tablo 2.3. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (2009).....	79
Tablo 2.4. Seçilmiş Ülkelerin Kollektör Alanları (2007 m <sup>2</sup> ) .....	80
Tablo 2.5. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	81
Tablo 2.6. OECD Ülkeleri Elektrik Üretimi (2010, Gwh).....	99
Tablo 2.7. Dünya Hidrojen Kullanımı (2010, m <sup>3</sup> ) .....	103
Tablo 2.8. Dünya Bor Rezervlerinin Dağılımı (2009 Bin ton) .....	104
Tablo 3.1. Birincil Enerji Kaynaklarının Durumu (Btep, 1963).....	116
Tablo 3.2. Enerji Kullanımında Çeşitli Kaynakların Payları (%).....	118
Tablo 3.3. Enerji Sektörünün Uzun Dönem Gelişme Perspektifleri.....	119
Tablo 3.4. Birincil Enerji Kaynaklarının Tüketimi (Btep, 1973).....	120
Tablo 3.5 Türkiye'nin Fosil Yakıtların Üretim ve Tüketimi (Btep, %).....	121
Tablo 3.6. Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (1979, Btep).....	125
Tablo 3.7. Birincil Enerji Tüketimi (Btep, Gerçekleşme ve Hedefler) .....	127
Tablo 3.8. Birincil Enerji Tüketimi (Btep, Gerçekleşme ve Hedefler) .....	129
Tablo 3.9. Birincil Enerji Üretimi (Btep, Gerçekleşme ve Hedefler) .....	130
Tablo 3.10. Birincil Enerji Tüketimi (Btep, Gerçekleşme ve Hedefler) .....	131
Tablo 3.11. Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (Kpe).....	133
Tablo 3.12. Birincil Enerji Tüketimi (Btep, Gerçekleşme ve Hedefler).....	135
Tablo 3.13. OECD Enerji Fiyatları Endeksi (2001=100) .....	137
Tablo 4.1. Çarpımsal ve Toplamsal Ayrıştırma.....	153
Tablo 4.2. Genel Ekonomi Ayrıştırma Analizi (Btep).....	164
Tablo 4.3. Enerji Yoğunluğu Göstergelerindeki Değişim (%) .....	173
Tablo 4.4. Sanayi Sektörü Ayrıştırma Analizi (Btep).....	183

Tablo 4.5. Türkiye'nin İmzaladığı Doğal Gaz anlaşmaları.....	206
Tablo 4.6. Türkiye'de Ulaşım Modlarının Dağılımı (2005, %).....	223
Tablo 4.7 Ulaşım Tiplerine Göre Enerji Tüketimi (Yolcu/km, Kcal-Ton/km).....	223
Tablo 4.8. Seçilmiş Enerji Göstergeleri (2008) .....	225
Tablo 4.9. Enerji Kaynaklarının Karşılaştırması.....	230
Tablo 4.10. Türkiye'nin Yerli Enerji Kaynak Potansiyeli (2009) .....	238
Tablo 4.11. Milli Gelir (Milyon TL).....	268
Tablo 4.12. Sektörel Enerji Tüketimi (Btep) .....	269
Tablo 4.13. Sektörel Enerji Yoğunluğu (Btep / Milyon TL) .....	270
Tablo 4.14. Sektörlerin Üretim Payları .....	271

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Dünya Toplam Birincil Enerji Arzı (Mtep) .....	33
Şekil 2.2. Yakıt Tiplerine Göre Dünya Birincil Enerji Arzı (Mtep) .....	34
Şekil 2.3. Coğrafi Açıdan Birincil Enerji Tüketimi (2010, %) .....	35
Şekil 2.4. Coğrafi Açıdan Birincil Enerji Tüketimi (Mtep).....	35
Şekil 2.5. Bölgelerin Birincil Enerji Tüketimindeki Payları (%).....	36
Şekil 2.6. Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2030 yılı Projeksiyonu (Mtep).....	37
Şekil 2.7. Kişi Başı Dünya Birincil Enerji Tüketimi (2009, tep).....	37
Şekil 2.8. Yakıt Tiplerine Göre Dünya Birincil Enerji Tüketimi (2010, %).....	38
Şekil 2.9. Yakıt Tiplerine Göre Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Mtep).....	39
Şekil 2.10. Türkiye'nin Yakıt Tiplerine Göre Birincil Enerji Arzı (Btep).....	40
Şekil 2.11. Türkiye'nin Birincil Enerji Arzı içinde İthalatın Payı (Btep).....	41
Şekil 2.12. Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi (Btep).....	41
Şekil 2.13. Ham Petrol Fiyatları (1861-1900, Nominal \$).....	47
Şekil 2.14. Ham Petrol Fiyatları ( 1901-1949, Nominal \$).....	48
Şekil 2.15. Ham Petrol Fiyatları ( 1951-1975, Nominal \$).....	48
Şekil 2.16. OPEC'in Dünya Toplam Ham Petrol üretimindeki payı (%) .....	49
Şekil 2.17. Ham Petrol Fiyatları ( 1977-1992, Nominal \$).....	51
Şekil 2.18. NYMEX İşlem Hacmi ve Petrol Fiyatları (Milyon Adet-\$/Varil).....	53
Şekil 2.19. Ham Petrol Fiyatları ( 1991-2011, Nominal \$).....	53
Şekil 2.20. Dünya İspatlanmış Petrol Rezervlerinin Dağılımı (2010, %).....	56
Şekil 2.21. Dünya Ham Petrol Üretimi (Milyon ton) .....	57
Şekil 2.22. Bölgelere Göre Ham Petrol Üretimi (Milyon ton).....	58
Şekil 2.23. Kişi Başı Petrol Tüketimi (Ton) .....	58
Şekil 2.24. Türkiye'nin Petrol Üretimi (Bin ton).....	59
Şekil 2.25. Türkiye'nin Petrol Tüketiminin Kompozisyonu (%).....	60

Şekil 2.26. Türkiye'nin Petrol İthalatı (%).....	60
Şekil 2.27. Dünya Doğal Gaz Rezervlerinin Dağılımı (2010, %).....	61
Şekil 2.28. Dünya Doğal Gaz Üretimi (Milyar m <sup>3</sup> ) .....	62
Şekil 2.29. Dünya Doğal Gaz Tüketimi (Milyar m <sup>3</sup> ).....	63
Şekil 2.30. Dünya Kişi Başı Doğal Gaz Tüketimi (tep).....	63
Şekil 2.31. Türkiye'nin Doğal Gaz Üretimi (Milyon m <sup>3</sup> ).....	64
Şekil 2.32. Türkiye'nin Doğal Gaz Tüketimi (Milyon m <sup>3</sup> ).....	65
Şekil 2.33. Doğal Gaz Fiyatları (\$/Btu) .....	66
Şekil 2.34. Dünya Kömür Rezervlerinin Dağılımı (%).....	69
Şekil 2.35. Dünya Kömür Üretimi (Mtep).....	69
Şekil 2.36. Dünya Kömür Tüketimi (Mtep).....	70
Şekil 2.37. Türkiye'nin Kömür Üretimi (Btep) .....	71
Şekil 2.38. Türkiye'nin Kömür Tüketimi (Btep) .....	72
Şekil 2.39. Üretim Maliyetlerinin Bileşenleri ( %5 ıskonto oranında) .....	73
Şekil 2.40. Nükleer Enerji ve İstihdam (Kişi /1000 Mw) .....	74
Şekil 2.41. Dünya Nükleer Enerji Tüketimi (Mtep) .....	75
Şekil 2.42. Dünya Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (Gw, 2008).....	78
Şekil 2.43. Dünya Kurulu PV Güç Kapasitesinin Gelişimi (Mw).....	80
Şekil 2.44. Toplam Güneş Radyasyonu (Kwh/m <sup>2</sup> yıl).....	81
Şekil 2.45. Dünya Rüzgâr Türbin Kapasitesinin Gelişimi (Mw).....	84
Şekil 2.46. Türkiye'nin Rüzgâr Atlası .....	85
Şekil 2.47. Türkiye'nin Rüzgâr Kurulu Gücü (Mw).....	85
Şekil 2.48. Birim Elektrik Başına Rüzgar Enerjisi Maliyeti (c€ / kWh).....	87
Şekil 2.49. CO <sub>2</sub> ve Fosil Yakıt Maliyet Tasarrufu (Petrol-90 \$/varil;CO <sub>2</sub> -€25/t).....	88
Şekil 2.50. Dünya Hidrolik Enerji Tüketimi (Mtep).....	89
Şekil 2.51. Türkiye'nin Hidrolik Enerji Tüketimi (Mtep) .....	90

Şekil 2.52. Bazı Ülkelerin Jeotermal Kurulu Güç Kapasitesinin Gelişimi (Mw).....	91
Şekil 2.53. Dünya Jeotermal Enerji Tüketimi (Mtep).....	91
Şekil 2.54. Dünya Etanol Üretimi (Btep).....	94
Şekil 2.55. Dünya Elektrik Enerjisi Üretiminin Dağılımı (2010, %).....	96
Şekil 2.56. Dünya Elektrik Enerjisi Üretimi (Tws).....	96
Şekil 2.57. Dünya Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2009, Twh).....	97
Şekil 2.58. Türkiye’de Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2009, Twh).	101
Şekil 2.59. Dünya Bor Rezervleri Dağılımı (2009, %).....	104
Şekil 2.60. Türkiye’nin Bor İhracatı (Milyon \$).....	106
Şekil 3.1. Kurulu Gücün Gelişimi (Mw).....	115
Şekil 3.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi (Mw).....	115
Şekil 3.3. Planlı Dönemde Türkiye’nin Enerji Görünümü (%).....	121
Şekil 3.4. Kurulu Gücün Gelişimi (Mw).....	122
Şekil 3.5. Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh).....	123
Şekil 3.6. Termik Kaynakların Dağılımı (Gwh).....	123
Şekil 3.7. Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh).....	128
Şekil 3.8. Elektrik Üretiminde Termik Kaynakların Dağılımı (Gwh).....	128
Şekil 3.9. Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh).....	132
Şekil 3.10. Elektrik Üretiminde Kullanılan Termik Kaynaklar (Gwh).....	132
Şekil 3.11. Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh).....	140
Şekil 3.12. Elektrik Üretiminde Kullanılan Termik Kaynaklar (Gwh).....	140
Şekil 3.13. Türkiye Elektrik Üretiminin Dağılımı (2010, Gwh).....	141
Şekil 3.14. Hizmetler Sektöründe Birincil Enerji Tüketimi (Btep).....	142
Şekil 3.15. Sanayi Sektöründe Birincil Enerji Tüketimi (Btep).....	143
Şekil 3.16. Tarım Sektöründe Birincil Enerji Tüketimi (Btep).....	144
Şekil 3.17. Net Elektrik Tüketiminin Sektörel Dağılımı (Gwh).....	145

Şekil 3.18. Katı Yakıtların Sektörel Kullanımı (Btep).....	146
Şekil 3.19. Petrolün Sektörel Kullanımı (Btep) .....	146
Şekil 3.20. Doğal Gazın Sektörel Kullanımı (Btep) .....	147
Şekil 4.1. İki Değişkenli Durumda Ayırıştırma .....	151
Şekil 4.2. Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Toplam Etki, Btep) .....	165
Şekil 4.3. Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Toplam Etki Btep).....	166
Şekil 4.4. Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Çıktı Etkisi, btep) .....	168
Şekil 4.5. Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Çıktı Etkisi, btep) .....	168
Şekil 4.6. Sektörlere Göre Çıktı Etkisinin Ayırıştırması (1970–1989, btep) .....	169
Şekil 4.7. Sektörlere Göre Çıktı Etkisinin Ayırıştırması (1990–2009, btep) .....	169
Şekil 4.8. Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Yoğunluk Etkisi, btep).....	170
Şekil 4.9. Sektörel Enerji Yoğunluğu (btep/Milyon TL) .....	172
Şekil 4.10. Türkiye Ekonomisi Enerji Yoğunluğu (btep/Milyon TL) .....	173
Şekil 4.11. Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Yoğunluk Etkisi, btep) .....	174
Şekil 4.12. Sektörlere Göre Yoğunluk Etkisinin Ayırıştırması (1970–1989, tep) .....	175
Şekil 4.13. Sektörlere Göre Yoğunluk Etkisinin Ayırıştırması (1990–2009, tep) .....	175
Şekil 4.14. Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Yapısal Etki, btep).....	177
Şekil 4.15. Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Yapısal Etki, btep).....	177
Şekil 4.16. Sektörlerin Üretim Payları (%) .....	178
Şekil 4.17. Sektörlere Göre Yapısal Etkinin Ayırıştırması (1970–1990, tep).....	179
Şekil 4.18. Sektörlere Göre Yapısal Etkinin Ayırıştırması (1991–2009, tep).....	179
Şekil 4.19 Sanayi Sektöründe Çıktı Etkisi (btep).....	184
Şekil 4.20. Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi (Çıktı Etkisi, btep) .....	186
Şekil 4.21. Sanayi Sektöründe Yoğunluk Etkisi (Yıllık, btep) .....	187
Şekil 4.22. Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi (Yoğunluk Etkisi, btep) .....	189
Şekil 4.23. Sanayi Sektörü Enerji Yoğunluğu (Yıllık, btep).....	190

Şekil 4.24. Sanayi Sektöründe Yapısal Etkinin Ayrıştırması (Yıllık, btep).....	191
Şekil 4.25. Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi (Yapısal Etki, btep).....	193
Şekil 4.26. Türkiye'nin Petrol, Petrol Ürünleri ve D.Gaz İthalatı (Miyon \$).....	197
Şekil 4.27. Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kaynakların Payları (2009, %). 206	
Şekil 4.28. Ev Tiplerine Göre Enerji Tüketimleri (Kwh /m <sup>2</sup> ).....	220
Şekil 4.29. Konutlarda Elektrik Tüketiminin Dağılımı (%)......	222
Şekil 4.30. CO <sub>2</sub> Bağlantılı Küresel Enerji Tüketiminin Ayrıştırması.....	227



## GİRİŞ

Günümüzde enerji hem insan hayatının hem de ekonomilerin en önemli unsurlarından biridir. Enerji olmadan üretim yapmak, ulaştırma olanaklarını kullanmak, günlük hayatı devam ettirmek mümkün değildir. Enerji ekonomik ve günlük hayatta olduğu kadar ülkelerin sosyo-ekonomik güvenliği açısından da önem kazanmaya başlamıştır. Zengin enerji kaynakları olan ülkeler kaynaklarını korumak için, enerji kaynağı olmayan ülkeler ise enerji kaynaklarına ulaşmak için büyük miktarlarda, finansal, teknolojik ve askeri yatırım yapmaktadırlar. Ayrıca bir ülkenin enerji kaynaklarına yakın olması ve enerji koridorlarına ev sahipliği yapması, o ülkenin stratejik konumunun ve uluslararası siyasi arenadaki pazarlık gücünün artması demektir. Ancak dünyada ağırlıklı olarak kullanılan fosil tabanlı yakıt kaynakları sınırsız değildir, bir gün mutlaka tükenecektir. Diğer yandan kullanılan enerji kaynakları, geçerli teknolojiye, kaynak durumuna ve çevresel etkilere göre dönemden döneme değişmektedir. Petrol ve kömür egemenliğine dayanan enerji çağı, 1960'ların ikinci yarısına kadar yaklaşık iki yüzyıl boyunca sorunsuz olarak devam etmiştir. Fakat sonrasında gelen petrol krizleri, artan fiyatlar, küresel ısınma, enerji kaynakları konusunda ciddi bir güvensizlik ortamının oluşmasına ve bu nedenle de bütün dünyada yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yoğun bir arayışın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ayrıca 1990'lı yıllardan itibaren ortaya çıkan çevre bilinci sonucunda fosil kaynaklara dayalı enerji üretim ve tüketiminin yerel, bölgesel ve küresel düzeyde atmosfere, çevreye ve doğal kaynaklara doğrudan veya dolaylı birçok olumsuz etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Bunların başında küresel ısınma gelmektedir. Bu durum, çevresel zararları minimum olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının gündeme gelmesine ve desteklenmesine yol açmıştır. Bu bağlamda enerjide özellikle son yüz-yüz elli yıldır temel enerji kaynağı olarak işlev gören kömürden petrole, petrolden doğalgaza ve doğalgazdan da yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir geçiş gözlenmektedir.

Enerji kaynaklarının uzun dönemde gösterdiği söz konusu değişimler iki kavramı ön plana çıkarmıştır, enerji verimliliği ve enerji arz güvenliği. Buna göre kaliteli ve yeterli miktarda enerji uygun fiyatlarla, kesintisiz olarak ülke ihtiyaçlarına sunulması gerekir. Enerji arz güvenliğinde enerji verimliliği de önemlidir, çünkü artık çağdaş enerji politikalarında hedef yalnızca kişi başı enerji tüketimini arttırmak değil enerji verimliliğini de arttırmaktır, böylelikle aynı miktarda iş için gerekli olan enerji

ihtiyacı düşecek, enerji arz güvenliği olumlu etkilenecektir. Tüm bunların sağlanmasında ise her ülke kendine has özelliklerini ve hedeflerini dikkate alarak doğru enerji politikaları oluşturmalı ve enerji yönetimi bu politikalar doğrultusunda uygulanmalıdır.

Türkiye'nin büyüme trendi, birincil enerji tüketim hızındaki artış, Ortadoğu petrolerine yakın olması ve önemli enerji koridorlarına ev sahipliği yapması gibi özellikleri nedeniyle konu farklı açılardan da incelenmelidir. Orta gelirli bir ülke olarak Türkiye yükselen piyasalar kategorisindedir. Bu kategorideki pek çok ülkeye göre Türkiye'nin birincil enerji talebi daha çok artmaktadır. Dolayısıyla Türkiye dünya enerji piyasasında önemli bir role sahiptir. Ancak fosil yakıtlarına olan bağlılığı, enerji verimliliğine ve etkin enerji yönetimine yeteri kadar önem verilememesi, Türkiye'nin ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma hedefinde ve enerji problemini çözmede önemli engellerden birini oluşturmaktadır. Dolayısıyla mevcut durumun oluşturduğu problemleri çözmede, Türkiye ekonomisi için sektörel enerji kullanımını inceleyen analizlerden elde edilecek politik çıkarımlar faydalı olabilir. Ayrıca enerji tüketiminin nasıl şekillendiği ve enerji tüketimini belirleyen faktörlerin zaman içinde nasıl değiştiği enerji planlamalarında önemli birer girdi olacaktır.

Bu kapsamda ilk bölümde enerji, kavramsal boyutu ile incelenecek ve enerjinin öneminden bahsedilecektir. Enerji kaynakları niteliklerinin değiştirip değiştirmemesi açısından birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde sınıflandırmaya tabi tutulacaktır. Her bir enerji kaynağının teknik tanımı verilecek, oluşumu, tarihçesi, kullanım açısından avantaj ve dezavantajlarından bahsedilecektir.

İkinci bölümde ise dünya ve Türkiye'deki enerji kullanımı ve potansiyelinden bahsedilecektir. Önce dünya genel enerji üretim ve tüketim durumu ile enerji arz ve talep dengesinden bahsedilecek, sonra her bir enerji kaynağı için veriler tablolar ve grafikler yardımıyla yorumlanacaktır.

Üçüncü bölümde cumhuriyetin kuruluşundan günümüze kadar olan enerji politikaları dönemler halinde incelenecek, uygulanan ekonomi politikalarının sektörel (tarım, sanayi ve hizmetler) enerji kullanımını nasıl etkilediği, sektörel enerji kullanımının zaman içinde nasıl değiştiği tablo ve grafiklerle anlatılacaktır.

Dördüncü ve son bölümde konunun belirtilen analiz teknikleriyle incelenecek ve çıkan sonuçlar yorumlanacaktır. Son olarak analiz sonuçları ışığında alternatif enerji politikası önerileri verilecektir.

## **MATERYAL VE METOT**

Türkiye’de sektörel enerji tüketimini etkileyen faktörler ve alternatif enerji politikalarını inceleyen bu çalışmada veri toplama aracı olarak istatistiksel veri tabanları kullanılacaktır. Ayrıştırma analizinde kullanılacak zaman serileri bu kaynaklardan temin edilecektir. Ayrıca ilgili kurum ve kuruluşların (PİGM, ETKB, TPAO, BOTAS, DEK-TMK, EİEİ, EPDK, TAEK, BP, EIA, OECD, EnerData, IEA, OPEC gibi) hazırladıkları istatistiksel tablo, grafik ve raporlardan yararlanılacaktır.

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye ekonomisinde sektörel bazda enerji kullanımını incelemek ve enerji kullanımındaki değişikliklerin nedenlerini ortaya koymaktır. Çalışmada dışa açılma politikalarının uygulandığı 1980 sonrası döneme ağırlık verilecektir, çünkü 1970’li yıllarda yaşanan petrol şokları dünya ekonomilerinde, önemli etkiler doğurmuştur. 1980 sonrası dönem, söz konusu bu petrol şoku sonrası dönemi tanımlamaktadır. Ayrıca 24 Ocak kararlarıyla bu dönemde, Türkiye’de sanayileşme ray değiştirmiş ve ithal ikameci kalkınma stratejisi terk edilmiş, yerine ihracata dayalı sanayileşme politikaları ve ekonomik liberalleşme benimsenmiştir. Bu kapsamda materyal, istatistiksel veri tabanlarından elde edildikten sonra hem tümden gelim hem de tüme varım yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın evreni, Türkiye ekonomisi için 1980 sonrası olmak üzere sabit fiyatlarla gayri safi milli hasıla, milli gelirin sektörel dağılımı (tarım sanayi ve hizmetler), bu sektörlerin Türkiye ekonomisi içindeki payları, Türkiye ekonomisi için genel enerji yoğunluğu, imalat sanayi alt sektörler itibariyle yaratılan katma değerler, bu katma değerlerin sektörel bazda toplam imalat sanayi içindeki payı, imalat sanayi alt sektörleri için enerji yoğunlukları, sektörel enerji tüketimi ve toplam birincil enerji tüketimi gibi veriler ele alınıp ayrıştırma analizi (decomposition analysis) yöntemi ile analiz edilecek ve sonuçlar yorumlanacaktır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## KAVRAMSAL BOYUTU İLE ENERJİ VE ENERJİNİN ÖNEMİ

### 1.1 ENERJİNİN TANIMI

Enerji, bir maddenin ya da makinenin iş yapabilme yeteneğidir. Eski Yunan dilindeki *εν (en)*= *aktif* ve *εργον (ergon)*= *iş* kelimelerinden türemiş daha sonraları iş yapma yeteneği anlamında kullanılmaya başlanmıştır (Karluk, 1999: 247). Türk Dil Kurumu sözlüğünde ise enerji maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç’ olarak tanımlanmıştır (TDK, 1994: 603). İnsan hayatında yaygın olarak mekanik enerji, ışık enerjisi veya ısı enerjisi şeklinde kullanılır. Günlük hayatta “enerji” terimi ile enerjinin geçişken şekilleri olan iş ve ısı kastedilmektedir. Isı suyu kaynatır ve çıkan buhar türbinleri çevirerek elektrik üretir. Yani ısı enerjinin bir şeklidir. Enerji doğrudan ölçülemez, ancak bir sistemin fiziksel olarak değiştirilmesi için gereken iş miktarının ölçülmesi ya da kullanılan enerji türüne göre değişik hesapların yapılması yoluyla ölçülebilir (Bockris, Veziroğlu ve Smith, 1993: 8).

Enerji potansiyel ve kinetik olmak üzere ikiye ayrılır. Potansiyel enerji durağan haldeki parçacıkların oluşturduğu bir sistemde, parçacıkların konumlarından kaynaklanan enerjidir. Kinetik enerji ise bir cismin veya sistemin sahip olduğu hızından kaynaklanan enerjidir (Sarı, 2008: 2).

### 1.2. ENERJİNİN ÖNEMİ

Enerji insan hayatının vazgeçilmez bir parçasıdır. Kullanımı günümüzde bir lüks değil, zorunluluktur. Sanayileşmeden, ulaşım, teknolojik gelişmelerden, tüm sosyal hayata kilit role sahiptir. Enerjinin bu öneminin artmasında ilk olarak sanayi devrimi gelir. Sanayi devrimiyle birlikte yeni buluşlar üretime uygulanmış, buhar gücüyle çalışan makineler, makineleşmiş endüstriyi doğurmuştur. (Tandoğan, 1994: 13–16). Sanayileşmenin makineleşmesi demek, üretimin kas gücünden çıkıp, daha çok buhar gücüyle çalışan makinelere dayanması demektir. Bu da ekonomik büyüme (üretimin) ve refah artışının enerjiye daha da bağımlı olması anlamına gelir. Her ne kadar enerji, ekonomik büyümeye yol açan tek girdi olmasa da, ekonomik büyüme için son derece

önemli bir girdidir. Belli bir ekonomik büyüme hızı ancak belli bir seviyede enerji tüketmekle olur. Enerji kullanmadan üretim yapmak mümkün değildir. (Ghosh, 2002: 125–129). İstatistiklere göre gelişmiş ülkelerin aynı zamanda dünyada en çok enerji tüketen ülkelerdir. Yani gelişmiş ülkelerdeki kişi başı enerji tüketimi, gelişmekte olan ülkelerdeki kişi başı enerji tüketimine göre daha fazladır. Bu iki değişken arasında pozitif ilişki vardır. Yani kullanılan enerji miktarı arttıkça refah seviyesi de artar. (Robinson and Mollan, 1982: 3–6).

Enerjinin öneminin artmasında Fordist üretim modeli de etkili olmuştur. 1914–1970 yılları arasında geçerli olan fordist üretim sistemi ile birlikte sanayi üretimi büyük oranda kitlesel üretim olarak gerçekleştirilmiş, iş örgütlenmesinde yeni teknolojilerin kullanımı teşvik edilmiştir. Bu kapsamda rutin işler yapması beklenen işgücünün yerine makineler kullanılabilmiş, kol kuvvetine dayalı işler azalmıştır (Saklı, 2007: 6). Söz konusu teknolojiler kömür ve buhar gücünden ziyade, elektrik ve petrol temelli akaryakıtların yoğun olarak kullanıldığı teknolojilerdir. Böylelikle fordist üretim süreci ile enerji önemli bir girdi konumuna yükselmiştir (Tümertekin ve Özgüç, 1999: 303).

Enerjinin önem kazanmasında nüfus artış hızı da etkili olmuştur. özellikle 20 yy'dan önce dünya nüfus artış hızı yavaşken (binde birden az) 1850 yılında %05'e, 1950 yılında %1,1 ve 2000 yılında %1,7'ye çıkmıştır. On bin yılda dünya nüfusu 10 milyondan 500 milyona çıkmış ancak son 350 yılda 500 milyondan 6 milyara çıkmıştır. Bu artış hızı devam ederse 2030 yılında 10 milyara, 2070 yılında ise 20 milyara çıkacaktır (Çamurcu, 2005: 92-93). Bu nüfus artışı doğal olarak enerji tüketimindeki artışı da beraberinde getirmektedir. Örneğin daha fazla nüfus daha fazla elektrikli ev aletleri kullanımı, bu da daha çok elektrik tüketimi demektir. Daha fazla nüfus daha fazla araba, bu da daha çok benzin tüketimi demektir.

Enerji, makroekonomik büyüklüklere etki etmesi açısından da önemlidir. Enerji fiyatlarındaki artış, örneğin 1973 ve 1979 petrol krizlerinde de görüldüğü gibi, enflasyonist baskı yapabilmektedir. Günümüzde pek çok sanayi dalında temel girdilerden biri enerjidir. Enerji fiyatlarının artması bu kaynakları girdi olarak kullanan sektörlerde üretim maliyetlerini arttıracak, bu da nihai ürünün fiyatına yansıtacak ve enflasyonist etki yapacaktır. Eğer firmanın içinde bulunduğu piyasada rekabet şiddetli ise, maliyet artışlarını fiyatlara tam olarak yansıtamayacak, bunun yerine firma işçi çıkarma yoluna gidecek, bu da işsizliğin artmasına yol açabilecektir. Bu arada söz

konusu fiyat artışlarından ekonomideki her sektör aynı derecede etkilenmeyecek, enerji yoğun sektörler daha çok etkilenecektir. Ayrıca tüketicilerin, enerji fiyat artışları ile ilgili beklentileri de etkili olmaktadır. Örneğin petrol fiyatları arttığında tüketiciler bu artışın geçici olacağını düşünüyorsa, daha az tasarruf edip daha çok borçlanmak isteyecek, bu da para talebini düşürüp ve ilave bir enflasyonist baskı oluşabilecektir. Türkiye gibi enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerde, enerji fiyatlarının artması dış ticaret açıklarını artırır. Fiyat artışı ile birlikte aynı miktarda enerjiye daha fazla para ödenir. Bu da toplam ithalatı arttırarak, dış ticaret açığını büyütür. Enerji ihraç eden ülke açısından fiyat artışları ihracat gelirini arttıracığından, dış ticaret açığını kapatıcı etki yapar. Dolayısıyla enerji fiyatları dış ticaret açıklarının yönetilmesinde dikkate alınmalıdır. (Cognigni and Manera, 2008: 856–888).

Enerji fiyatları reel döviz kurlarına etki etmesi açısından da önemlidir. Yapılan çalışmalar örneğin petrol fiyatları ile reel döviz kurları arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi olduğunu, yani döviz kurlarındaki değişimlerin petrol fiyatlarındaki değişimlerden önemli oranda etkilendiğini ortaya koymuştur (Chen and Chen, 2007: 390–404).

Enerji fiyatlarındaki bir artışta, enflasyonu yukarı yönde zorlayan dış etkenler devreye girerse para politikasını sıkılaştırarak enflasyon hedefinde meydana gelebilecek sapmayı en aza indirmeyi amaçlar. Örneğin kısa vadeli faizleri düşürmeyebilir veya arttırabilir. Dolayısıyla Türkiye birincil enerji tüketiminde ithalata bağımlı olduğu için enerji fiyatlarında meydana gelecek bir artış enflasyonist etki yaratacak, bu da Merkez Bankasının faiz arttırmasına neden olabilecektir. Yüksek enerji fiyatlarının yaratacağı durgunluk ortamında ekonomi aslında talep değil maliyet kökenli baskı yaşayacaktır. Dolayısıyla fiyat artışları beraberinde faiz artışlarını getirebilir (Özkaya, <http://www.mfa.gov.tr>).

Enerji fiyatları firmaların yatırım kararlarını da etkiler. Enerji fiyatlarının artması bir anlamda serbest piyasa ekonomisinde enerjinin artan kıtlığını gösterir ve bu da firmalar için maliyet kalemi olduğundan, enerji fiyatlarındaki artış bir yandan firma karını düşürücü etki yaparken diğer yandan buna bağlı olarak firmanın yeni sermaye yatırımı yapma isteğini azaltacaktır. Fiyat artışları kalıcı olursa firmalar bu sefer ellerindeki sermayeyi veya enerjiyi daha verimli kullanmak zorunda kalacaklardır.

Böylece ülke ekonomisinin üretimsel kapasitesi azalacaktır (Cologni and Manera, 2008: 856–888).

Son olarak günümüzde bir ülkenin yeteri miktarda enerji kaynaklarına sahip olması ve önemli enerji koridorlarına (doğal gaz veya petrol boru hatları) ev sahipliği yapması o ülkenin stratejik konumunun güçlenmesi, uluslararası politik arenadaki siyasi itibarının ve pazarlık gücünün artması demektir. Örneğin ABD'nin küresel gücünün önemli bir kısmı, askeri gücü sayesinde Ortadoğu'daki mevcut doğal gaz ve petrol rezervlerini kontrol etmesinden kaynaklanmaktadır. Yeterli miktarda, gerekli zamanda, ucuz, güvenilir ve temiz enerjiye sahip olmak o ülke için hem siyasi hem de ekonomik açıdan hayati öneme sahiptir (Yiğit, <http://www.emo.org.tr>).

### **1.3. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI**

Enerji kaynaklarını sınıflandırmak konunun anlaşılması açısından en iyi yoldur. Enerji kaynakları, niteliklerini değiştirip değiştirmemesi, elde edilme şekli, ticari olup olmaması, madde hali (katı-sıvı), oluşturdukları köken (organik-inorganik), depo edilebilirliği ve yeraltı-yer üstü kaynak olması açısından çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bu çalışmada enerji kaynakları, niteliklerini değiştirip değiştirmemesi açısından birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde sınıflandırmaya tabi tutulacaktır. Birincil enerji kaynakları önceden herhangi bir değişikliğe tabi tutulmaksızın doğada olduğu gibi kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. İkincil enerji kaynakları ise doğada olduğu şekliyle kullanılmayan ancak belli işlemlerden geçirildikten sonra kullanılabilen enerji kaynaklarıdır (Özdemir, 2005: 16).

#### **1.3.1. Birincil Enerji Kaynakları**

Birincil enerji kaynakları doğada var olduğu şekliyle kullanılabilen ve direkt kendisinden enerji elde edilebilen kaynaklardır. Buna göre birincil enerji kaynakları temel olarak yenilenemeyen (konvansiyonel) ve yenilenebilen kaynaklar olarak ikiye ayrılır. Yenilenemeyen enerji kaynakları petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerjiden oluşurken, yenilenebilen enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi (Enerji Ormanı, Biyogaz, Biyodizel ve Biyometanol) sayılabilir (IEA-Energy Statistics Manual, 2004: 18).

### 1.3.1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları karbon bazlı kaynaklar olarak da adlandırılırlar. Güneş, rüzgâr gibi yenilenebilen enerji kaynaklarının aksine meydana gelmeleri çok uzun zaman aldığından bu isimle sınıflandırılırlar. Bunlar petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerjiden oluşmaktadır.

#### 1.3.1.1.1. Petrol

Petrol, milyarlarca yıl önce yaşamış hayvan ve bitki kalıntılarının ayrışmasından türemiş, değişik karbon ve bitki kalıntılarının zamanla fosilleşmesiyle meydana gelmiş bir enerji kaynağıdır. Hidrokarbonlardan oluşmuş, sudan yoğun kıvamda, koyu renkli, arıtılmamış, kendisine özgü kokusu olan, yeraltından çıkarılmış doğal yanıcı mineral bir yağdır. Latince'de taş anlamına gelen "petra" ile yağ anlamına gelen "oleum" sözcüklerinden oluşmuştur (*Petra oleum*=Petrol). Petrol bileşikleri, kimyasal bileşimlere göre, normal basınç ve sıcaklıklarda katı, sıvı veya gaz halinde bulunur. Ham petrol, enerji maddesi olarak tüketilmeyip, rafinerilerde işlenerek, belirli ürünlere çevrilen ürünlerle enerji maddesi olarak kullanılır. Kimyasal bileşimindeki ana eleman, karbon (C) elementi %80–85 oranında bulunur. Yani petrol ağırlık olarak karbon bazlıdır ve bu da petrol tüketimi sonucunda havaya yoğun şekilde karbondioksit gazı salınımına neden olmaktadır (Başol, 1992: 116)

İnsanlık eski çağlardan beri petrolden çeşitli şekillerde yararlanmıştı. Eski kültürler petrolün yapıştırma ve su geçirmezlik özelliğinden faydalanmışlardır. Aydınlatma ve ısıtma amaçlı ilk kullanımlar M.Ö 1500 yıllarında sıvı yağların kullanılmasıyla başlamış, daha sonraları bunların yerini gaz yağlı fenere benzeyen ve kapiler etkisiyle alevlenebilen, sıvının fitile çekilerek yandığı fitilli yağ lambaları almıştır. İlk petrol kuyusu 4.yy'da Çin'de açılmıştır. 8. ve 9. yy'larda petrol artık sokak aydınlatmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Modern anlamda petrol kullanımı ise 1853 yılında petrolün damıtma yöntemiyle ayrıştırılarak gaz yağı elde edilmesiyle başlar. 1854 yılında Polonya'da ilk rock-oil (petra-oleum) madeni çıkarılmıştır. İlk ticari petrol kuyusu ise Kanada Ontario'da 1858 yılında açılmıştır. Gaz yağı lambalarının 1854 yılında keşfi ile ilk petrol şirketi Pennsylvania Rock Oil Co. Kurulmuştur. 1859'da ilk defa derindeki rezervlere ulaşılmasıyla modern petrol kuyularının başlangıcı gerçekleşmiş ve zamanla dünyanın çeşitli yerlerinde endüstriyel üretime elverişli petrol



sahaları keşfedilmiştir. İtten yanmalı motorların icadıyla petrol ürünlerine olan talep hızla artmıştır. Artık günümüzde teknolojik gelişmelerin de yardımıyla petrolden yakıtlar (LPG, Benzin, Jet yakıtları, Gaz Yağı, Nafta, Dizel ve Fuel Oil) ve yakıt olmayan ürünler (Yağlama Yağları, Petrol Koku, Bitüm, Parafin Vakslar ve Solventler) elde edilmektedir. (Başergil, 2009: 23–25).

Petrol, içerdiği sülfür oranına göre; hafif ve ağır petrol olmak üzere de ikiye ayrılır. İçerdiği sülfür oranı %1'den az olan petrole “tatlı”, %1'den fazla olana ise; “ekşi petrol” denilir. Hafif petrolden ağırlıklı olarak benzin, ağır petrolden de mazot elde edilir (MÜSİAD, 2006: 122). Petrolün değerini tayin eden en önemli fiziksel özelliklerinden biri, grafite yani “akışkanlık derecesi”dir. Bunu petrolün özgül ağırlığı belirler. Ham petrolün üretim ve rafinerisinde önemli olan diğer bir faktör de akmaya karşı direnç olarak tanımlanan “viskozitedir”. Düşük viskoziteli petrolerin üretimi, taşınması ve işlenmesi kolay ve ekonomik olduğundan dünya ticaretinde bu tür petroler tercih edilmektedir. Petrol, sudan hafif olup ortalama değer olarak özgül ağırlığı 0,7- 0,9 arasında değişir. Ancak; bazı havzaların petroleri özgül ağırlık bakımından suyun değerine yaklaşır veya yüksek olabilir. Bu grup petrolere “ağır petrol” denir. Meksika petroleri böyledir. Eğer ağırlık 0.8-0.9 arasında ise; buna “hafif petrol”, daha azsa “çok hafif petrol” denir. Örneğin; Rusya petroleri genellikle hafif petroler grubuna girerler (Başergil, 2009: 23–25).

Zamanla rafinasyon tekniklerinin gelişmesiyle rafineri’de üretilen yakıtlar 1950’lerden itibaren kömürün yerini almaya başlamış, hem ulaştırma ve sanayileşmenin, hem de günlük hayatın daha fazla petrole dayanmaya başlamasıyla petrolün insan hayatındaki önemi hızla artmıştır. Günümüzde petrol, dünya ekonomilerinin en önemli enerji kaynaklarından birisidir. Dünya enerji ihtiyacı, % 75- 80 oranında petrol ve kömürden karşılanmaktadır. Böylece petrole sahip olmak sadece bir enerji kaynağına sahip olmak değil, aynı zamanda bir devletin diğer devletlere karşı kullanıldığı stratejik bir silaha sahip olmak anlamına gelmeye başlamıştır.

#### **1.3.1.1.2. Doğal Gaz**

Doğal gaz organik maddelerin fosilleşerek basınç ve ısı altında değişikliğe uğraması sonucunda oluşan yanıcı bir gazdır. Genellikle sıvı petrol içinde çözülmüş biçimde veya petrol üzerinde gaz tabakası şeklinde bulunur. Doğalgaz; %95 metan, az

miktarda da etan, propan, bütan ve karbondioksitten oluşur. Kimyasal yapısının basit olması nedeniyle yanma işlemesi kolaydır ve tam yanma gerçekleşir. Dolayısıyla duman, is, kurum ve kül oluşturmaz. Gaz halinde olduğu için yanması kolay ayarlanabilen ve verimliliği yüksek olan bir yakıttır. Bu özelliği kullanım kolaylığı ve yakıt ekonomisi sağlar. İçerdiği karbon oranı petrol ve kömüre göre düşük olduğu için çevre dostu temiz bir yakıttır (TMMOB, 2006: 152).

İnsanoğlunun doğal gaz ile tanışması aslında tarihin ilk çağlarına dayanır. Yeraltındaki gaz sızıntılarının çeşitli şekillerde yüzeye çıkarak yanmasıyla birlikte pek çok medeniyet bunu hayranlıkla karşılamış ve bunu bazı dini inançlarının temeli yapmıştır. M.Ö. 500 yıllarında Çinliler doğal gazı deniz suyundan içme suyu elde etmek için kullanmışlardır. Doğal gaz önceleri petrol üretimi esnasında ortaya çıkan yararsız bir atık olarak görülmüş ve petrol üretim tesislerinde yakılarak uzaklaştırılmıştır. Zamanla yeni tekniklerin gelişmesiyle ilk olarak 1785 yılında kömürden elde edilen doğal gaz, sokak aydınlatmalarında kullanılmaya başlanmıştır. İlk doğal gaz kuyusu 1859 yılında Amerika'da açılmıştır. Sıcak ayarlamalı termostat sistemlerinin icadıyla da doğal gazın ısıtma potansiyelinden daha fazla yararlanılmıştır. Doğal gazın 1891 yılında boru hatlarıyla taşınmasıyla birlikte kullanımı konutlar, iş yerleri, elektrik üretimi gibi alanlara doğru genişlemeye başlamıştır. Günümüzde petrole göre daha çevreci olması nedeniyle özellikle elektrik üretiminde kullanımı ve dolayısıyla toplam enerji kullanımındaki payı hızla artmaktadır (Başergil, 2009: 133–134).

### **1.3.1.1.3. Kömür**

Kömür homojen olmayan ve değişik bileşenlerden oluşan bir maddedir. Katmanlı tortul çökeltilerin arasında bulunan koyu renkli, katı ve karbon bakımından zengin kayaç olarak tanımlanmaktadır. Kömür maserallerden meydana gelir. Maserallerin kimyasal yapıları ve fiziksel özellikleri büyük değişiklikler gösterir ve bir kristal yapıya da sahip değildirler. Elektrik üretiminde, demir-çelik ve çimento imalatında, endüstriyel proseslerde buhar üretiminde ve konutlarda ısıtma amacıyla kullanılır. Tüm fosil yakıtlar içinde dünyada en çok ve en yaygın biçimde bulunan enerji kaynağıdır. Dünya'da elektrik üretiminin yaklaşık %40'ı kömürden sağlanmaktadır (TKİ, Kömür Petrografisi, <http://www.tki.gov.tr>).

Kömür ısı ve enerji kaynağı olarak 18. yy'da kullanılmaya başlanmıştır. Bu zamanlara kadar daha çok odun ve odun kömüründen faydalanılmış, asıl önemini sanayi devrimi sırasında almıştır. Özellikle buhar makinesinin icadıyla endüstriyel devrimin olmazsa olmaz girdilerinden biri haline gelmiştir (Başol, 1992: 167). Diğer enerji kaynaklarına göre rezervlerinin daha fazla olması, coğrafi olarak geniş yayılım göstermesi, taşınmasının, kullanımının ve depolanmasının kolay ve güvenli olması, düşük maliyeti ve fiyatlarının rekabetçi piyasada belirlenmesi gibi nedenlerle sürdürülebilir kalkınma ve enerji arz güvenliği bakımından en önemli kaynaklardan biridir (Ersoy, 2004: 6).

#### **1.3.1.1.4. Nükleer Enerji**

Nükleer enerji diğer enerji kaynaklarına göre oldukça yenidir. Ağır radyoaktif (uranyum gibi) atomların bir nötronun çarpması ile daha küçük atomlara bölünmesi (filyon - parçalanma - bölünme - bozunma) veya hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması (füzyon - birleşme ) sonucu oluşan enerjidir. İlk olarak Einstein, 1905 yılında  $E=mc^2$  formülü ile filyon sonucu açığa çıkabilecek enerji konusunda böyle bir öngöründe bulunmuştur. Daha sonra 1930 yılında bu öngörü deneysel olarak Otto Hahn, Lise Meitner gibi bilim adamları tarafından doğrulanmıştır. Dünyadaki insan yapısı ilk nükleer reaktör 1942 yılında Enrico Fermi tarafından A.B.D.'de kurulmuştur. Elektrik üreten ilk ticari nükleer güç santrali Shippingport, Pennsylvania'da (ABD) kurulmuş ve 1957'de işletmeye alınmıştır. Filyon kullanılarak üretilen ilk elektrik ise, Aralık 1951'de Arco, Idaho'daki deneysel üretken reaktöründe elde edilmiştir. Günümüzde gelişen teknolojilerin de yardımıyla nükleer enerji, tıptan endüstriye pek çok alanda kullanılmaktadır (U.S. Department of Energy, 2008: 5–21).

Nükleer reaktörler esas olarak elektrik üretme amaçlı kullanılır. Filyon sonucu açığa çıkan nükleer enerji nükleer yakıt ve diğer malzemeler içerisinde ısı enerjisine dönüşür. Ortaya çıkan bu ısı enerjisi, bir soğutucu vasıtasıyla çekilerek bazı sistemlerde doğrudan, bazı sistemlerde ise ısı enerjisini başka bir taşıyıcı ortama aktararak türbin sisteminde kinetik enerjiye ve daha sonra da jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüştürülür. Çoğu güç santrali, jeneratörü döndürmek için ısı üretiminde bulunur. Fosil yakıtlı santraller ısı üretimi için doğal gaz, kömür ve petrol kullanılırken, nükleer santrallerde uranyum yakıtı parçalanarak yapılır (Türkiye Nükleer Enerji Platformu,

<http://www.trnpt.org>). Nükleer enerji, üzerinde oldukça tartışılan bir enerji kaynağıdır. Kimi çevreler sürdürülebilir büyüme ve kalkınma hedefine uygun olması, temiz ve ucuz olması, atıklarının yeraltı sularına karışma riskinin düşük olması, sera etkisi ve asit yağmurlarını bertaraf etmesi, karbondioksit salınımını azaltması ve enerji arz güvenliği açısından nükleer enerjiyi savunurken, kimileri terör saldırılarına maruz kalma riski, nükleer silah yapımıyla birbirlerini tamamlayıcı olması, yakıt çubuklarının (atıkların) saklanması sorunu ve işletme sırasında bir kaza gerçekleşmesi neticesinde gerçekleşecek çevre felaketleri gibi nedenlerle nükleer enerjiye karşı çıkmaktadırlar (ATO, 2005: Nükleer Enerji Raporu).

### **1.3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Yenilenebilir enerji doğada sürekli var olan, herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duyulmadan elde edilebilen enerji türüdür. Bu kaynaklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli, insanoğlunun ihtiyacı olan miktardan fazla olduğu için sürekli kendini yenilemektedir. Mesela bir güneş enerjisi sisteminde, sistemin enerji üretmek için kullandığı enerji miktarı, tüketim için arz edilen miktarın kat kat altındadır. Elbette fosil yakıtlarda oluşmaya devam edecek ve kendini yenileyecektir fakat, insanoğlunun fosil yakıt tüketme hızı, onun kendini yenileme hızından çok daha fazla olduğu için kendini yenileyememekte ve tükenmeye yüz tutmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar karbon bakımından düşük oranlıdır. Sürekli devinim halinde olduğu için tükenmezdir. Buna göre yenilenebilir enerji kaynakları olarak güneş, rüzgâr, okyanus, hidroçüç, biyokütle (enerji ormanı ve biyoyakıtlar) ve jeotermal enerjiden oluşur (Ataman, 2007: 97)

Bilindiği gibi fosil tabanlı yakıtlar parasal ve çevresel açıdan caydırıcı olmaktadır. Öncelikle bu yakıt tiplerinde uluslar arası fiyat dalgalanmaları sık ve şiddetli olmakta, bu da ülke ekonomilerinde üretimde dalgalanmalara ve darboğazlara yol açabilmektedir. Örneğin fiyatlarda beklenmeyen büyük bir artış olduğunda gelişmiş ülkeler ürettiği sanayi ürünleri sayesinde bu zammı yansıtırken, gelişmekte olan ülkeler fiyat artışlarının sonuçlarına katlanmak zorunda kalmaktadırlar. İkinci olarak fosil tabanlı yakıtlar kullanımı sırasında atmosfere saldığı karbondioksit gazı ile küresel ısınmanın birinci derecede sorumlusudur.

Fosil tabanlı yakıtların bu olumsuzluklarına karşın, yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir kalkınma için önemli olması, sera gazı emisyonunun azlığı

bakımından çevreye zararlı olmaması, enerjiye ulaşımı kolaylaştırması, tükenme riskinin olmaması, arz güvenliğinin sağlanmasına olumlu katkıda bulunması, kaynak çeşitliliğini arttırması, enerjide dışa bağımlılığı azaltması, enerji için yapılan ithalatı (döviz çıkışı) azaltması, dünya enerji fiyatlarındaki dalgalanmalardan ülkeyi koruması ve yeni ekonomik fırsatlar yaratması bakımından diğer enerji kaynaklarına göre pek çok avantaj sunmaktadır. Bilindiği gibi fosil tabanlı yakıtların tüketilmesi sonucunda atmosfere büyük oranlarda karbondioksit gazı bırakılmakta, nükleer enerjide ise radyoaktif atıkların saklanması sorun olmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarında bu gibi tehlikeler söz konusu değildir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynakları çevre ile dosttur. Diğer yandan fosil tabanlı yakıtlara göre çok daha ucuzdur. Ayrıca yerli kaynak olması nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltıcı bir etki yapmakta ve enerji kaynaklarını çoğaltması bakımından istihdamın artmasına yardımcı olmaktadır (Ege, 2004: 84).

Hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişme gibi nedenlerle dünya enerji talebinin devamlı artması ve buna zıt olarak tüketim içinde en büyük paya sahip olan petrole kısa bir ömür biçilmesi, yenilenebilir enerjinin önemini daha da arttırmaktadır. Özellikle kömür ve petrol rezervleri sınırlıdır ve bir gün mutlaka bitecektir. Dünyamızda enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık olarak %4–5 oranında artmakta ve fosil yakıt rezervleri çok daha hızlı bir şekilde tükenmektedir. Şu anki enerji kullanım koşulları göz önüne alınarak yapılan en iyimser tahminlerde bile en geç 2050 yılında petrol rezervlerinin büyük ölçüde tükeneceği ve ihtiyacı karşılayamayacağı öngörülmektedir. Kömür için şu anki rezervlerle yaklaşık 80–100 yıl, doğalgaz içinse yine yaklaşık 100–120 yıllık bir kullanım süresi tahmin edilmektedir. Zaten Shell, Total ve B.P. gibi dünya petrol devleri durumun ciddiyetini kavramış ve şimdiden yenilenebilir enerji ile ilgili önemli projelere girişmişlerdir (Öztürk, 2006: <http://www.emo.org.tr>).

#### **1.3.1.2.1. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisi hidrojenin, füzyon yoluyla helyuma dönüşmesidir. Bu işlem sonucunda oluşan ışınım her ne kadar eşit olarak olmasada dünyaya ulaşmakta ve insanoğlunun kullanımına, muazzam bir enerji kaynağı sunmaktadır. Güneş enerjisinin pek çok avantajı vardır. Öcelikle güneş tükenmez bir enerji kaynağıdır. Ayrıca güneş enerjisi temiz, ucuz, bozulmayan, gündelik hayatta kolaylıkla kullanılabilen, taşıma

sorunu olmayan, dışa bağımlılığı ve döviz çıkışını azaltan yerli bir enerji kaynağıdır (Başol, 1992: 200).

Güneş enerjisinde bilinen ilk uygulama Arşimet'in güneş ışınlarını büyük aynalarla yoğunlaştırarak düşman gemilerine odaklaması ve onları yakmasıdır. 17.yy'da yine aynı şekilde odunların yakılmasında,18. yy.da da kimyasal tepkimelerde ve güneş ocaklarında kullanılmıştır. 19. yy. da güneş enerjisinin metal eğitme, su dağıtma, buhar üretme ve buhar makinesi gibi alanlarda kullanılmasıyla uygulama alanları artmıştır. Ancak devam eden bu gelişim çizgisi, petrolün insan hayatına daha çok girmesiyle sekteye uğramış ve güneş enerjisine ilgi azalmıştır. Günümüzde ise yaşanan petrol krizleri, küresel ısınma, artan petrol fiyatları, çevresel baskılar gibi nedenlerle güneş enerjisi üzerindeki çalışmalar yeniden ivme kazanmıştır. Örneğin konutlarda sıcak su sağlanmasında güneş kolektörleri kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. (Yamak, 2006: 96–97).

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte, ısı güneş teknolojileri (termodinamik sistemler) ve güneş pilleri olarak iki ana gruba ayrılabilir. İlki kendi içinde düşük sıcaklık sistemleri ve yoğunlaştırıcı sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Düşük sıcaklık sistemleri düzlemsel güneş kolektörleri, vakumlu güneş kolektörleri, güneş havuzları, güneş bacaları, su arıtma sistemleri, güneş mimarisi, güneş ocakları, ürün kurutma ve seralar şeklindedir. Yoğunlaştırıcı sistemler ise merkez alıcı sistemler, parabolik çanak sistemler ve parabolik oluk kolektörlerdir. Yoğunlaştırıcı sistemlerde amaç daha yüksek sıcaklıklara ulaşmaktır. Bu sistemler, güneş pilleri sisteminin maliyetli ve teknolojisinin karmaşıklığı nedeniyle geniş çapta elektrik üretiminde yetersiz kalmasıyla daha da ön plana çıkmıştır (GÜNDER <http://www.gunder.org.tr>). Termodinamik sistemlerde temel olarak güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. Güneş pili sistemine fotovoltaiik (PV) piller de denir ve kullanılan yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirir (EİEİ-Isıl Güneş Sistemleri ve Güneş Pilleri, <http://www.eie.gov.tr>).

### **1.3.1.2.2. Rüzgâr Enerjisi**

Tarihin ilk çağlarından beri gemileri, yelkenlileri hareket ettirmek, basit yel değirmenlerinde su pompalamak gibi amaçlarla rüzgâr enerjisinden çeşitli şekillerde

faaydalanılmıştır. M.Ö 700 yıllarında Persliler dışey eksenli rüzgâr türbinlerini, M.Ö. 200–300 yıllarında ise Büyük İskender yatay eksenli rüzgâr türbinlerini kullanmıştır. Özellikle Afganistan, İnan ve Pakistan coğrafyasında 7.yy'dan beri tarımsal sulama ve tahıl ezme işlerinde faydalanılmaktadır. En bilinen kullanımı olan yel değirmenleri ise Avrupa'da ilk olarak 13 yy'da ortaya çıkmıştır. Sanayide ise 16.yy'da İngiltere'de makinelerde kullanımı yaygınlaşmıştır. 1887-88'de Amerika Birleşik Devletleri'nde Charles Francis Brush, rüzgâr güç makinesi kullanarak elektrik üretmiştir. Elektrik üretme amaçlı ilk deneme ise 1890'larda Danimarkalı bilim adamı ve mucit Poul la Cour tarafından yapılmıştır (Dursun, 2006: 4–5).

1970'li yıllara kadar rüzgâr enerjisi daha çok düşük kapasiteli, bir veya iki tribünden oluşan ve kırsal kesimlerde çeşitli günlük ihtiyaçların karşılanmasına yönelik olmuştur. Yaşanan petrol krizleriyle birlikte dünyada alternatif enerji kaynakları arayışı hızlanmış ve 1980'li yıllardan itibaren geliştirilen teknolojilerle birlikte daha yüksek kapasiteli, ulusal şebekeye hizmet verebilen, sayıları 40'tan 400'e kadar değişen modern rüzgâr çiftlikleri kurulmaya ve böylelikle yüksek miktarda elektrik enerjisi üretimine başlanmıştır (Gipe, 1995: 13–15).

Güneş dünya yüzeyini farklı sıcaklıklarda ısıtır. Bu sıcaklı farklılıkları yoğunluk ve basınç farklılıkları doğurur. İşte rüzgâr dünya yüzeyindeki komşu iki bölge arasında yüksek olan basınç bölgesinden, alçak olan basınç bölgesine doğru hareket eden hava akımıdır. Rüzgâr gücü dünyanın kendi eksenini etrafında dönüşünden, yerel ısı dağılımlarından, arazi yapısından ve çeşitli atmosferik olaylardan etkilenir (Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 2006: 67).

Söz konusu bu hava hareketinin istenilen yere yönlendirilmesiyle rüzgâr gücü, elektrik enerjisi veya mekanik enerjiye dönüştürülür. Mekanik uygulamalarda su ihtiyacının karşılanması, arazilerin kurutulması gibi işlerden yararlanılırken, elektrik enerjisi elde etmede rüzgâr türbinleri kullanılarak hem günlük ihtiyaçlar karşılanabilmekte, hem de ticari amaçlarla (sanayide, konutlarda kullanılmak üzere) elektrik üretilebilmektedir (Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 2006: 69)

Rüzgâr enerjisi bazı yönleriyle oldukça avantajlıdır. Öncelikle rüzgâr enerjisi doğada bol bulunan bedava bir enerji kaynağıdır. Dünyanın coğrafi koşullarından ötürü hava hareketleri süreklilik arz etmekte hatta bazı yerlerde yoğunlaşmaktadır. Yılın 365 günü rüzgâr enerjisinden faydalanılabilecek bölgeler söz konusudur. Rüzgâr enerjisini

dönüştüren sistemler karmaşık bir yapıya sahip olmadıkları için, kurulumu kolay, bakım ve onarım masrafları da yok denecek kadar azdır. Kullanımı alanı yaygındır, yani rüzgâr enerjisinden faydalanılarak üretilen elektrik özellikle kırsal alanlarda, ormanlık ve dağlık bölgelerde, adalarda, deniz fenerlerinde, çiftliklerde, yangın kulelerinde kullanılmaktadır. Ayrıca türbinlerin oturduğu alan küçük ve türbinler arası alanı kullanım imkânı vardır. Ömrü dolan türbin rahatlıkla söküp kaldırılabilir ve o arazi başka işler için istenirse tekrar kullanılabilir. Rüzgâr enerjisi yerlidir, ithalatı gerekmez. Dolayısıyla hem yurt dışına olan enerji bağımlılığın azalmasına yardımcı olmakta hem de döviz çıkışını azaltmaktadır. Rüzgâr tükenmezdir. Fosil yakıtlardan veya uranyumdan farklı olarak rüzgâr enerjisi yenilenebilir olup gelecek nesillerin kullanım haklarını azaltmadan kullanılabilir. Rüzgâr temizdir, çevrecidir. Sera gazı emisyonlarını önlemenin ötesinde rüzgâr enerjisinden yararlanmak civa (HG), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve azot oksitler (NO) gibi diğer zararlı fosil yakıt kirleticileri önler. Havayı ve suyu daha temiz ve sağlıklı yapar. Rüzgâr enerjisi sektörü günümüzde tüm dünyada hızla büyümektedir, dolayısıyla sektörün daha da büyümesi, kurulacak yeni rüzgâr türbini fabrikaları ve yeni rüzgâr santralleri inşası yoluyla istihdamı olumlu etkileyecektir (NREL-Wind Energy Benefits, <http://www.nrel.gov>).

### **1.3.1.2.3. Hidrolik Enerji**

Hidrolik enerji, suyun statik enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle elektrik enerjisi üretilmesidir. Yani suda varolan potansiyel enerjinin açığa çıkarılmasıyla elde edilir. Biriken su kanal ya da borular içinden geçirilerek türbinlere yönlendirilerek elektrik enerjisi elde edilir. Burada elde edilecek enerjinin büyüklüğü suyun düşüş yüksekliği ve debisine bağlıdır (Koltukçu, 2010;36).

Hidrolik enerjinin çeşitli avantaj ve dezavantajları vardır. Öncelikle hidrolik santraller, termik santraller gibi yanma işlemi olmadığı için hava ve çevre kirliliğine neden olmazlar. Dünyada hidroelektrik enerji kullanımının artması sera gazı emisyonlarının azalması demektir. Ayrıca barajların arkasında oluşan göletler zamanla çevrede iklimin yumuşamasını sağlarlar. Hidrolik santrallerin bunların yanında taşkın ve baskınları önleme, sulama işlerini düzenleme, balıkçılığı geliştirme, ağaçlandırmayı sağlama ve ulaştırmayı kolaylaştırma gibi faydaları da bulunmaktadır (Yüksek ve Diğerleri, 2007: 724-726).



Ancak hidrolik santrallerin ilk yatırım maliyeti oldukça yüksektir. Kurulum sırasında kazalara bağlı olarak can ve mal kaybının meydana gelmesi kaçınılmazdır. Kurulmdan sonra ise ekili alanların, hatta bazı yerleşim yerlerinin veya tarihi bölgelerin su altında kalması söz konusu olabilmektedir. Ayrıca barajlar eko-sistemi ve doğal yaşamı olumsuz etkiler. Son olarak kuraklık dönemlerinde barajlardaki su seviyesi de azalacağı için elektrik üretiminin de azalması söz konusu olacaktır (USGS, <http://ga.water.usgs.gov>).

#### **1.3.1.2.4. Jeotermal Enerji**

Yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlara jeotermal kaynak, bu kaynaklardan çeşitli şekillerde faydalanmaya imkân veren tüm enerji kaynaklarına da jeotermal enerji denir (Jeotermal Enerji Derneği, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr>). Yerkürenin erimiş sıvı kütlesi, büyük bir enerji deposudur. Magma adı verilen ve demir nikel gibi erimiş madenlerden oluşan bu kısım, kalın bir yer kabuğu tabakası ile örtülüdür. Yer kabuğunun derinliğine inildikçe sıcaklık artar. Fakat bu enerjiden yararlanmak teknolojik ve ekonomik açıdan uygun değildir. Ancak yer kabuğunun birçok yerinde normal dışı yüzeye yakın sıcak bölgeler de vardır. Bu sıcak bölgelere kadar inebilen yeraltı suları o bölgenin sıcaklığına göre yüksek basıncın da etkisiyle çözebildiği mineral ve kayaları çözerek yüksek sıcaklıkta buhar ve sıcak su kaynağı olarak yeryüzüne ulaşır. Yani jeotermal enerji yerkabuğunun sahip olduğu ısı enerjisinin yeraltındaki akışkanlara aktarması sonucu, ısınmış akışkanın kendiliğinden ya da sondajlarla açığa çıkarılması olarak tanımlanabilir. Jeotermal enerji çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla, daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen, sıcak su, buhar ve gazlardan oluşur. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir yakıttır (Karacan, 2007: 299–301).

Jeotermal enerjinin ilk kullanımlarına M.Ö. 10.000 yılında Akdeniz Bölgesi'nde çanak, çömlek, cam, tekstil, krem imalatında rastlanmıştır. M.Ö. 1.500 yılında Romalı'lar ve Çin'liler doğal jeotermal kaynakları banyo, ısınma ve pişirme amaçlı kullanmışlardır. Mekân ve su ısıtmada kullanımı ise 1200'lü yıllarda Avrupalılar tarafından keşfedilmiştir. Sanayide kullanımı ise ilk olarak 1818 yılında F. Lardere tarafından jeotermal buhar kullanarak Borik Asit ( $\text{BOH}_3$ ) eldesinde kullanılmıştır.

Elektrik üretiminde ise ilk olarak İtalya'da Larderello tarafından jeotermal buhar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1945 yılında ABD'de buzlanmaya karşı yer, hacim ve sera ısıtmacılığında, 1958'de Yeni Zelanda'da "Flash Metodu" ile jeotermal elektrik üretiminde kullanılmıştır. İlk jeotermal elektrik santrali 1966'da Japonya'da kurulmuştur. 1969 yılında Fransa'da büyük jeotermal ısıtma projeleri başlamıştır. 1975'de ABD (California)'de "The Geysers" jeotermal alanındaki kaynaklardan 500 Mw'lık elektrik üretimi kapasitesine ulaşılmıştır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak zamanla gıda, tarım, turizm, elektrik santralleri, altın üretimi, merkezi ısıtma sistemleri ve şehir ısıtma sistemlerinde kullanılarak enerji arzındaki payını arttırmıştır. Türkiye'de de ilk jeotermal sondaj kuyusu 1963'te İzmir (Balçova)'de, elektrik üretimi amaçlı ilk kuyu 1968 yılında Denizli'de açılmış, yine aynı yerde 1984 yılında Türkiye'nin ilk jeotermal santrali kurulmuştur (EİEİ-Dünya'da Jeotermal Enerji, <http://www.eie.gov.tr>).

Jeotermal enerjinin oldukça yaygın bir kullanım alanı vardır ve bu kullanım alanları kaynağın sıcaklığına göre değişmektedir. 20 C<sup>0</sup> de balık çiftliklerinde, 30 C<sup>0</sup> de yüzme havuzlarında, fermentasyon ve damıtmada, 40 C<sup>0</sup>de toprak ve kent ısıtmada ve sağlık tesislerinde, 60 C<sup>0</sup> de sera kümes ve ahırların ısıtılmasında, 80 C<sup>0</sup> de konutların ısıtılmasında, 120 C<sup>0</sup> de saf su eldesinde ve 1300 C<sup>0</sup> de şeker endüstrisinde kullanılmaktadır. En önemlisi hazne sıcaklığı 200 C<sup>0</sup> ve daha fazla olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Ancak gündün güne gelişmekte olan yeni teknolojilere göre bu sıcaklık 150°C'ye kadar indirilebilmiştir. Son olarak Türkiye'de turizmin gelişmesine paralel olarak termal turizm sektöründe de kullanılmaktadır (Demirel, 1998: 25–30).

Jeotermal enerjinin, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi pek çok avantajı vardır. Öncelikle güneş ve rüzgâr enerjisi gibi tükenmez niteliktedir. Çevre dostu temiz, ekolojik dengeyi bozmayan bir enerji kaynağıdır. Bu niteliği ile hava kirliliği ve karbondioksit salınımı üzerindeki baskıyı hafifleticidir. Üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla oldukça düşüktür. Söz konusu maliyet, entegre kullanımlar söz konusu olduğunda, daha da düşmektedir. Bu özellikle ısıtma maliyetinin çok önemli olduğu seracılık sektöründe, sektörün gelişimini olumlu etkilemektedir. Ulaşımı kolay yaygın bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji atık üretmez, çünkü kullanıldıktan sonra tekrar reenjeksiyon ünitelerine gönderilerek ihtiva ettiği zararlı gaz ve mineraller

doğaya salınmaz. Jeotermal enerji meteorolojik koşullardan (rüzgâr, yağmur, güneş v.b.) bağımsızdır. Arama kuyuları üretim ve bazen reenjeksiyon kuyularına dönüştürülebilir. Yangın, patlama, zehirlenme riski olmayan güvenilir bir enerji kaynağıdır. Verimlilik %95'in üzerindedir. Minimum alan ihtiyacı (hidro, güneş vb'nin tersine) gerektirir. Kolay ve hızlı devreye alınabilir (Demirel, 1998: 31–32).

### **1.3.1.2.5. Biyokütle (Biyomas) Enerji**

Odun (enerji ormanları), yağlı tohumlu bitkiler (ayçiçeği, kolza, soya, v.b), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b), elyaf bitkileri (keten, kenef, kenevir, sorgum, v.b), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök v.b), hayvansal atıklar, şehirsal atıklar ve endüstriyel atıklar gibi kaynakların oksijensiz ortamda fermente (mayalanma) olması ile elde edilen enerjiye biyokütle enerjisi denir. Biyokütle-biyogaz enerjisinin dünyada ilk olarak 19. yüzyılda İngiltere'de fosseptiklerde oluşan gazın sokak aydınlatmasında kullanılmıştır. Türkiye'de ilk olarak 1970'de Toprak Su Araştırma Enstitüsü, 1977'de Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) konuya ilgi çalışmalar yapmıştır. Ağaç kesiminden elde edilen odun ve hayvan atıklarından oluşan tezeğin basit şekilde yakılması klasik biyokütle olarak tanımlanırken, enerji bitkileri, enerji ormanları ve ağaç endüstrisi atıklarından elde edilen biyodizel, etanol ve biyogaz gibi çeşitli yakıtlar, modern biyokütle enerjisi olarak tanımlanır. Klasik biyokütleden yakıt fiziksel süreç ve dönüşüm süreçleri olarak iki şekilde elde edilir. İlkinde boyut küçültme, kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve briketleme gibi fiziksel işlemler sonunda biyokütleden, biyogaz, biyoetanol ve biyomotorin gibi yakıtlar elde edilirken, dönüşüm süreçlerinde biyokimyasal ve termokimyasal süreçler sonucunda enerji elde edilir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 205).

İlk bakışta Biyokütle kullanımının artmasının, atmosferdeki karbon monoksit miktarını artırıcı etki yaptığı düşünülse de, söz konusu kaynakların kullanımı orman ve bitki kaynaklarının yenilenmesi demektir. Kullanımı sera etkisi yaratmaz ve doğal karbon döngüsünde çevrimini tamamlar. Böylelikle önemli derecede karbondioksit absorbe edilir. Biyokütle enerjisi kesikli değil, sürekli bir kaynaktır, yani yenilenebilir enerji demektir. Biyokütle, yerli kaynaktır, yerel üretimi ve istihdamı artırır, böylece

kırsal kesimde göçü önler. Yan ürünleri yem ve hayvancılık sektöründe önemli birer girdidir (DEK-TMK, Enerji Raporu 2010: 112)

Biyokütle enerjisinin kullanımı kırsal kesimlerde sosyo-ekonomik yapının iyileşmesine olumlu katkıda bulunur, döviz çıkışını azaltır, enerji arz güvenliğinin sağlanmasında olumlu katkıda bulunur. Biyokütle enerji kaynağı fosil yakıtlarla %2–25 arasında değişen oranlarda diğer yakıtlarla birlikte yakılabildiği için fosil tabanlı enerji kaynaklarından gerçekleşen karbondioksit salınımını azaltıcı etki yapar. Örneğin bir kömürlü termik santralde kömür, %33–37 oranında Biyokütle ile yakıldığında kükürt dioksit ve azot oksit emisyonlarında %30 oranında bir azalma olduğu görülmüştür (DPT–8. BYKP İklim Değişikliği Komisyon Raporu, 2000: 66–67).

#### **1.3.1.2.5.1. Enerji Ormanı**

Biyokütle enerji kaynaklarından biri enerji ormanıdır. Yakacak odun gereksinimini karşılamak üzere, sürgün verme özelliği bulunan, kısa idare süreleri ile işletilen ormanlara enerji ormanı denir. Bu ormanlar, enerji amaçlı yakacak odun elde edilmesine uygun ağaç türlerinden oluşan, kısa sürede üretimi yapılan ve kendisini genel anlamda kök ve sürgünlerle yenileyen ormanlardır. İlk bakışta orman varlığını azaltıcı gibi görünse de, burada söz konusu olan mevcut kaynak sadece enerji tüketimi amacıyla yetiştirildiği için, yenilenebilir, çevre dostu ve temiz bir enerji kaynağı olarak görünmektedir. Araştırmalara göre 1 hektarlık bir alanda 5 ton petrole eşdeğer 20 ton kuru odun elde edilebilmekte, 2280 litre benzine eşdeğer güneş enerjisi Biyokütleyle dönüştürülebilmektedir (Ünaldı, 2003: 56). Enerji ormanı olarak kullanılacak materyaller diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında odunun yanma süresi daha kısa sürede olmakta ve daha çabuk ısı vermektedir. Ayrıca odunun yakılmasından sonra çevreye salınan kükürt ve karbondioksit miktarı daha az olmaktadır. Enerji ormancılığı enerjide dışa bağımlılığı azaltmakta, maliyet öngörüsü sağlamakta, atmosferdeki karbondioksit miktarının azaltılmasına yardımcı olmakta, erozyonu önlemekte ve su kaynaklarının devamlılığını sağlamaktadır (Çağlar, 2007: 40–44).

#### **1.3.1.2.5.2. Biyoyakıtlar**

Biyokütle enerji kaynaklarından ikincisi biyoyakıtlardır. Biyokütle kaynaklarından elde edilen sıvı, katı ve gaz alternatif yakıtlar biyoyakıt olarak

adlandırılırlar. Günümüzde en yaygın kullanılan biyoyakıtlar, Biyogaz, Biyodizel ve Biyoetanoldür. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu kaynaklar daha çok ısınma ve pişirme işlerinde kullanılırken, gelişmiş ülkelerde elektrik, gaz ya da sıvı yakıt üretimlerinde kullanılmaktadır.

Biyogaz, hava ile ilişkisi kesilmiş (anaerobik) ortamdaki organik atıkların biyo metanlaştırma süreçleri (havasız bozunma, biyolojik bozunma, mikrobiyal bozunma, anaerobik fermantasyonun kontrollü süreci) sonucunda oluşan ve bileşimi yaklaşık %60'ı metan, %40'ı karbondioksitten oluşan gazdır (Yavuzcan, 1974: 100). Hayvan gübreleri, endüstriyel/evsel ve şehirsal atıklar, zirai atıklar ve algler hammadde olarak kullanılabilir. Üretimi düşük maliyetlidir ve kendini kısa zamanda amorti eder. Biyogaz doğal gaza alternatif olarak, doğrudan yakma-ısıtma ve ısınmada, motor yakıtı olarak, türbin yakıtı olarak elektrik eldesinde, yakıt hücresi yakıtı olarak ve doğalgaz için katkı maddesi olarak kullanılabilir (Karaosmanoğlu, 2006: 11–12).

Biyogazın içinde bulunan metan gazı ona yanma özelliği sağlamakta, böylece ısınma ve ısıtma amaçlı olarak, fırın ve ocaklarda, kalorifer, termosifon ve şofbenlerde kullanılabilir. Diğer yandan bu özelliği sayesinde hem yanmada hem de elektrik enerjisine çevrilerek aydınlatmada kullanılabilir. Bu noktada sıvılaştırılmış petrol gazları ile çalışan lambalardan yararlanılmaktadır. Son olarak akaryakıt motorlarında katkı maddesine gerek kalmadan doğrudan veya içindeki metan gazı saflaştırılarak kullanılabilir (Karacan, 2007: 314)

Biyogaz kullanımı ile organik kökenli maddeler enerji elde etmede kullanılarak atıkları toprağa kazandırılmaktadır. Ucuz, çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır. Biyogaz üretimi sonucu, kullanılan hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde kaybolmakta, bundan kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenleri büyük oranda yok olmaktadır. Biyogaz üretiminden sonra bazı atıklar gübre haline dönüşmekte, böylece mikroplar, kurt yumurtları ve sineklerin üreyebileceği kirli ortamlar ortadan kalkmaktadır. Kullanılırken atmosfere bırakılan karbondioksit fotosentezle geri alınabilir. Elektrik üretiminde de kullanılabilirdiği için, küçük yerleşim birimlerine inşa edilen elektrik iletim hatları ve trafo maliyetlerinden tasarruf sağlar. Son olarak biyogaz üretimi kırsal kesimlerde ek gelir sağlar ve enerjide dışa bağımlılığı azaltıcı etki yapar. (Karacan, 2007: 314–315)

Diğer iki önemli yakıt türü biyodizel ve biyoetanoldür. Biyodizel kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerindeki gliserinin, transesterifikasyon yönetimi ile bitkisel yağlardan ayrılması ile oluşur. Elde edilen yağlar metanol veya etanol ile tepkimeye sokulur. Bu işlem sonucunda metil ester (yani biyo dizel) oluşur. Elde edilen yakıtın dizel motorlarda kullanılması için ASTM D6751 test metoduna göre yapılacak kimyasal testlerdeki spesifikasyonları karşılaması gerekir. Elde edilen yakıt genellikle normal dizel yakıt ile karıştırılarak kullanılır ve karıştırılma oranına göre (örneğin B20, %20 oranında karıştırılabilen biyodizel demektir) etiketlenir. Günümüzde biyodizel, artan enerji gereksiniminin, çereyi kirletmeden, sürdürülebilir şekilde karşılanmasının yollarından biri olarak kabul edilmektedir. (NBB, 2012: <http://www.biodiesel.org/>). Biyodizelin pek çok avantajı vardır. Öncelikle biyodizel kullanılabilen motorlarda büyük değişiklikler yapılmadan kullanılabilir. Normal motorinin saklandığı şartlarda saklanabilir. Ulaştırma sektörünün haricinde jeneratörlerde ve kaloriferlerde, seralarda, maden ocaklarında ve tüm sanayi dallarında kullanımı mümkündür. Biyodizel çeresel açıdan da avantajlıdır, çünkü biyolojik karbon döngüsü içinde biyodizel, fotosentez ile karbondioksiti dönüştürüp karbon döngüsünü hızlandırır. Bu yüzden de küresel ısınmayı artırıcı etkisi yoktur. Ayrıca biyodizelin CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> emisyonlarını ve yanmamış hidrokarbon (HC)'ları daha az salındığı yapılan deneylerle kanıtlanmıştır (Ar ve Diğerleri, 2003: 588–589).

Biyo yakıtlar içinde en önemli kalem biyoetanoldür. Biyoetanol benzin ve dizele en önemli alternatiftir, çünkü hammadde olarak kullanılabilen şeker pancarı, mısır, buğday gibi bitkiler dünyanın pek çok yerinde tarıma elverişlidir. Biyoetanol yenilenebilir bir kaynaktır ve kullanımı sera gazı salınımını azaltıcı etki yapacaktır. Bu kapsamda başta Brezilya ve ABD olmak üzere dünyanın gelişmiş ülkeleri her geçen yıl biyoetanol üretimlerini arttırmaktadırlar. Örneğin AB, Biyoyakıtlar için Enerji Stratejisi (Energy Strategy for Biofuels) kapsamında hazırladığı RESTMAC projesi ile konuya daha kapsamlı bir yaklaşım gelirtirmeyi hedeflemektedir (RESTMAC, 2006: 3).

Biyoetanol üretiminde birinci jenerasyon (tahıl ve şeker mahsullerinden) ve ikincil jenerasyon (lingoselülozik biyokütle) olmak üzere iki çeşit yöntem vardır. Tahıl bitkilerine ilaveten şeker bitkilerinin kullanımı ile daha sıcak ve kurak bölgelerde biyoetanol hammaddesi yetiştirilebilmeye başlanmış, lingustic yöntemlerde kenevir, okalipütüs ağacı veya sazlıkların kullanımı ile daha yüksek kapasiteli enerji verebilen

hammadeler yetiştirebilmek mümkün olmuştur. Hangi tür olursa olsun geleneksel bir biyoetanol üretiminde önce hammadde depolanır. Sonra parçalama ve hammaddenin öz suyunu çıkarmak için işlem uygulanır. Sonra seyreltme ve dinlenme aşamasına geçilir. Nişastalı veya odunsu hammadde söz konusuysa hidroliz işlemi uygulanır. Beşinci aşamada maya ve enzimlerle fermentasyon aşamasına geçilir. Altıncı aşamada karbondioksit depolanır ve etanol elde edilir. Sonra buharlaştırma ve damıtma uygulanır. Oluşan atık sular bertaraf edilir ve son olarak yakıt depolanır (RESTMAC, 2006: 3). Ürünün kozmetik, içecek, ilaç, deterjan, dezenfektanlar, gübre ve ulaştırma olmak üzere pek çok sektörde kullanılm alanı vardır. (RESTMAC, 2006: 10).

### **1.3.2. İkincil Enerji Kaynakları**

İkincil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarından dönüştürülen elektrik enerjisi, hidrojen ve bor gibi enerji kaynaklarıdır. İkincil enerji kaynaklarının kendisi direkt olarak bir enerji kaynağı değildir. Üretilmek zorundadırlar. Bunlara enerji taşıyıcıları da denir, çünkü enerjiyi bir yerden başka bir yere kullanabileceğimiz şekilde nakledeleler (EIA, What Are Secondary Energy Resources, <http://www.eia.doe.gov>).

#### **1.3.2.1. Elektrik Enerjisi**

İkincil enerji kaynakları içinde en önemlisi elektrik enerjisidir. Bazı kaynaklarda (UN manual, OECD/IEA manual) elektrik enerjisi birincil enerji kaynağı olarak tasnif edilirken, bazı kaynaklarda ikincil enerji kaynağı olarak belirtilir. Elektrik enerjisi hem birincil hem de ikincil enerji kaynağı olarak üretilebilir. Örneğin rüzgar, güneş, su gibi kaynaklardan elde edilirse birincil, nükleer santrallerden, PV sistemlerden, jeotermal ısıdan veya kömür, petrol ve doğal gaz gibi kaynakların yakılmasından elde edilirse ikincil enerji kaynağı olarak adlandırılır. Ancak UN/OECD/IEA/Eurostat gibi kaynaklarda ikincil enerji, birincil veya ikincil enerji kaynakları dönüştürülerek elde edilen enerji olarak tanımlandığı için elektrik enerjisi, ikincil enerji kaynağı olarak sınıflandırılabilir (Øvergaard, 2008: 6).

Elektrik enerjisi atom çekirdeğinin çevresinde dönen elektronların yer değiştirmesinden elde edilir. Elektronların hareketi için iletken denilen maddeler gerekmektedir. Bu iletkenler elektronca zayıf olan bölgeye elektron akımı sağlarlar. Bu akım sağlandığında elektrik akımı içindeki potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür ve

bir iş yapar. Yani elektrik enerjisi bu elektron akımdan elde edilir. Elektrik enerjisi kimyasal ve mekanik enerji kullanılarak elde edilir. Bunların en basit örnekleri piller ve akümülatörlerdir. Elektrik akımı gözle görülmez, ancak etkileriyle fark edebilir. Bu etkiler üç çeşittir. Isı etkisi, manyetik etki ve kimyasal etkisi. Elektrik akımının yol aldığı teli elle tutulduğu zaman ısındığını görülür. Buna elektriğin ısı etkisi denir. Üzerinden elektrik akımı geçen bir iletkenin yanına bir pusula koyulduğunda elektriğin manyetik bir etkisi ortaya çıkar. Elektrik akımı bazı maddelerin ayrışmasını sağlar. Suyun içinden elektrik akımı geçirildiğinde negatif kutupta iki atom hidrojen, pozitif kutupta da bir atom oksijenin açığa çıktığını görülür. Bu da elektriğin kimyasal etkisidir. Elektrik enerjisi santrallerde üretilir. Bu santraller genellikle termik ya da hidroliktir. Termik santraller ısı enerjisiyle çalışan santrallerdir. Isı maddesi olarak da kömür ya da petrol kullanılmaktadır. Hidrolik santraller suyun itme gücünden yararlanılarak elektrik enerjisi üretmektedirler. Büyük akarsuların üzerine kurulurlar. Burada üretilen elektrik iletkenler havai ve yeraltı hattından olmak üzere kullanıcılara dağıtılır. (Elektrik Enerjisi, <http://www.bilimveteknoloji.infoelektrik-enerjisi.mht>).

Elektrik enerjisi firmalar için önemli bir ara mal iken, hane halkları için devletin kamusal hizmet olarak sunmak zorunda olduğu nihai bir maldır. Gelir ve fiyat esnekliği düşüktür. Tam ikamesi yoktur. Dolayısıyla elektriğin, güvenilir, sabit frekans ve gerilim altında, ucuz ve kesintisiz olarak sağlanması gerekir. Talebin bu özelliklerine karşılık elektrik arzı da diğer enerji kaynaklarından farklıdır. Elektrik arz piyasası doğal tekel şartları, dışsallıklar ve kamu yararı şeklinde üç unsur tarafından şekillendirilir. Piyasada tek bir firma, birden fazla firmanın sağlayabileceği mal veya hizmeti onların maliyetinden daha aza sağlayabilir. Bu durumda doğal tekel oluşur. Elektrik piyasasında ürün stok edilemez. Elektrik şebekesi önemli oranda dışsallığa sahiptir. Elektriğe yönelik yatırımlar sermaye yoğun, bölümlenemez ve kendine özgüdür. Talep ve arz sürekli olarak dengelenmek zorundadır. Ölçek ve kapsam ekonomileri oldukça etkindir. Elektrik arz ve talebi büyük dalgalanmalar gösterir ve talebin fiyat esnekliği çok düşüktür (Başoğlu, 2005: 24–25).

Elektrik piyasası girdi arzı, üretim, iletim, dağıtım ve arz olmak üzere 5 kısımdan oluşur. İlk aşamada başka bir enerji türünün (petrol, doğal gaz, kömür, nükleer enerji, su, yenilenebilir enerji, rüzgâr tribünleri, vb.) elektrik enerjisine dönüştürülmesi söz konusudur. Bu aşamadaki maliyetler üretim teknolojisi, yakıt fiyatları, sermaye



maliyetleri, işletme ve bakım masraflarıdır. İletim ise yüksek gerilimli elektriğin nakliyesidir. Elektrik santrallerinde üretilen elektrik, yüksek gerilim hatları üzerinden dağıtım hatlarına veya doğrudan iletim hattına bağlı olan nihai tüketicilere ulaştırılır. Buradaki iletim hatlarının tümüne şebeke denir. Şebeke üzerinde arz ve talep sürekli dengede olmalıdır. Dağıtım, alçak gerilimli elektriğin nakliyesidir. Arz ise elektriğin nihai tüketiciye satılmasıdır. Ölçüm, faturalama ve pazarlama işlemlerini içeren arz, toptan veya perakende şeklinde olabilir (Başoğlu, 2005: 26–28).

Elektrik enerjisi termik (doğal gaz, petrol, kömür gibi) santrallerden üretilebileceği gibi rüzgar, güneş, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından veya nükleer santrallerden üretilebilir. Termik kaynaklar haricindeki üretim yöntemleri çevre ile dosttur. Üretilen elektrik enerjisinin yüksek gerilim hatları sayesinde taşınması kolay ve kullanımı basittir.

Elektrik enerjisi günümüzde oldukça yaygın kullanım alanına sahiptir. Radyo, televizyon, telefon, hesap makineleri ve bilgisayar gibi bir çok cihaz hep elektrik ile çalışır. Yine evlerde kullanılan süpürge, çamaşır, bulaşık makinesi ve diğer birçok küçük cihazlarda elektrik motorları kullanılır. Bunların da ötesinde üretimde, ulaştırmada ve iletişim sektörlerinde de elektrik enerjisi olmazsa olmaz unsurlardan biridir. Bu nedenle elektrik enerjisi tüketim seviyesi gelişmişlik göstergelerinden biridir (Tamzok, 2007: 62-63)

Elektrik enerjisinin belirtilen avantajlarının yanında dezavantajları da vardır. Öncelikle elektrik enerjisi stoklanamaz. Yani üretildiği anda tüketilmelidir. Dolayısıyla üretim ile tüketim arasında devamlı bir dengenin bulunması gerekir. Ayrıca üretim sisteminde bir arıza ortaya çıktığında, bu sisteme bağlı sayısız abonede hizmetlerin durmasına ya da aksamasına neden olur. Bu nedenle, elektrik enerjisinin üretiminde sürekliliğin sağlanması ve elde yedek sistemlerin bulundurulması zorunludur. Elektrik enerjisinin diğer sakıncası da üretimine paralel olarak taşıma ve dağıtım için özel düzenlere gereksinme duymasındır. Oysaki, örneğin bir tekstil fabrikası ürünlerini tüketiciye götürmek için özel yollara ve taşıtlara gereksinme duymaz. Bu görevi herkesin yararlandığı bir yoldan ve bir kamyon ile yapabilir. Buna karşın elektrik enerjisinin taşıma ve dağıtılması için projeye ayrıca yatırımların (örneğin direkler, teller, izolatörler) katılması zorunlu olmaktadır (Sönmez, 2007: 81-84).

### 1.3.2.2. Hidrojen

Hidrojen dünyanın yapı taşlarından, evrende ve dünyada en çok bulunan elementtir. Genelde diğer elementlerle birleşik halde bulunur serbest halde değil. Örneğin temel hayat kaynaklarından olan suyun iki atomu hidrojen ve bir atomu oksijendir. Hidrojen sahip olduğu yaygınlık yüzünden enerjiye ekonomik koşullarda dönüştürülebilmesi halinde enerji sorununu büyük ölçüde çözecek bir kaynaktır (Yaman, 2007: 253).

Hidrojenin kullanımı henüz yenidir. Ancak Miletli Thales (M.Ö. 645–545) suyun her şey olduğunu, evrenin yaratılışının başlangıcından beridir var olduğunu ve dünyadaki temel hayat kaynaklarından biri olduğunu belirterek bir anlamda hidrojenin önemine değinmiştir. Günümüz bilimi ışında artık evrenin kütlece %75'inin, sahip olduğu moleküllerin (atom sayısı bakımından) ise %90'ının hidrojen olduğu bilinmektedir. Hidrojen ilk olarak ünlü fizikçi Theohrastus Paracelsus (1493–1541) tarafından demir içerisindeki demir sülfat sentezlemeye çalışırken bulunmuştur. Gazın yapay olarak ilk defa bulunuşu T. Von Hohenheim (ayrıca Paracelsus, 1493 – 1521, olarak da bilinir) tarafından güçlü asitlerle metalleri karıştırılarak gerçekleşmiştir. Ancak elde edilen bu gazın bir element olduğu fark edilememiştir. Turquet de Mayeme (1573–1655) hidrojenin yanıcılık özelliğinden bahsetmiş, yine aynı yüzyıllarda bilim adamları hidrojeni çeşitli şekillerde kullanmış, ancak tanımlanması ve sınıflandırılması 17 yy'da gerçekleşmiştir. Hidrojenin günümüzde kullandığımız şekliyle tanımlanması ancak hava ve suyun bileşenlerinin ayrıntılı olarak belirlenmesiyle olmuştur. 1671 yılında hidrojen, Robert Boyle tarafından demir çubuk ve seyreltik asit çözeltilerinin reaksiyonu sonucu üretilerek yeniden keşfedilmiştir. Hidrojenin özelliklerini ilk defa bulan ve tanımlayan bilim adamı Henry Cavendish (1731–1810)'dir. Ancak Cavendish Hidrojen ismini kullanmamış, onun yerine daha öncedeki bilim adamları gibi suni hava, yanıcı gaz gibi isimler kullanmıştır. Hidrojeni ilk sentezleyen ve adını veren Antonio Lavoisier'dir (1743–1794). Lavoisier 1785 yılında, oksijen ve hidrojeni kimyasal işlemlerden geçirerek su elde etmiş, böylece suyun temel elementlerinin hidrojen ve oksijen olduğunu göstermiştir. 1794 yılında ise büyük ölçekte ve ekonomik şekilde hidrojen elde edilmesini sağlayan bir sistem Jean Pottier ve C. Bailleux tarafından hayata geçirilmiş ve büyük miktarda hidrojen elde edilmiştir. Zamanla teknolojinin gelişimi ile birlikte üretim teknikleri de gelişmiş ve 19. yy'ın başlarından itibaren

sokakların, evlerin ve işyerlerinin ısıtılmasında ve aydınlatılmasında kullanılmasıyla beraber kullanımı hızla yaygınlaşmaya başlamıştır (Hoffman, 2001: 19–25).

Hidrojen tüm evrende en çok bulunan elementtir. Yıldızların ve galaksilerin enerji kaynağıdır. Dolayısıyla hidrojenin üretim kaynakları bol ve çeşitlidir. Fosil yakıtlardan elde edilebildiği gibi güneş, rüzgâr, dalga ve hidrolik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile suyun elektrolizi yolu ile ve biyokütleden veya biyolojik proseslerden üretimi mümkündür. Tüm bu süreçlerde hidrokarbonlardan, hidro kısmının ayrılması ortak özelliktir. Bu yöntemler içinde şu anda en ucuz olanı buhar dönüşümü (steam reforming) yöntemidir. Ayrıca yüksek saflık gerektiren ve elektriğin göreceli olarak ucuz olduğu yerlerde, suyun elektrik enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen olarak ayrıştırılması anlamına gelen elektroliz yöntemi ile de hidrojen üretmek mümkündür (Hoffman, 2001: 7).

Enerji kaynaklarının depolanabilir olması, insanoğlunun enerji probleminin çözülmesinde önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Örneğin hidroelektrik santrallerinden elde edilen enerjinin depolanması mümkün olsaydı, enerji sorununu bir ölçüde çözmek mümkün olabilirdi, ancak bu konuda bilinen en iyi yöntem bile günümüz ihtiyaçlarına cevap vermekten uzaktır. İşte hidrojenin diğer enerji kaynaklarına olan üstünlüklerinden biri, gaz, sıvı veya metal hidrid şeklinde depolanabilir olmasıdır. Sıvı halde depolama hacimden tasarruf sağlayacaktır, ancak bu da yüksek basınç ve soğutma işlemi gerektirir ( $-235^{\circ}\text{C}$ ). Gaz olarak depolamada ise yüksek basınca dayanıklı (en az 2000 psi) özel tanklar gerekir. Günlük hayatta basınca dayanıklı LPG tankları bu noktada yetersiz kalacaktır. İşte bu iki olumsuzluk metal hidrid yönteminin kullanılması ile bertaraf edilmektedir. Demir-titanyum alaşımlı hidrid tanklar sayesinde düşük basınç altında güvenli ve defalarca sarj edilebilecek şekilde depolanmaktadır. (Ritchie, 1983: 17–6).

Hidrojen yerel olarak üretimi mümkün, kolayca ve güvenli olarak her yere taşınabilen, taşınması sırasında enerji kaybı az olan, ulaşım araçlarından ısınmaya, sanayiden mutfaklarımıza kadar her alanda kullanılabilen bir enerji sistemidir. Karbon içermediği için fosil yakıtların neden olduğu çevresel sorunlar yaratmaz. Isınmadan elektrik üretimine kadar çeşitli alanların ihtiyacına cevap verebilir. Gaz ve sıvı halde olacağı için uzun mesafelere taşınabilecek ve iletimde kayıplar olmayacaktır (Hidrojen Enerjisi Nedir, <http://www.enerjikaynaklari.net>). Ancak hidrojenin ilk kurulum, üretim ve depolama masrafları yüksektir. Yine mevcut teknolojilerle hidrojen üretimi sırasında

kullanılmak zorunda olduğumuz elektrik enerjisi oldukça fazladır (1lb hidrojen için 35 kWh elektrik enerjisi ). Buda onun, ucuz enerji kaynağı olma özelliğini azaltmaktadır. Yine diğer tüm fosil tabanlı enerji kaynaklarında olduğu gibi hidrojenin depolanması her zaman patlama riski taşımaktadır (Ritchie, 1983: 17–1/17–2).

### 1.3.2.3. Bor

Bor madeni ilk bakışta beyaz bir kayayı andırır. Çok sert ve ısıya dayanıklıdır. Doğada iki şekilde bulunur. İlki kristal şekli olup parlak ve siyah renklidir. Çok sert olan bu şeklin kristal yapısı tesbit edilememiştir. İkincisi, daha az yoğun olan şekilsiz hali olup yeşilimsi sarı, tatsız, kokusuz bir tozdur. Bu minerallerden bor endüstrisi bakımından en önemli olanları boraks (tinkal), kolemanit, üleksit ve razolittir. En yaygın bilinen bor türevi tinkaldir (Etibank, <http://www.etimaden.gov.tr>).

Borik asit ilk kez 1702’de Homberg tarafından hazırlanmıştır. Ayrıca 1808’de Davy borik asit elektrolizinden amorf bor elde etmiş ve 1856’da Wöhler ve Sainte-Claire Deville tarafından kristalin modifikasyonu tarif edilmiştir (TMMOB Madencilik Dergisi, 1970: 9–11). İlk olarak bor madeni, Osmanlı İmparatorluğu döneminde Susurluk ilçesinde kurulur. Bu “pandermit” adı verilen bir bor minerali türüdür. Osmanlı döneminde bor minerali genellikle yabancı firmalar tarafından “alçıtaşı” olarak işletilmiştir. 1950 yılında Sultan çayırındaki bu cevherler Desmond Aber Smith’den, 3/12002 sayılı Kararname ile o yıllardaki dünya tekeli olan Borax Consolidated Ltd’ye devredilir. Ancak bu firma da 1954 yılında ocağını kapatır. Diğer yandan devletin bor madenine ilgisi devam etmektedir. Bu amaçla 1935 yılında yurdun maden kapasitesi araştırmak ve çıkarmak amacıyla Etibank kurulur. 15 Mayıs 1958 de MTA’nın Kütahya/Emet’te bulunduğu madenler Etibank’a devrolunur ve 1959 üretime geçer. 1961 Ağustos ayında Borax Consolidated Ltd., Maden Dairesinden kendi adına bir arama ruhsatı alarak hissesinin büyük bir kısmı kendisine ait Türk Boraks Madencilik A.Ş.’ne devir ederek aramaları başlatır ve ürettiği tinkal ürünü üretimine başlar. Balıkesir’in Bigadiç İlçesi yakınlarında da bor tuzu (kolemanit ve üleksit) üretilen ve ihraç eden Türk Girişimciler ile Fransız KEMAD arasında saha sınır anlaşmazlığı nedeniyle bu saha bakanlar kurulu kararıyla 13.02.1976 da Etibank’a verilir ve 08.04.1976 tarihinde Emet Müessesesine bağlı “Etibank Bigadiç Madenleri İşletmesi Şantiyesi” kurulur. Bursa Mustafa Kemalpaşa’da 1954 yılında bulunan bor tuzu yatakları 4 Ekim 1978 tarih ve

2172 sayılı yasa gereği 21.08.1979 tarihinde Etibank'a devredilmiştir (ETİ Maden, Türkiye'de Bor Üretiminin Tarihçesi, <http://www.etimaden.gov.tr>).

Aslında Bor'un bir enerji kaynağı olarak kullanılma fikri, bor'un yanma enerjisi olarak değil, en uygun hidrojen taşıyan bir element olarak görülmesindedir. Bor kendi başına bir enerji kaynağı değil, ancak diğer kimyasallarla birleştiğinde enerji kaynağı olabilen bir madendir. Burada alternatif ve emisyonsuz bir enerji kaynağı olarak ta "Hidrojen" gündeme gelmiş ve yapılan bilimsel çalışmalar hidrojen üzerinde yoğunlaşmıştır. Bor türlerinden olan bor hidrür, hidrojenin taşınma depolanma ve patlama gibi risklerini yok eden bir taşıyıcıdır (ETİ Maden, Bor Minerallerinin Kullanım Alanları, <http://www.etimaden.gov.tr>)

Bor'un sahip olduğu avantajlar, onu diğer enerji kaynaklarına göre ayrı bir yere oturtmaktadır. Bor madeni elmadan sonra en sert ikinci malzemedir. Yüksek ısı iletkenliğine sahiptir ve termal şok direnci fazladır. Mikrodalga geçirgenliği yüksektir, elektrik direnci fazladır, zehirli değildir ve talaşlı imalata uygundur. Ayrıca Türkiye'deki borun kalitesi yüksektir. Toprağın 40 m altında olduğu için çıkarma maliyeti düşüktür. Türkiye dünya bor rezervlerinin %70'ine sahiptir. Bu faydaları dolayısıyla bor, nükleer sanayide uzay araçlarında, gübre, ilaç, kimya ve otomobil sanayinde, tarım sektöründe, cam, seramik, gübre, inşaat ve çimento endüstrisinde, metalurji ve sağlık sektöründe, füze uçuş yakıtlarında, enerji üretimi ve ısı depolamada ve ayrıca fiber optik, kozmetik, kauçuk ve plastik sanayi, fotoğrafçılık, patlayıcı maddeler (havai fişek vb.) antifirizler, hidrolik yağlar, petrol boya ları, yanmayan ve erimeyen boyalar, tekstil boya ları, zımpara ve aşındırıcılar, kompozit malzemeler, manyetik cihazlar, ileri teknoloji araştırmaları (moleküler biyoloji vb.) ve mumyalamaya kadar 400'ü aşkın alanda kullanılmaktadır (ETİ Maden, Bor Minerallerinin Kullanım Alanları, <http://www.etimaden.gov.tr>).

## **İKİNCİ BÖLÜM**

### **DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI**

#### **2.1. DÜNYA ENERJİ ÜRETİM VE TÜKETİM DURUMU**

Dünya genel enerji üretim ve tüketim durumu incelenmeye başlanmadan önce, tüm dünyada enerjinin önem kazanması ile ayrı bir iktisat alt dalı olarak şekillenen enerji ekonomisinden kısaca bahsetmek gerekir. Enerji ekonomisinin çalışma alanı enerji piyasaları, enerji piyasası düzenleyici kurumları ve yaptıkları düzenlemeler, enerjinin taşınması ve depolanması, enerji dönüşümü, toplam enerji kaynakları ve bunların içinden ticarete konu olan kaynaklardır. Burada ülkenin sahip olduğu enerji kaynakları ve ekonomik faaliyetler arasındaki ilişki ile enerji kaynaklarının kullanımının sonuçları irdelenir. Örneğin ekonomik büyüme'nin enerji talebi üzerinde nasıl bir etkide bulunur, enerji arzında yaşanan sorunlar üretimi nasıl etkiler, enerji nasıl daha verimli kullanılabilir, bireyler ve firmalar hangi durumlarda enerji taleplerini arttırmırlar, hangi durumlarda azaltırlar, enerji piyasaları ne derece etkindir gibi sorulara yanıt aranır (James, 2007: 1–7).

Bu kapsamda enerji talebini belirleyen faktörler, enerji fiyatları, ekonomik büyüme, demografik faktörler, teknoloji, enerji talebinin fiyat ve gelir esneklikleri iken, enerjini arzını belirleyen faktörler, enerji fiyatları, arz esneklikleri, ülkelerin ellerindeki stok durumu, mevsimsel koşullar, üretim ve taşıma maliyetleri, uluslar arası ilişkiler, enerji şirketlerinin yatırım projeleri ve uluslar arası kuruluşların enerji konusunda yapmış oldukları projeksiyonlardır (Erol and Yu, 1987: 113–122).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele almak gerekirse, bu ikisi arasındaki ilişki net değildir. Kimi çalışmalar ekonomik büyümenin enerji talebinde artışa neden olduğunu ortaya koyarken, kimi çalışmalar sadece daha fazla enerji tüketildiği için ekonomik büyümenin gerçekleştiğini ifade etmektedir. Yani nedensellik bağının yönü konusunda bir uzlaşma yoktur (Aydın, 2010: 320–321). Erol ve Yu (1987) İngiltere, Fransa, İtalya, Almanya, Kanada ve Japonya'nın 1952–1982 arası enerji tüketimi ve GSYİH'si arasındaki ilişkiyi incelemişler, Japonya için iki yönlü, Kanada için enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü, Almanya ve İtalya için

GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik bulmuşlardır (Erol and Yu, 1987: 113–122).

Demografik etkiler enerji talebi ile pozitif ilişkilidir. Nüfusun ve şehirleşme oranının artması enerji talebini arttırır. Teknoloji ise enerji talebini her iki yönde de etkiler. Geliştirilen daha üstün teknolojiler enerji kullanan makine, alet vb. düzenekleri daha verimli hale getireceğinden, artık aynı miktarda iş yapmak için daha az enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Diğer yandan geliştirilen teknolojilerle daha önce hayatımızda olmayan makine, alet vb düzenekler kullanıma sunulacak bu da enerji talebini arttıracaktır.

Enerji talebinin gelir ve fiyat esnekliği ülke ekonomisine, ülkenin enerjide dışa bağımlılık oranına, zamana ve hangi enerji kaynağının söz konusu olduğuna göre değişir. Ancak genel anlamda enerji, fiyat esnekliği düşük bir maldır. Yani fiyattaki değişimlere karşı fazla duyarlı değildir. Fiyattaki artışlar, satın alınan miktarlarda daha az oranda düşüşler doğurur. Gelir esnekliği ise özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha belirgindir, çünkü gelişmekte olan ülkelerde enerji talebi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, gelişmiş ülkelere göre daha güçlüdür. Gelişmekte olan ülkelerin enerjiye olan bağılılıkları daha fazladır. Hızlı sanayileşme, gelir seviyesinin yükselmesi ile birlikte enerji talebi de giderek artmaktadır. İşte bu yüzden enerji talebinin gelir esnekliği bu ülkeler için 1'e yakın değerler taşımaktadır. Esneklik katsayısının 1 olması, ekonomide %1 oranında bir büyümenin, genel enerji talebini de %1 oranında arttıracığı anlamına gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise enerji talebi ile gelir artışı arasında hesaplanan esneklik değerleri genellikle 1'den küçüktür (Karadaş, 2008: 48–55). Nedenselliğin yönü konusuna tartışmalar olsa da, enerji tüketimi ve milli gelir arasında güçlü bir ilişki vardır. Örneğin Türkiye ekonomisi için yapılan bir çalışmada enerji talebinin gelir esnekliğinin farklı senaryo ve büyüme hızları için 0,95–1,05 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda milli gelir %1 büyürken, enerji talebi de yaklaşık aynı oranda artmaktadır (TÜSİAD, 1994: 20).

Enerji arzını etkileyen en önemli faktör enerji fiyatlarıdır. Arz kanunu uyarınca enerji fiyatlarının artması, arz edilen enerji miktarını arttırır. Ülkelerin ellerindeki stok durumu enerji arzı ile negatif ilişkilidir. Stokların artması arzı düşürür. Mevsimsel koşulların durumu yerine göre enerji arzını arttırıcı etki yapar. Doğal afetler, aşırı sıcaklıklar, soğuklar veya kuraklıklar arzı arttırır. Üretim ve taşıma maliyetlerinin

artması ise enerji arzını düşürür. Enerji arzı uluslar arası ilişkilerden de etkilenir. Örneğin 1973 yılında Arap dünyası ve İsrail arasında çıkan savaşta, Arap dünyası, İsrail'e verdikleri destekten dolayı batılı ülkelere yaptıkları petrol sevkiyatlarını kısmışlardır (Karadaş, 2008: 55–56).

İnsanlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar olan dönemde insan medeniyetinin gelişimi, enerji ile olan ilişkileri de şekillendirmiştir. İlk olarak avcı toplayıcı toplumsal yapıda bilinen tek enerji kaynağı bitkiler ve hayvanlar olmuştur. Bu safhadan tarım inkılabı (M.Ö. 8000) ile yerleşik düzene geçiş, beraberinde hızlı nüfus artışı, ticaretin gelişimi ve şehirlerin kurulup gelişmesini getirmiş, bu değişiklikler kullanılan enerji kaynaklarını ve kullanımlarını da değiştirmiştir. Bu dönemde bitki ve hayvanlardan sağlanan kimyasal enerji, yine bitkilerden sağlanan ısınma enerjisi ve yük hayvanlarının kullanımı sayesinde kazanılan mekanik enerji ile birlikte insanoğlunun kullandığı enerjinin miktar ve kaynak çeşitliliği de artmıştır. Ziraat devrimi ile devam eden süreç, sanayi devrimi ve teknolojisinin gelişimi ile makineleşmiş endüstrinin doğması hem yeni enerji kaynaklarının kullanımını hem de enerji tüketimindeki hızlı artışı ortaya çıkarmıştır. İlk olarak kömür tüketimi artmış, benzinli motorların icadı ile de petrol tüketimi artmaya başlamıştır. XX. yy ile birlikte önce su gücünden faydalanılarak elektrik enerjisi, daha sonra II. Dünya savaşı ile birlikte nükleer enerji, enerji kaynakları içindeki yerini almıştır. Devam eden süreçte enerji talebi küreselleşmenin hızlanması, hızlı nüfus artışı, şehirleşme, teknolojik ilerleme ve modern yaşam tarzının gelişimi ile birlikte artmaya devam etmiştir (Orhan, 2007: 3–6).

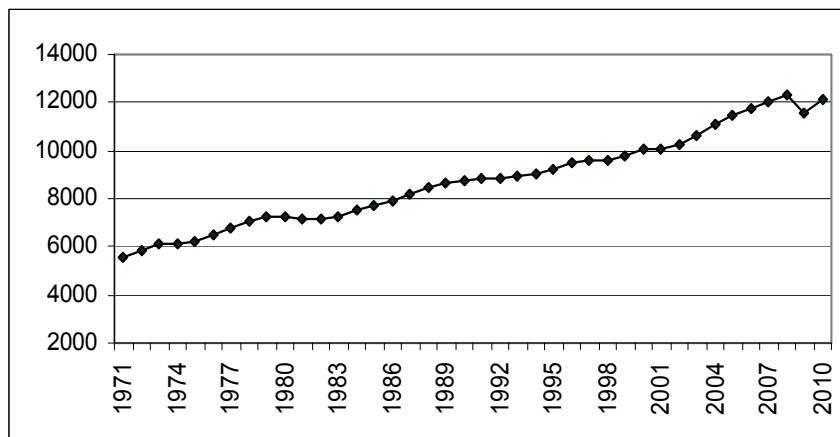
Dünya nüfusu 1960 yılından günümüze 2 kat artışla 6,8 milyara çıkarken, enerji talebi 1965 yılından günümüze 3 kat büyümüştür. Ancak bu hızlı büyüme bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Bunların başında küresel ısınma gelmektedir. Küresel ısınmanın nedeni fosil tabanlı yakıtların kullanımının artması neticesinde atmosfere verilen sera gazı (GHG) emisyonlarının yükselmesidir. Bilimsel veriler son yüzyılda yer yüzeyinin ortalama ısısının 0,6 °C arttığını göstermiştir. Bunun neticesinde önümüzdeki yıllarda aşırı kuraklıklar, büyük sel felaketleri, buzulların erimesi ve bazı bitki ve hayvan türlerinin yok olması gibi felaketler insanoğlunu beklemektedir. Dünya ülkelerinin durumun ciddiyetini anlamasıyla beraber küresel ısınma karşısında ilk çalışmalar 1988 yılında Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) oluşturulmasıyla başlamıştır. Küresel ısınma karşısındaki en önemli girişim ise 1997



yılında Kyoto protokolünün imzalanması olmuştur. Bu protokol ile dünya ülkeleri sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik yükümlülükleri ve uygulanacak mekanizmaları belirlemişlerdir (Karakaya ve Özçağ, 2003: 2–4). Diğer yandan AB kendi bölgesine yönelik olarak bazı önlemler almış ve bu kapsamda hazırlanan iklim değişikliği raporlarında, yenilenebilir enerji tüketimini 10 yıl içerisinde iki katına çıkarılmayı, karbondioksit salınımını ise 402 milyon ton azaltmayı hedeflemiştir. Yine BM, iklim değişikliği konferanslarında temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketim içindeki payının en az %25 olması gerektiğini belirtmiştir. Bu hedefe en geç 30 yıl içinde ulaşılması gerektiği, aksi takdirde iklim değişikliği konusunda geri dönelemeyecek noktalara gelineceği ifade edilmiştir (Çolak ve Diğerleri, 2005: 54). Bu doğrultuda, Dünya Enerji Konseyi'nin hazırladığı raporlarda 2025 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının, doğrudan yakıt kullanımındaki payının %25, küresel elektrik üretimindeki payının ise %60'lar düzeyinde çıkabileceği belirtilmiştir (Ünsal, 2004: 27).

Mevcut gelişme hızında dünyanın enerji ihtiyacı yılda ortalama %1,6 artışla 2030 yılında, günümüzdekine oranla %50 daha fazla olacak ve bu artışın 2/3'ten fazlası, ekonomik büyümenin ve nüfus artışının daha hızlı olduğu gelişmekte olan ülkelere kaynaklanacaktır. Ancak bu büyüme trendi enerji fiyatlarındaki dalgalanmalardan ve ekonomik krizlerden olumsuz etkilenecektir. Nitekim 2009 krizi özellikle ABD ve AB bölgesinde ekonomik daralmaya neden olmuştur. Bu daralmayla birlikte enerji talebi %1,1 küçülmüştür. Bu değer 1980 petrol krizinden beri yaşanan en büyük küçülmüştür (BP Statistical Review -2010, <http://www.bp.com>).

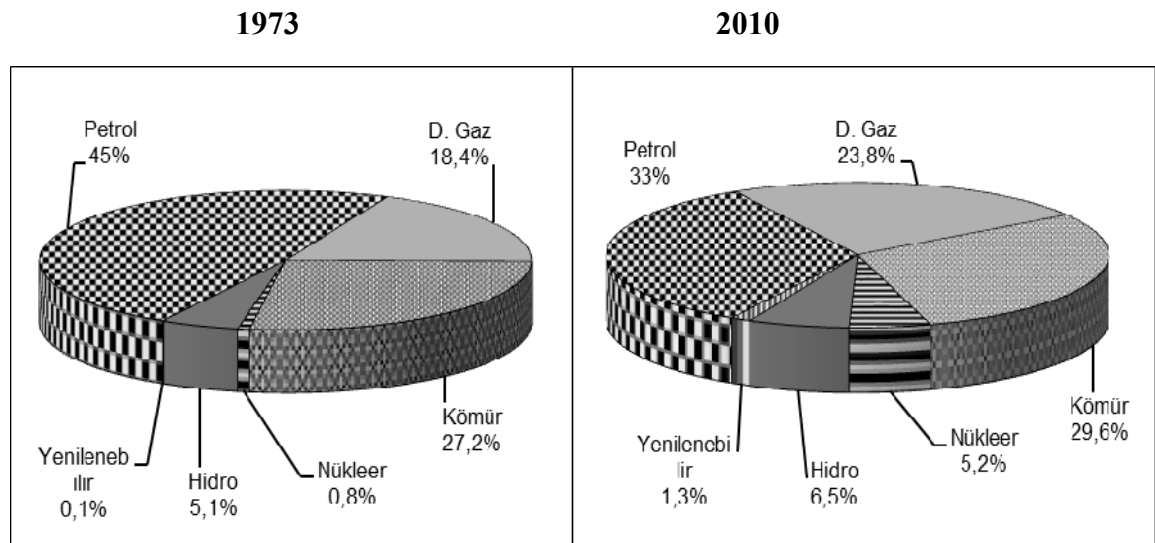
Şekil 2.1. Dünya Toplam Birincil Enerji Arzı (Mtep)



Kaynak: OECD Factbook 2011, Economic, Environmental and Social Statistics

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi 2010 yılında toplam birincil enerji arzı 12.267 Mtep olarak gerçekleşmiştir. 1973 yılında 5533,2 Mtep olan üretim 2008 yılına kadar yılda ortalama olarak %2,19 büyüme oranıyla artarak bu seviyeye gelmiştir. 2008 yılına kadar olan dönemde, sadece 1979 petrol krizi hariç genelde pozitif büyüme rakamları göstermiştir. 2009 yılında ise üretim %0,61 gerileyerek 11.519,1 Mtep’ye düşmüş, 2010 yılında krizin etkilerinin geçmesine bağlı olarak %5 artmış ve 12.002 Mtep’ye çıkmıştır.

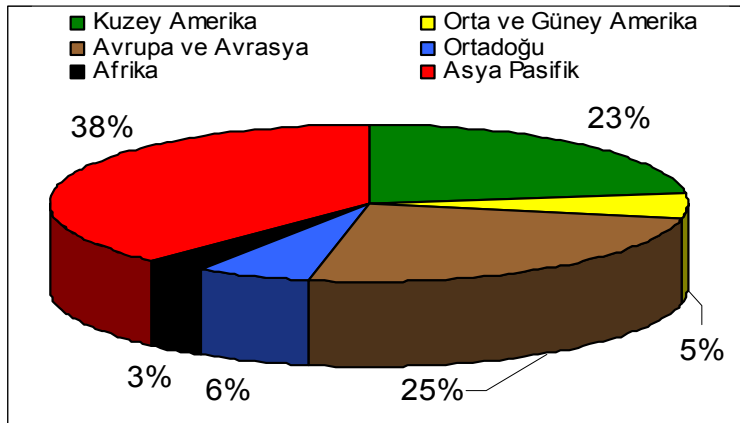
Şekil 2.2. Yakıt Tiplerine Göre Dünya Birincil Enerji Arzı ( Mtep)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi 1973 yılında toplam arz içinde %45 olan petrolün payı, 2010 yılında %33’e gerilemiştir. Bunda 1973 ve 1979 yıllarında OPEC’in petrol fiyatlarını ani şekilde yükseltmesiyle oluşan petrol krizi ve son dönemlerde etkisini arttıran küresel ısınma önemli oranda etkili olmuştur. Petrol krizi sonucu ABD ve AB ülkeleri kendi sanayilerinin petrole olan aşırı bağılıklarının farkına varmışlar ve alternatif enerji kaynakları arayışı başlamıştır. Bunun sonucunda da talebin zamanla nispi olarak azalmasıyla petrol arzının birincil enerji arzı içindeki payı azalmıştır. Bu süreçte özellikle Doğal Gaz ve Nükleer enerjinin payı hızla artmıştır. 1973 yılında sırasıyla %18,4 ve %1 olan arz payları, 2010 yılında D. Gaz’da %23,8’e, nükleer enerji’de ise %5,2’ye çıkmıştır. Önümüzdeki dönemlerde ise özellikle küresel ısınmanın etkisiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji arzı içindeki payının artması beklenmektedir.

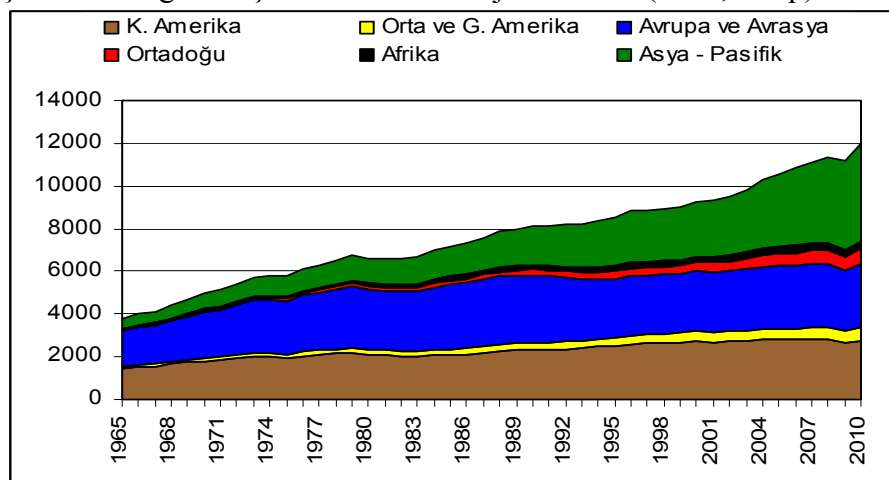
Şekil 2.3. Coğrafi Açıdan Birincil Enerji Tüketimi (2010, %)



BP Statistical Review 2011

Şekil 2.3'de birincil enerji tüketiminin coğrafi açıdan dağılımı verilmiştir. Burada birincil enerji kaynaklarında sınıflandırılan enerji çeşitlerinin tüketimi söz konusudur. Buna göre 2010 yılı itibariyle dünya toplam birincil enerji tüketimi yaklaşık 12.000 milyon tep'dir. Bu miktarın coğrafi dağılımına bakılırsa Asya-Pasifik bölgesinin %38 ile ilk sırada geldiği görülür. Sırasıyla onu %25 ile Avrupa ve Avrasya, üçüncü olarak ise %23 ile Kuzey Amerika gelmektedir. Orta doğu %6, Orta ve Güney Amerika %5 ve son olarak %3 ile Afrika gelmektedir. Rakamlardan da anlaşıldığı üzere son yıllarda hızlı ekonomik büyüme gösteren Çin ve diğer uzak doğu ülkeleri gerçekleştirdikleri bu yüksek tempolu büyümeye paralel olarak enerji tüketiminde de dünyada ilk sıradadır.

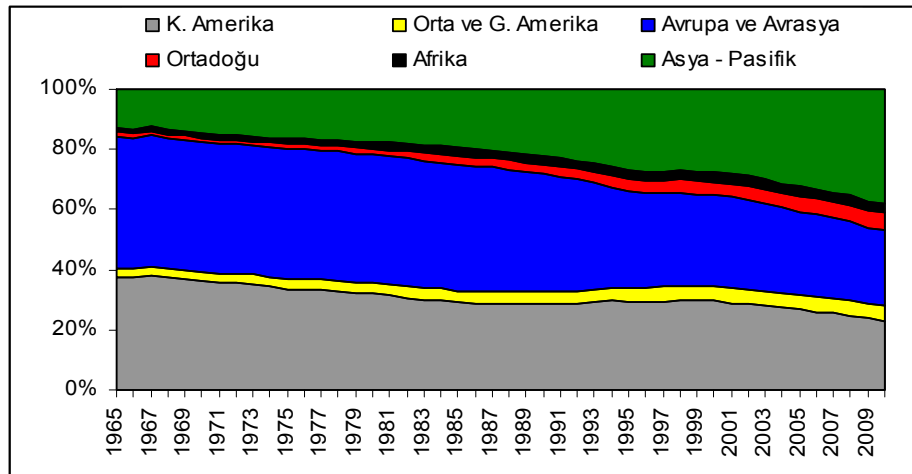
Şekil 2.4 Coğrafi Açıdan Birincil Enerji Tüketimi (2010, Mtep)



BP Statistical Review 2011

Birincil enerji tüketiminin coğrafi bazda tarihsel gelişimine bakıldığında (şekil 2.4) Asya-Pasifik bölgesinin diğer tüm bölgelere nazaran enerji tüketimlerini zaman içinde daha fazla arttırdıkları görülür. 1965 yılında Avrupa-Avrasya bölgesi 1677,2 Mtep ile ilk sırada gelirken 1424,8 Mtep'lik tüketimle Kuzey Amerika ikinci sırada gelmektedir. Asya-pasifik bölgesi 486,2 Mtep'lik tüketimle üçüncü, 109,5 Mtep ile Orta ve G. Amerika dördüncü, 58 Mtep ile Afrika beşinci ve Ortadoğu 57,5 Mtep'lik enerji tüketimiyle sonuncu sırada yer almaktadır. Ancak 2010 yılına gelindiğinde Asya-Pasifik bölgesi hızlı tüketim artışı ile 4573 Mtep seviyesine çıkarak ilk sıraya otururken, 2971 Mtep'lik tüketimiyle Avrupa-Asya bölgesi ikinci, 2771 Mtep ile K. Amerika üçüncü, 701 Mtep ile Ortadoğu dördüncü, 611 Mtep ile Orta ve G. Amerika beşinci ve son olarak 372 Mtep ile Afrika altıncı sırada gelmektedir.

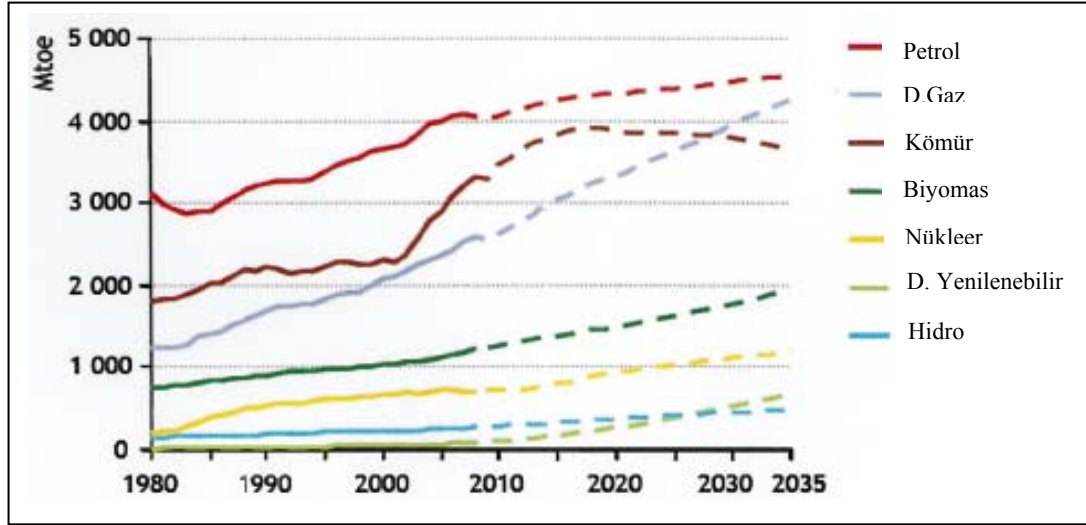
Şekil 2.5 Bölgelerin Birincil Enerji Tüketimindeki Payları (%)



Kaynak: Energy Information Administration International Energy Statistic

Bu veriler ışığında Kuzey Amerika ve Avrupa-Avrasya bölgesinin payı azalırken, Afrika, Ortadoğu, Orta ve G. Amerika ile Asya-Pasifik bölgesinin paylarının arttığı görülür. Şekil 2.5'e bakılırsa 1965 yılında K. Amerika'nın payı %37,4'ten 2010 yılında %24,8'e, Avrupa-Avrasya bölgesinin payı %44'ten %26,6'ya gerilerken, Orta ve G. Amerika'nın payı %2,9'dan %5,5'e, Afrika'nın payı %1,5'ten %3,3'ye, Ortadoğu'nun payı %1,5'ten %6,3'e ve Asya-Pasifik bölgesinin payı %12,7'den %41'e çıkmıştır. Özellikle Çin ve diğer Uzakdoğu Asya ülkelerinin gösterdikleri büyüme performansı, onların enerji tüketimlerine de yansımıştır.

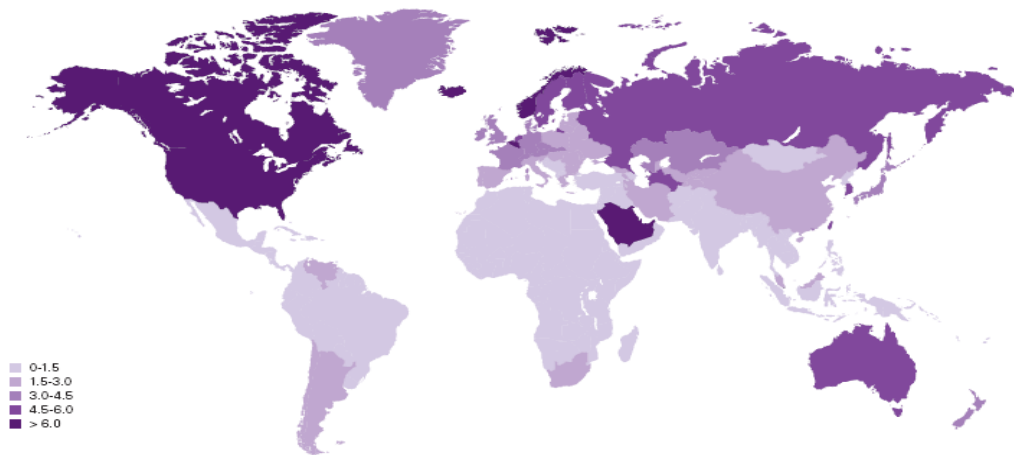
Şekil 2.6 Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2030 yılı Projeksiyonu (Mtep)



Kaynak: IEA World Energy Outlook 2010

Şekil 2.6’da ise birincil enerji kaynaklarının gelecekteki tüketimlerine ilişkin tahminler verilmiştir. Görüldüğü gibi birincil enerji kaynakları içinde petrol ilk sıradadır ve gelecekte de bu yerini koruyacaktır. Ancak petrolün tüketim artış eğilimi diğer kaynaklara göre daha yavaştır. Onun ardından doğal gaz gelmektedir. Yenilenebilir enerjinin de payının artması beklenmekte, nükleer ve hidrolik enerjide ise yavaş bir artış hızı görülmektedir. Kömürün payında ise bunların tersine 2020 yılından sonra düşüş beklenmektedir.

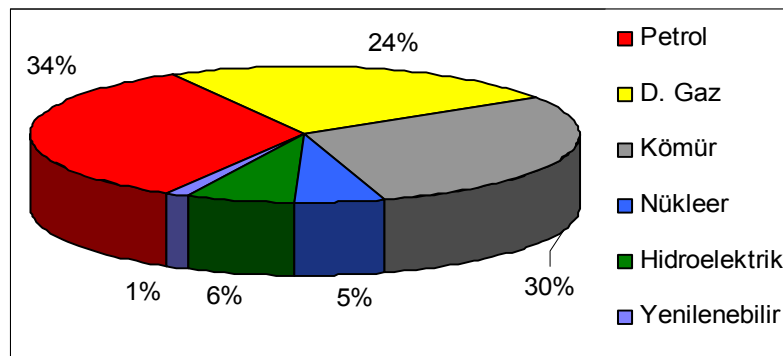
Şekil 2.7 Kişi Başı Dünya Birincil Enerji Tüketimi (2009, Tep)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Kişi başı birincil enerji tüketiminde, bölgesel dağılımın aksine farklı bir tablo karşımıza çıkmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Yani ülkelerin gelişmişlik seviyesi arttıkça kişi başı enerji tüketimleri de artmaktadır. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi gelişmiş batılı ülkelerin kişi başı enerji tüketimleri 6 tonun üzerindeyken, gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerin ise yıllık tüketimleri 1,5 ton’un altındadır. Buna göre Kuzey Amerika, Suudi Arabistan, Norveç, İzlanda ve Benelux ülkeleri 6 tonun üzerindeki kişi başı tüketimleriyle ilk sırada gelmektedirler. Rusya, Finlandiya, İsveç Avustralya ve Türkmenistan 4,5–6 ton ile ikinci, Fransa, Almanya, Kazakistan ve Japonya 3–4,5 ton ile üçüncü, Arjantin, Venezuela, İran, Çin, G. Afrika Cumhuriyeti ve eski doğu bloku ülkeleri 1,5-3 ton’luk tüketimleriyle dördüncü ve Türkiye’nin de yer aldığı diğer az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler 0-1,5 tonluk kişi başı enerji tüketimleriyle son sırada gelmektedirler.

Şekil 2.8. Yakıt Tiplerine Göre Dünya Birincil Enerji Tüketimi (2010, %)

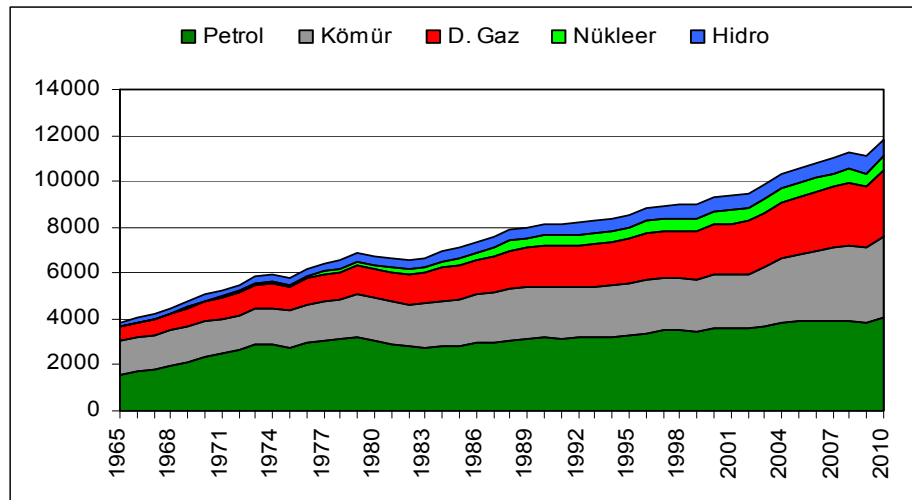


Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.8’de ise toplam birincil enerji tüketimi içindeki yakıt çeşitlerinin payları verilmiştir. Dünya toplam birincil enerji tüketimi 2010 yılı itibarıyla 12.002,3 milyon tep’dir. Tıpkı enerji arzında olduğu gibi, enerji tüketiminde de petrol, 4028 milyon tep tüketim ve %34’lik pay ile ilk sırada gelmektedir. Petrolün ardından %30’luk pay ve 3555 milyon tep’lik tüketimle kömür ikinci sıradadır. Nispeten yeni olmasına rağmen kullanımı hızla artan doğal gaz 2858 milyon tep tüketim ve %24’lük pay ile üçüncü, su gücünden faydalanılarak üretilen hidroelektrik enerjisi 775 milyon tep ve %6’lık pay ile dördüncü, 626 milyon tep ve %5’lik pay ile nükleer enerji beşinci ve son olarak 159 Mtep ve %1’lik pay ile yenilenebilir enerji gelmektedir. Görüldüğü gibi enerji kaynakları petrol, kömür ve doğal gaz üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu üç kaynağın toplam

tüketim içindeki payı %88'i bulmaktadır. Petrolün payının bu denli fazla olmasında dünya üzerinde çeşitli bölgelerde rezerv yaygınlığı göstermesi, uzun yıllar fiyatların düşük bir seviyede istikrarlı gitmesi, sanayide ve ulaştırma sektöründe geliştirilen teknolojilerin daha çok petrole dayalı olması, kullanımın ucuz ve ileri teknoloji gerektirmemesi gibi faktörler etkili olmuştur. Aynı şekilde kömürde tüm enerji kaynakları içinde rezerv olarak en fazla dağılım göstermesi, kullanımının ucuz ve eski olması nedeniyle petrolün ardından ikinci sırada gelmektedir.

Şekil 2.9 Yakıt Tiplerine Göre Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Mtep)

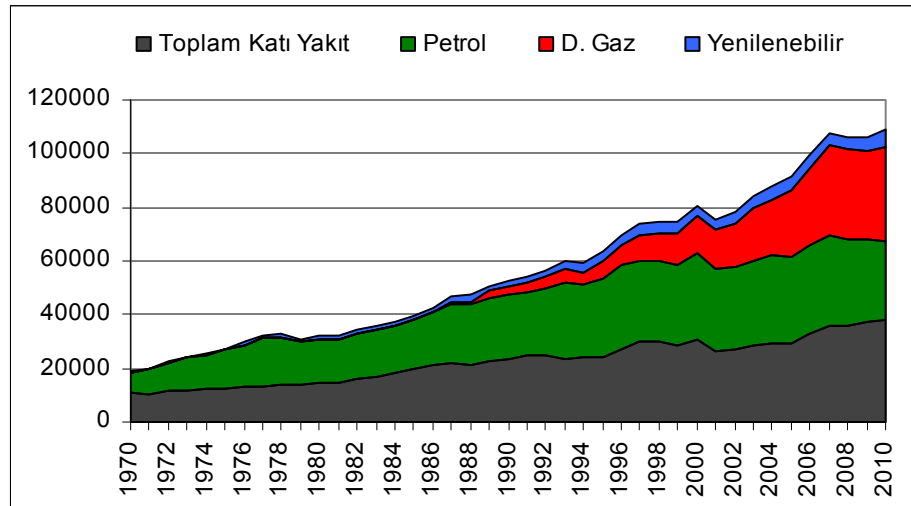


Kaynak: BP Statistical Review 2011

Petrol enerji tüketimi içinde en çok paya sahip olsa da bu noktaya azalan bir trend içinde gelmiştir ve önümüzdeki dönemlerde de payının azalması, buna karşılık yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artması beklenmektedir. Bunda özellikle 1973 ve 1979 petrol krizleri ve küresel ısınma etkili olmuştur. 1973 ve 1979 yıllarında OPEC üyelerinin petrol fiyatlarını yüksek miktarda arttırması ile birlikte, gelişmiş ülke sanayileri de petrole bağımlı olduğu için, ABD ve AB ülkelerinde üretim durma noktasına gelmiş enflasyon ve işsizlik artmıştır. Bunun üzerine gelişmiş batılı ülkeler petrole olan bağımlılıklarını azaltmaya çalışmışlardır. Bu enerji krizi yeni enerji kaynakları arayışına yol açmış ve bu yönde yapılan araştırmalar daha çok güneş ve rüzgâr enerjisine yönelik olmuştur. Ayrıca ABD, Kuzey Amerika petrolerini çıkarmaya karar vermiş, Avrupa kıtasında ise kömür ve nükleer reaktörlerden enerji elde etme yolları araştırılmaya başlanmıştır. Avustralya'da kışın ısınmak için petrol ürünleri kullanımı durdurulmuş, bu yüzden özellikle önceden sık kullanılan fuel-oil için tasarlanmış kazan daireleri veya yanma odaları artık gündemden düşmüştür. Konutlarda

doğalgaz veya havagazı dönüşümleri yapılmaya başlanmıştır. Brezilya hükümeti ise araçlar için alternatif yakıt arayışına girmiş, etanol ile çalışan motorlar üretilerek krizin etkisi sınırlanabilmiştir. Bugün Brezilya’da hala şeker kamışından etanol üretimi devam etmektedir. Diğer yandan küresel ısınmanın günlük hayatta etkilerinin daha çok hissedilmesiyle konun ciddiyetinin daha çok farkına varılmış, çeşitli çözüm önerileri ve önlemler hızla uygulamaya konmuştur. Bu kapsamda gerçekleştirilmek istenen en önemli hedeflerden biri birincil enerji tüketimi içinde fosil tabanlı yakıtların payını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarının payını arttırmaktır. Dolayısıyla küresel ısınmanın petrolün yakıt kaynakları içindeki payını azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Şekil 2.10 Türkiye’nin Yakıt Tiplerine Göre Birincil Enerji Arzı (Btep)



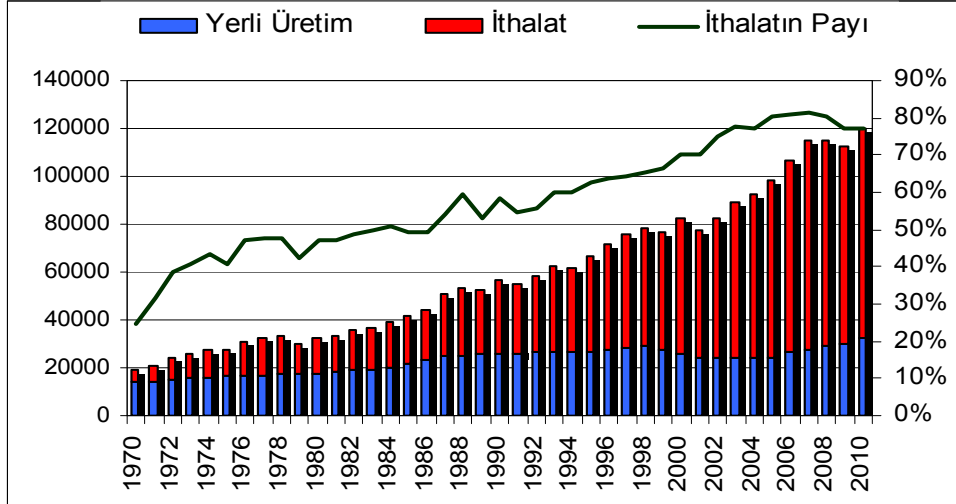
Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970-2011

Türkiye’nin birincil enerji kaynakları arzına bakıldığında (şekil 2.10) 1970 yılında 18,7 Mtep olan arz, 2010 yılında 109,6 Mtep’ye çıkmıştır. Arz içinde 38 Mtep ile toplam katı yakıt (taş kömürü, linyit, odun vb) ilk sırada gelirken, 34,9 Mtep ile doğal gaz ikinci, 29,2 Mtep ile Petrol üçüncü ve 7 Mtep ile yenilenebilir + hidrolik kaynaklar son sırada gelmektedir. Enerji arzı büyük ölçüde bu üç kaynağa dayanmaktadır. Arz içinde toplam katı yakıt ve petrolün arz miktarı zaman içinde artmış ancak toplam arz içindeki payı azalmıştır. Buna karşın kullanımı 1980’lerin ortalarında başlayan doğal gaz arzı hızla artarak ikinci sıraya yükselmiştir. 2010 yılı itibariyle dağılıma bakıldığında toplam katı yakıtların arz içindeki payı %34,8, D.Gazın %31,9, petrolün %26,7 ve yenilenebilir kaynakların payı %6,4’dür. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı belli bir artış göstermiş ancak son yıllarda gerekli yatırım ve teşvikler gerçekleştirilemediği için toplam arz içindeki payı çok düşük kalmaya devam



etmiştir. Hâlbuki yenilenebilir kaynakların toplam arz içindeki payı en az %20 civarında olmalıdır.

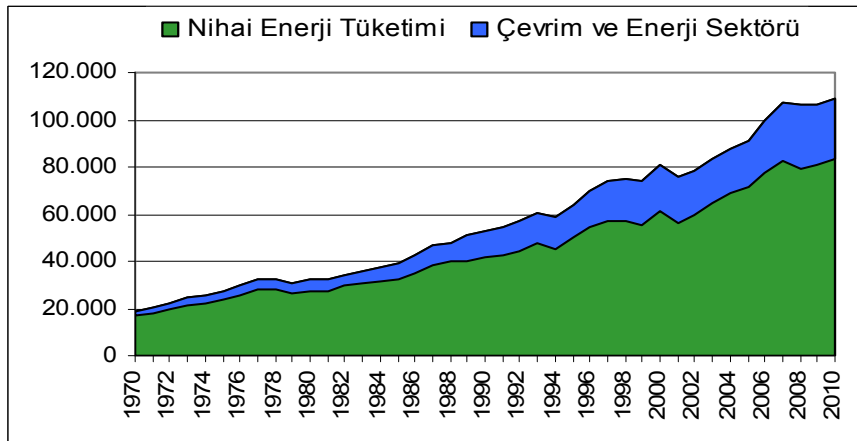
Şekil 2.11 Türkiye'nin Birincil Enerji Arzı içinde İthalatın Payı (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970-2011

Şekil 2.11'de Türkiye'nin birincil enerji arzı içinde ithalatın payı görülmektedir. Türkiye'nin birincil enerji arzı, ekonomik büyümesine paralel olarak artarken, birincil enerji arzı içinde ithalatın payı, yerli üretimden daha hızlı artarak, enerjide dışa bağımlı bir ekonomik görünüm ortaya çıkmasına neden olmuştur. 1970 yılında yerli üretim 14,5 Mtep iken birincil enerji kaynakları ithalatı 4,6 Mtep olmuştur. Ancak ekonomik büyümeye paralel olarak enerji üretimi yeteri kadar arttırılamamış ve 1987 yılında ithalat, yerli üretimi geçmiş ve zamanla ithalatın payı %77'ye çıkmıştır.

Şekil 2.12 Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970-2011

Şekil 2.12’de nihai enerji tüketimi verilmiştir. Toplam enerji arzından çevrim ve enerji sektörünün kendisi için kullandığı enerji miktarı düşüldüğünde nihai tüketimde kullanılan enerji miktarı bulunur. Bu sektör elektrik üretimini ve petrol rafinerilerindeki fosil yakıt kullanımını içerir. Nihai enerji tüketiminde ise 1970 yılında 16,8 Mtep olan tüketim seviyesi 2010 yılında 83,3 Mtep’ye çıkmıştır. Enerji tüketimi Türkiye’nin ekonomik büyümesine paralel olarak, 1980, 1994 ve 2001 kriz yılları hariç sürekli artmıştır.

## 2.2. BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynaklarının üretim ve tüketim verilerini incelemeye başlamadan önce rezerv ve kaynak kavramlarının tanımlanması gerekir. Öncelikle atmosfer, hidrosfer ve litosfer’in içinde yer alan, yer kabuğunun ulaşılabilir bir yerlerinde bulunan, jeolojik kökenli olan ve jeolojik olaylarla evrimleşen hammaddelere jeolojik hammadde denir. Eğer bu jeolojik hammaddeye bir talep söz konusuysa, bu hammadde kabul edilebilir bir konsantrasyon, kalite ve birikimdeyse, keşfedilmesi, çıkarılması ve işlenmesi teknolojik olarak mümkünse ve çıkarılmasında da yasal engel yoksa o zaman “doğal kaynak” olarak adlandırılır. Yani toplam varlığın fiziksel ifadesidir. İşte bu toplam kaynağın ekonomik olarak işe yarayan kısmı, yani ekonomik olarak paraya dönüştürülebilecek kısmı “rezerv” olarak adlandırılır. Yani rezerv olabilecek bir mineral kaynak, karlı bir şekilde işletilebilmelidir. Eğer bir maden rezervi ekonomik, teknik ve yasal olarak üretilebilirse ‘üretilebilir rezerv’ olarak adlandırılır. Ancak üretilen tüm rezervler satılamaz dolayısıyla satılabilir rezerv, üretilebilir rezervden, üretim sırasındaki kayıpların düşülmesiyle elde kalan rezervdir şeklinde tanımlanabilir. Kanıtlanmış rezerv ise mevcut teknoloji ve var olan talebe bağlı olarak, sadece içinde bulunulan zamanda ekonomik olarak üretilip pazarlanabilen rezerv anlamına gelir (Yüksek, Elevli ve Demirci, 2001: 47–51). Petrol rezervleri ile ilgili çeşitli kurum ve kuruluşların yayımladıkları istatistikler incelenirken farklı raporlar arasında bazı uyumsuzluklar görülebilir, çünkü raporlarda verilen rakamlar tahminidir. Açıklanan rakamlar manüplatif olabilir, yani gereğinden fazla abartılmış rakamlar bir şirketin hisselerini değerlendirebilir, bir ülkenin stratejik önemini arttırabilir. Üçüncü olarak toplam üretim istatistikleri için kullanılan ve kuyulardan çıkan petrolün ölçümüne dayanan veriler de tam olarak gerçeği yansıtmayabilmektedir (Keskin, 2006: 6–7).

## **2.2.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları**

### **2.2.1.1. Petrol**

Petrol hidrokarbonlardan oluşmuş, sudan yoğun kıvamda bulunan, koyu renkli, arıtılmamış, kendisine özgü kokusu olan, yeraltından çıkarılmış doğal yanıcı mineral bir yağdır. Bu özelliğiyle oluşumu milyonlarca yıl önce denizlerle kaplı olan yerküre içerisindeki binlerce bitki ve hayvan artıklarının çürümesi ve daha sonra sıcaklık ve basıncın etkisiyle bu atıkların mineral yağlara dönüşmesi ile oluşmuştur. İnsanlığın ilk çağlarından beri kullanılmaktadır ve günümüze kadar olan süreçte kullanım alanları oldukça çeşitlenmiştir. Petrol verimli bir enerji kaynağıdır. Kullanımı hidrojen, nükleer enerji gibi ileri teknoloji gerektirmemekte, gündelik hayatı kolaylaştıran, çok karmaşık olmayan pek çok araç ile kullanılabilir. Bu özelliğiyle tüm dünyada sanayiler zamanla daha çok petrole bağlanmış, ekonomik büyüme bir anlamda daha fazla petrol tüketmekle eş değer hale gelmiştir. 1973 ve 1979 petrol krizlerinde de görüldüğü gibi petrol arzında meydana gelen bir aksama ekonomiyi üretim darboğazına sokmaktadır. Dolayısıyla ekonominin geneli için hayati öneme sahiptir. Ayrıca petrol günümüzde stratejik bir silah haline gelmiştir. Bu gün ABD'nin sahip olduğu süper güç, askeri gücü sayesinde Ortadoğu'daki petrol yataklarını ve dünya petrol ticaretini kontrol etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan kısa dönemde henüz alternatif teknolojiler yeterince geliştirilemediği için tüketimini bir anda düşürmek mümkün olmayacak ve petrole olan bağımlılık devam edecektir (Keleş, 2007: 1-2).

#### **2.2.1.1.1. Petrol Ekonomisinin Stratejik Boyutu**

Bir enerji kaynağının stratejik olarak tanımlanabilmesi için öncelikle o enerji kaynağının talebinin hem günümüzde hem de gelecekte güçlü olması ve bu güçlü talebe bağlı olarak ekonomik değerinin hızla artması gerekir. İkinci olarak rezervleri dünya genelinde geniş dağılım göstermemeli, rezervlerin önemli bir bölümünün belli ülkelerin kontrolünde ve belli coğrafyalarda sınırlanmış olmalı, yani belli bölgelerde yoğunlaşmış olmalıdır. Üçüncü olarak kullanıldığı alanda yüksek katma değer yaratması, ticari kullanımının yaygın olması, nadir bulunması, rezervlerin dünya ticaretini ve fiyatlarını yönlendirecek boyutta olması gerekmektedir. Dördüncü olarak yakın ikamesi mümkün olduğu kadar az olması ve çok özel ekonomik önem taşıyan sivil veya askeri alanlarda kullanılabilmesi gerekmektedir (Keskin, 2006: 8-9).

Stratejik madenler, bu madeni kullanan teknolojilere sahip olunması ile bir anlam taşımaktadır. Stratejik kaynaklara sahip olmak, o ülkenin iç ve dış güvenliği, stratejik önemi ve uluslararası arenadaki ekonomik ve siyasi pazarlık gücü açısından önemlidir. Dünya harp tarihi bu kaynakların paylaşılması sırasındaki savaş nedenlerinin örnekleriyle doludur. Belli başlı ülkeler, savaş zamanlarını dikkate alarak, kendi politik ve stratejik anlayışlarına göre stratejik olarak öngördükleri maddeleri, kendi planlamalarına uygun olarak stoklama yoluna gitmişlerdir. Ülkeler özellikle enerjini ön plana çıkmaya başladığı yakın tarihi dönemde bu konuda mücadele içinde olmuşlardır. Osmanlı Devleti'nin paylaşılması ve İsrail'in kurulması ile başlayıp İran - Irak Savaşı ve Körfez bunalımı ile sürüp giden krizin temelinde Orta Doğunun zengin petrol ve doğalgaz yataklarını paylaşma savaşı vardır. Bugün tekrar ortaya çıkarılan "Şark Meselesi aynı şekilde bölgenin petrol ve su kaynaklarına sahip olunmak istenmesi nedeniyledir. Yine hazar petrolleri etrafında da aynı mücadele yaşanmaktadır (Keskin, 2006: 8–9).

#### **2.2.1.1.1.1. Petrolün Diğer Enerji Kaynaklarına Göre Üstünlükleri**

Petrolün asıl önemini kazanmaya başlaması 19.yy'ın sonu 20.yy başları itibariyledir. Edwin L. Drake, ABD'de 27 Ağustos 1859'da 21 m. derinlikte petrole ulaşmasıyla başlayan petrol'e hücumdan beri petrolün insan hayatındaki yeri ve önemi sürekli artmıştır. Albay Darke'nin yeni sondaj tekniği sayesinde daha kısa zamanda daha çok petrol çıkarılmaya başlanmıştır. (Rogen ve Bengston, 1964: 388). Petrolün öneminin artmasında diğer enerji kaynaklarına göre bazı üstünlüklerinin olmasının etkisi büyüktür. Öncelikle petrolün topraktan çıkarılması, taşınması ve dağıtılması için yapılan çalışmaların maliyeti yüksek olsa da, bu işlemlerin maliyeti, petrolden elde edilen ürünlerin maliyetlerine dağıtıldığı için söz konusu maliyet düşmektedir, çünkü petrolden binlerce ürün elde edilmektedir (Kafkas, 2007: 10–12). Ham petrol, kimyasal özellikleri nedeniyle oldukça zengin türev ürünler spektine sahiptir. Ham petrolün rafine edilmesi ile ilk elde rafineri yakıt gazı, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), nafta, normal benzin, süper benzin, kurşunsuz benzin, solvent, jet yakıtı, gazyağı, motorin, kalorifer yakıtı, fuel oil, asfalt ve madeni yağ elde edilir. Nafta ise petrokimya sektörünün temel hammaddelerinden biridir. Bu üründen temel petrokimya ürünleri elde edilebilir. Yine bu ürünler plastik, sentetik lifler, tekstil, boya, sentetik kauçuk, deterjan ve kimyasal

gübre gibi yüzlerce sanayi dalında hammadde olarak kullanılır. Böylelikle binlerce büyüklü küçüklü firma ve pek çok endüstri petrol aracılığı ile birbirine sıkı şekilde bağlanarak ekonomik hayatın tümünü önemli derecede etkiler (Rogen ve Bengston, 1964: 389–400).

İkinci olarak petrolün çıkarılması, gelişen yeni sondaj teknolojileri sayesinde daha kolaydır. Taşınması, sıvı olması nedeniyle boru hatları kullanıldığı için kolay ve ucuzdur. Yine sıvı olduğu için istenilen miktarlara bölünerek dağıtılabılır ve depolanabilir. Petrolün halen mutlak alternatifi yoktur ancak doğal gaz gibi kısmi ikamesi vardır. Ulaşım sektöründe küresel anlamda petrolü ikame edecek yakıt yakın bir gelecekte gözükmemektedir. Günümüzde ulaştırma sektörünün dünya genel enerji tüketimindeki payı % 20'dir ve bunun da, 3/4'ü karayolu taşımacılığında kullanılmaktadır. Karayollarında seyahat eden taşıtların temel yakıt olarak hâlâ petrol kullandıkları dikkate alınır, petrolü ikame edecek ekonomik bir alternatif yakıt bulunamadığı sürece, en azından bu yüzyılın ilk yarısında petrol önemini sürdürmeye devam edecektir (Pala, 2003: 9).

#### **2.2.1.1.1.2. Petrol Piyasası ve Petrol Fiyatlarının Seyri**

Ham petrol piyasası, arz ve talep arasındaki hassas denge dolayısıyla ayrı bir yere sahiptir. Aslında piyasa dengesinin talep yönünden, ekonomik krizler hariç istikrarlı olduğu söylenebilir, ancak petrol arzı doğal afetler (kasırga), ekonomik (krizler), siyasi (devrimler, siyasi istikrarsızlıklar) ve askeri (savaşlar) olmak üzere çok çeşitli sebeplerden dolayı değişiklik gösterebilmektedir. Bu noktada bir problem olmadığı takdirde petrol fiyatları, istikrarlı üretim sayesinde fazla dalgalanma göstermeden ilerleyecektir.

Petrol piyasası, giriş maliyetlerinin yüksekliği dolayısıyla büyük ölçekli firmaların faaliyet alanlarındandır, çünkü petrol sanayisi nitelik bakımından sermaye yoğun ve büyük ölçekli olduğundan, piyasadaki firmalar ulusal ve uluslararası düzeyde strateji ve politika uygulayabilmektedirler. Bu şirketlerin uyguladıkları yatırım politikaları, dünya ekonomisindeki dengeleri ve ülke ekonomilerini etkileyebilmektedir (Bayraç, 2007: [www.turksam.org.tr](http://www.turksam.org.tr)). Her ülkenin petrol konusuna ayrıcalık getiren yasal bazı düzenlemeleri vardır, çünkü ortada dönen pasta çok büyüktür ve her ülke mümkün olduğunca ortaya çıkan bu değerden faydalanmak istemektedir. Bu konuda

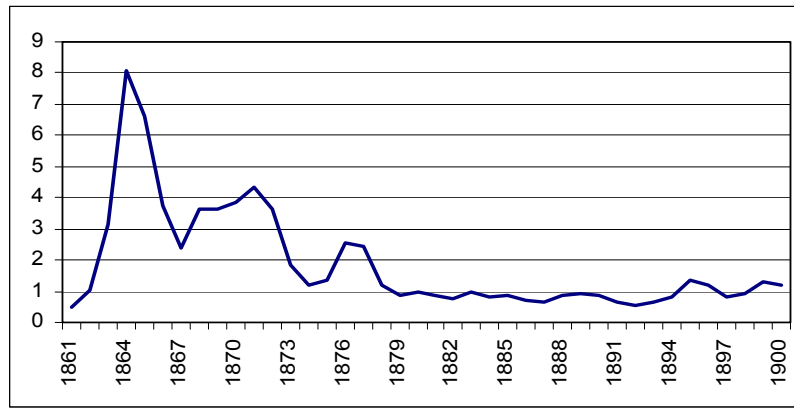
lkeler yaptığı çeşitli yasal düzenlemelerle, sahip olduğu rezervlerin büyüklüğünü ve ekonomilerindeki petrolün ağırlığını da dikkate alarak, petrol kanunlarını şekillendirmektedirler. Burada amaç petrolü mümkün olduğunca yüksek fiyattan satarak ihracat gelirini arttırmaktır. Günümüzde lke sanayilerinin petrole bağımlılığı yüksektir. Petrol kaynakları yetersiz olan ülkeler, ekonomik büyümelerini devam ettirmek için belli miktarda enerji tüketmek, yani ithal etmek zorundadırlar ve bunu mümkün olduğunca düşük maliyetle yapmak isterler. Bu nedenle, piyasanın özelliklerini oluşturan önemli faktörlerden biriside ithalatçı ülkelerin özellikleridir. (Bayraç, 2007: www.turksam.org.tr)

Petrol piyasası kompleks ve dinamik yapıya sahiptir. Piyasaların işleyişi birbirini etkileyen çok sayıda ve nitelikte siyasal, ekonomik, sosyo-kültürel ve teknolojik faktör etkilidir. Genel olarak piyasa üretim zinciri açısından iki kısma ayrılabilir. İlki ham petrolün ve doğal gazın arama ve çıkarma faaliyetlerinin yapıldığı girdi piyasası (upstream markets), ikincisi ise petrokimyasal süreçlerle rafine edilerek ortaya çıkan ürünlerin dağıtım ve pazarlamasının yapıldığı çıktı piyasaları (downstream markets) dir (Soysal, 2003: 13).

Petrolün ilkel kullanımlarının aksine modern bir sanayi dalı olarak doğuşu 19 yy ortalarında Abraham Gesner'in ham petrolden gaz yağını rafine etmesiyle başlar. Bu suretle aydınlatma alanındaki yeniliklerle gaz yağına olan talep kısa sürede artmıştır. Ticari amaçlı ilk petrol arama faaliyeti "Pensilvania Rock Oil Company" şirketi tarafından 1850'li yılların sonlarına doğru ABD'nin Pensilvania eyaletinde gerçekleştirilmiştir. Albay Darke'nin 1857 yılında petrol kuyularından daha kolay ve ucuza petrol çıkarılmasına imkan veren sondaj düzeneğinin icadıyla birbiri ardına petrol kuyuları açılmış ve o yıllarda 2 dolar olan petrolün fiyatı hızla 10 cent'e düşmüştür (Rogen and Bengston, 1964: 387–388). 1870 yılında Rockefeller tarafından Standart Oil şirketinin kurulmasıyla ham petrolde ilk sanayi ve piyasa elemanları olgunlaşmaya başlamış ve şirket 20 yy'ın başlarına kadar ABD petrol piyasasının tek hakimi olmuştur. Piyasasının gelişimindeki ikinci önemli olay Ford'un seri üretime geçmesiyle benzinin öneminin artmasıdır. K. Amerika piyasasında Standart Oil şirketinin hâkimiyeti sürerken, 1907 yılında Avrupa'da petrol arama, tarama ve çıkarma alanlarında hem Avrupa hem de tüm dünyada faaliyet gösterecek olan Royal Dutch Shell firması kurulmuş, şirket kısa sürede büyüyerek ABD dışındaki dünya üretiminin %75'ini

karşılar hale gelmiştir. 1900'lerin başına kadar ABD petrol endüstrisinde rakipsizdir. Ancak o yıllarda Çarlık Rusya'sının Bakü'deki petrol yataklarını devreye almasıyla ABD'nin en büyük rakibi olmuştur. Rusya'nın üretici olarak devreye girmesi ile ilk kez ABD'ye ciddi bir rakip çıkmış, kısa sürede hızlı büyüme göstererek 1885'te ABD'nin üretiminin 2/3'ü seviyesine gelmiştir. Çarlık yönetiminin sonuna dek Rusya, ekonomisi için gerekli olan petrol bakımından hiçbir sıkıntıya düşmemiş, tersine, yüzyılın başında dünyanın en çok ham petrol üreten ülkesi ve önemli bir petrol ihracatçısı da olmuştur. Ancak devrimden sonra yabancı sermayenin çekilmesi ve 1. Dünya savaşının verdiği zararlar, Rusya'nın petrol dünyasındaki bu güçlü konumunu yitirmesine neden olmuştur (İşler, 1999: 1-8).

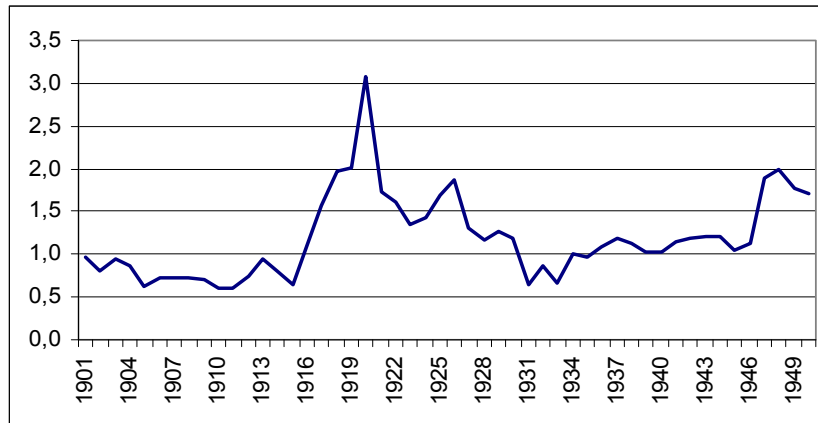
Şekil 2.13 Ham Petrol Fiyatları (1861–1900, Nominal \$)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.13'de ham petrol fiyatlarının, piyasanın oluşumundan 20. yy başlarına kadar olan dönemdeki seyri verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi başlangıçta inişli çıkışlı seyir izleyen fiyatlar, ham petrolü yer altından daha kolay ve çok miktarda çıkarılmasına imkan tanıyan sondaj düzeneğinin yaygınlaşmasıyla 1864 yılında 8,06\$'dan düşerek ortalama 1,7\$'da uzun vadeli denge değerini bulmuştur. Bu yıllar sanayi devriminin gelişme dönemidir. Dönemin başlıca enerji kaynağı, makineler daha çok buharla çalıştığı için hala kömürdür. Petrolün asıl önemini kazanması I. Dünya savaşı ile olur. Savaş sırasında petrol ihtiyacının artması, otomobil ve diğer motorlu araçların yaygınlaşması, kömürün cazibesini yitirmesi, petrolün fiyatlarının giderek düşmesi ile petrol rekabeti giderek şiddetlenmiş, dış politikalara yön verecek ve dünya üzerinde savaşlar çıkartacak kadar önem kazanmaya başlamıştır.

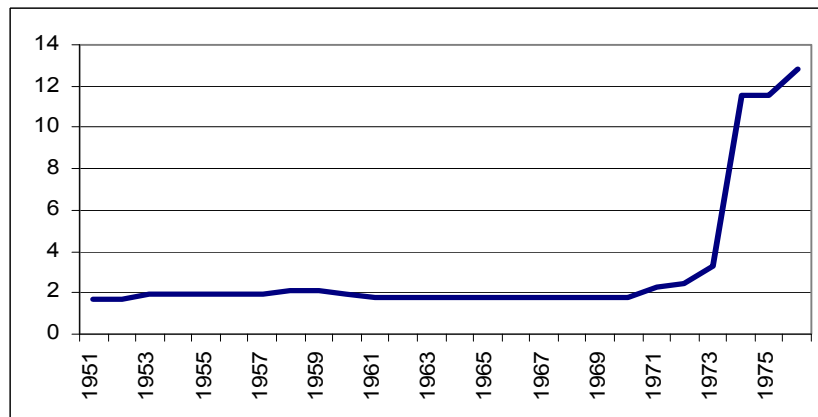
Şekil 2.14 Ham Petrol Fiyatları (1901-1949, Nominal \$)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

20. yy başlarında ortalama 1\$ civarında seyreden fiyatlar, I.dünya savaşı ile hızla artarak 3\$ seviyesine çıkmıştır. Savaştan sonra tekrar eski seviyesine dönen fiyatlar, 1929 büyük buhranı ile önce ortalama değerinin altına düşmüş, sonra II. Dünya savaşı ile birlikte tekrar artışa geçmiştir. Yaşanan fiyat artışı I. Dünya Savaşında olduğu kadar büyük olmamıştır. II. Dünya Savaşından sonra, Ortadoğu petrolünün devreye girmesiyle piyasa daha da büyümüştür. Batılı devletlerin bölgedeki üretim sahalarını paylaşıp işlemeye başlamasıyla büyük çaplı üretimler başlamıştır. İkinci dünya savaşından, Bretton Woods sisteminin çöküşüne kadar olan yaklaşık 20 yıllık dönem kapitalizmin altın çağı olarak nitelendirilir. Bu dönemde büyüme oranları, istihdam oranları, kar oranları yükselmiş, karlılık artmış, verimlilik ve ücretler yükselmiş, fiyat istikrarı sağlanmıştır.

Şekil 2.15 Ham Petrol Fiyatları ( 1951–1975, Nominal \$)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

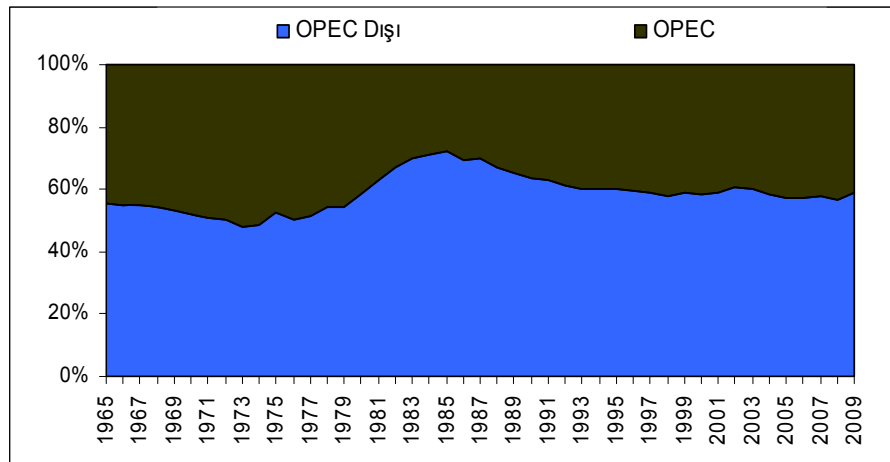
Şekil 2.15’de görüldüğü gibi 1950–1970 arası petrol fiyatları 2\$ civarında dengelenmiştir. Petrol fiyatlarının bu şekilde düşük seyretmesi maliyet baskısını



azaltarak yukarıda belirtilen olumlu makroekonomik havanın sürdürülebilmesine olumlu katkıda bulunmuştur (Üşür, 2006: 6). Ancak batılı devletlerin Ortadoğu üzerindeki hâkimiyeti OPEC'in kurulmasıyla önemli derecede azalmıştır, çünkü artık Ortadoğu ülkeleri hem petrol gelirinden daha fazla pay hem de petrol anlaşmalarında daha fazla imtiyazlar istemişlerdir. Ayrıca o yıllarda gelişen bağımsızlık ve milliyetçilik hareketleri de Ortadoğu ülkelerini petrol üzerinden daha fazla siyasi güç elde etmeye itmiştir. OPEC'in kuruluşu öncesinde, bölge üreticileri, batılı şirketlere karşı tek tek mücadele ederken, OPEC'in kuruluşu ile birlik oluşturmuşlardır.

Böylelikle 1960 yılında OPEC, ham petrol fiyatlarındaki düşüşü durdurmak, fiyatları arttırmak, petrol fiyatlarını istikrara kavuşturmak, petrol politikalarında koordinasyon oluşturmak ve petrol ihracat gelirlerini arttırmak amacıyla Venezuela'nın teklifiyle kurulan teşkilata İran, Irak, Suudi Arabistan ve Kuveyt katılımıyla oluşumunu tamamlanmıştır. Daha sonra sırasıyla Katar, Angola, Libya, Endonezya, Abudabi, Birleşik Arap Emirlikleri, Cezayir, Nijerya, Ekvador ve Gabon birliğe katılımıyla birlik genişlemiştir (OPEC-Brief History, <http://www.opec.org>).

Şekil 2.16 OPEC'in Dünya Toplam Ham Petrol üretimindeki payı (%)



Kaynak: BP Statistical Review 2010

Şekil 2.16'da da görüldüğü gibi OPEC kuruluşu ile birlikte dünya toplam ham petrol üretiminin yaklaşık %44'ünü üretmeye başlamıştır. Her ne kadar İran devrimi ile başlayan 1979 petrol krizinden olumsuz etkilenseler de bu güne kadar paylarını korumayı başarmışlardır. Ham petrol fiyatlarının sakin seyri 1973 petrol krizi ile değişmiştir. 1950 ve 60'lı yıllar boyunca batılı devletler giderek daha çok oranda Ortadoğu petrollerine bağlanır hale gelmişlerdir. Bunda yedi kız kardeşler olarak bilinen

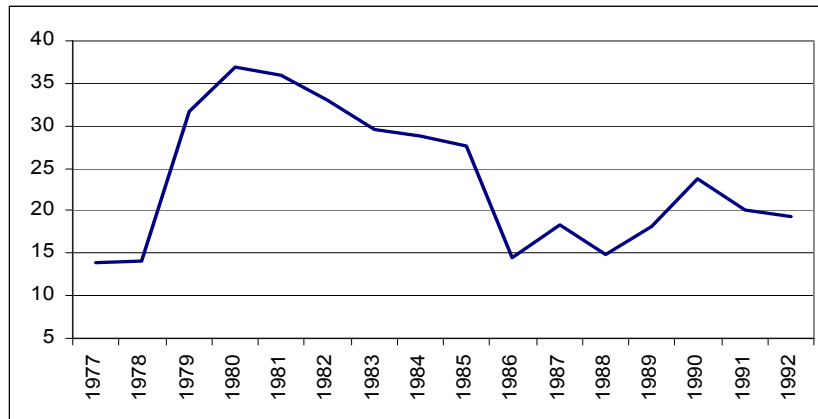
(BP, Shell, Mobil, Exxon, Socal (Chevron), Gulf Oil ve Texaco) petrol şirketlerinin, bilinçli olarak fiyatları düşük tutması önemli etken olmuştur. Bu şirketler ABD Hükümetinin Standart Oil'i (Standart Petrol) parçalamasından sonra ortaya çıkmış, daha sonra başka üç şirketin katılımı ile ve çok uzun süre küresel petrol piyasasında kartel oluşturan ve Yedi Kızkardeşler (*Seven Sisters*) olarak anılan petrol şirketleridir. Zamanla kendi aralarında oluşturdukları gizli anlaşmalarla kartel haline gelmişler Arap devletlerinin kendi petrol kaynaklarını ulusal otoriterler (OPEC) tarafından kontrol etmeye başlamasına kadar Üçüncü Dünya petrol üreticileri üzerinde etkili olmuşlardır. Ancak 1972 yılında onların bu gücü kırılmıştır. Öncelikle Arap ülkelerinin yüzyılın başından beri petrol endüstrisinde ihracatçı olması, yabancı şirketlerin ülkede faaliyette bulunması, arap ülkelerinin sermaye, kalifiye eleman ve teknoloji konusunda belli bir seviyeye gelmesine hem de pazarlama faaliyetlerini daha iyi yapabilmesine neden olmuştur. İkinci olarak 1950'li ve 60'lı yıllarda üçüncü dünya ülkelerinde görülen bağımsızlık hareketleri, arap ülkelerinde milliyetçi kabarmanın artmasına, bu da petrol endüstrisinde faaliyet gösteren yabancı şirketlerin daha çok göze batmasına neden olmuştur. Üçüncü önemli etken 1967 Arap-İsrail savaşıdır. 1967 Arap-İsrail savaşı nedeniyle Arap devletleri, batılı devletleri İsrail'i desteklemeleri nedeniyle suçlamışlardır. İsrail'in bölgedeki yayılmacı tutumu nedeniyle 1973 yılında Arap-İsrail savaşı yaşanmış, bunun üzerine Arap devletleri, batılı devletlerin İsrail desteğine tepki olarak önce petrol sevkiyatını kısmış daha sonrada fiyatlara büyük zamlar yapmışlardır. Son olarak 1972 yılında Libya'nın petrol endüstrisindeki şirketleri millileştirmesi diğer Arap ülkelerini iyice cesaretlendirmiştir (IRS, 2008: <http://www.irs.gov/>).

Böylece hem siyasi güçlerini arttırmayı hem de petrol fiyatlarının uzun yıllar devam eden düşük seyri nedeniyle uğradığı kayıpları karşılamayı planlamışlardır. Sonuçta artan fiyatlardan batılı devletler olumsuz etkilense de, ürettikleri sanayi ürünlerinin fiyatlarına, maliyet artışını yansıttıkları için olumsuz etkileri hafifletebilmişler, asıl olumsuz etkilenen ülkeler, hiçbir petrol kaynağı olmayan, ihracatı daha çok tarım ürünlerine dayanan az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olmuştur (Arı, 2007: 388–392).

Petrol piyasalarını ve fiyatlarını etkileyen ikinci olay İran devrimi olmuştur. Özellikle 1973 petrol krizi ile petrol gelirleri artan İran'daki Şah yönetimi, elde ettiği petro-dolarları gelir dağılımını düzeltici, sosyal refahı arttırıcı toplumsal projelere

ayırmak yerine, konumunu daha da sağlamlaştırmaya ayırmış ve hızlı bir silahlanma içine girmiştir. Zamanla toplumsal huzursuzluğun artması, genel grevlerin başlaması ve siyasi çalkantılar nedeniyle 1979 yılına gelindiğinde petrol ihracatı durma noktasına gelmiştir. O yıllarda İran ihraç ettiği 4,5 milyon varil/gün ile Suudi Arabistan'ın ardından en büyük ikinci ihracatçıydı. Devam eden süreçte Şah rejiminin devrilip şeriat düzeninin kurulmasıyla petrol fiyatlarında ikinci bir dalgalanma başlamış ve petrolün varili 32\$'a çıkmıştır.

Şekil 2.17 Ham Petrol Fiyatları ( 1977–1992, Nominal \$)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

1973 petrol şoku ile artan fiyatlar 1979 İran devrimi ile tekrar büyük bir artışla 35\$ seviyelerine çıkmıştır. Uluslar arası piyasalardaki karışıklığın zamanla yatışmasıyla petrol fiyatları tekrar 15\$ seviyelerine gelmiş ve 1990 yılında yaşanan körfez krizine kadar istikrarlı seyretmiştir.

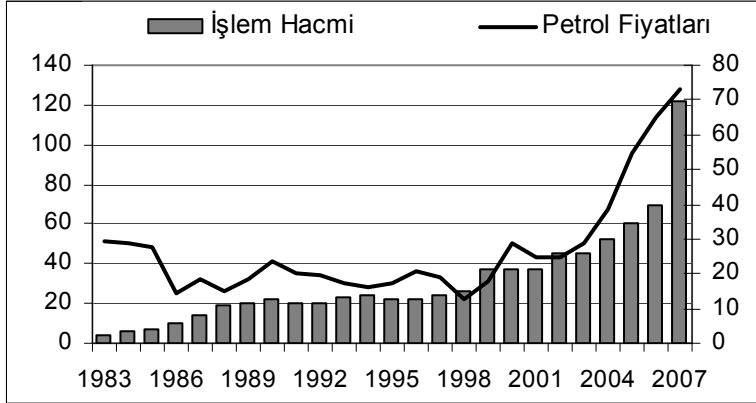
Petrol piyasalarını etkileyen diğer önemli bir olay 1990 yılında Irak'ın Kuveyt'i petrol yataklarını ele geçirmek amacıyla işgal etmesiyle patlak veren körfez krizidir. Irak'ın müdahalesine sessiz kalmayan ABD önderliğindeki batılı devletler Irak'a askeri müdahalede bulunmuştur. Ancak bu krizde daha öncekilerde olduğu gibi petrol fiyatlarında önemli bir artış yaşanmamıştır, bunda önceki krizlerden ders alan batılı ülkelerin, alternatif enerji kaynaklarını ve yeni enerji yataklarını devreye almasının büyük payı vardır. Bu yıllar Sovyet Blok'unun dağılma yılları olduğu için hazar çevresi petroleri batılı petrol şirketlerinin kullanımına açık hale gelmiştir. Hazar petrollerinin zamanla daha çok dünya petrol piyasalarına girmesiyle OPEC'in ve Ortadoğu petrollerinin önemi azalmıştır (Demir, 2011: 35).

Körfez krizinden sonra 20\$ civarında uzun dönem dengesini bulan petrol fiyatları, 11 Eylül saldırılarının yaşanması ile 33\$ seviyelerine çıkarak bir dalgalanma yaşamış ve tekrar 20\$ seviyelerine dönmüştür. Devam eden süreçte önemli ihracatçı ülkelerde yaşanan karışıklıklar, grevler, doğal afetler, Ortadoğu'da gerek Irak'taki kaos olsun, gerekse de İsrail-Filistin çatışması olsun, huzur ortamının bir türlü sağlanamaması, hazar petrolünün yeteri kadar devreye alınamaması, Uzakdoğu'dan özellikle Çin ve Hindistan'dan gelen talebin hızlı artması gibi nedenlerle fiyatlar 50–60\$ seviyelerine gelmiştir. Ancak son yaşanan finansal krizde petrol fiyatları ekonomik daralmalara rağmen anormal derecede artmıştır. Bu artışta esas neden spekülâtorlerdir. Petrol arzının kısa ve uzun dönemde sınırlı olması, yenilenemeyen kaynak olması ve son yıllarda yapılan rezerv hesaplamalarına göre 40–50 yıllık bir ömrünün kaldığını bilmesi ve 1980'li yıllardan itibaren petrol fiyatlarının artık uluslararası piyasalarda belirlenmesiyle hem petrol talebe karşı daha hassas hale gelmiş hem de piyasada spekülâtorlerin etkisi artmıştır. Özellikle OPEC'in gücünü yitirmesi ve 1980'li yıllardan itibaren genişleyen finansal serbestleşme dalgasıyla petrol ve ürün kontratlarının uluslararası borsalarda daha fazla işlem görmesi ile fiyatlar daha çok serbest piyasada belirlenmeye başlanmıştır. Artık güç OPEC'ten serbest piyasa aktörlerine geçmiştir (Demir, 2011: 35).

Fiyatların belirlenmesinde elbette stok verileri, uluslararası siyasi ve ekonomik olaylar, doğal afetler ve dolar paritesi etkilidir, ancak bu yeni dönemde fiyatların belirlenmesinde esas aktör spekülâtorler olmuştur. Spekülâtorler kar etmek amacıyla spot ve türev enstrümanları kullanarak fiyatları istediği gibi oynayabilmektedir. Buna göre fiyatlar arz-talep dengesinin, yatırımcıların ve spekülâtorlerin piyasada aldığı pozisyonları etkilemesiyle belirlenmektedir. Bu dengeyi etkileyecek gelişmeler gerçekten gücü olmadığı halde fiyatları etkiler hale gelmiştir, nedeni spekülâtorlerin ve yatırımcıların gelen haberler karşısında pozisyonlarını güncelleyerek alım veya satım yapmalarıdır. Burada meydana gelen olay normalde petrol fiyatlarını etkilemeyecek bile olsa, psikolojik ve spekülâtif nedenlerle işlem hacminin artması veya azalması fiyatları değiştirebilir. Bu işlem hacimleriyle alıp satılan petrol kontratı, mevcut talebin kat kat üstündedir (Yetkiner, Berk; 2008: 13). Günümüzde petrol fiyatlarının ağırlıklı olarak belirlendiği borsa NYMEX 'tir ve bu piyasada WTI tipi petrol göstergeci. Günümüzde

ham petrol üzerinden yapılan işlemlerin çoğu WTI kontratı üzerinden yapılmaktadır. Artık OPEC'in gücü sınırlıdır.

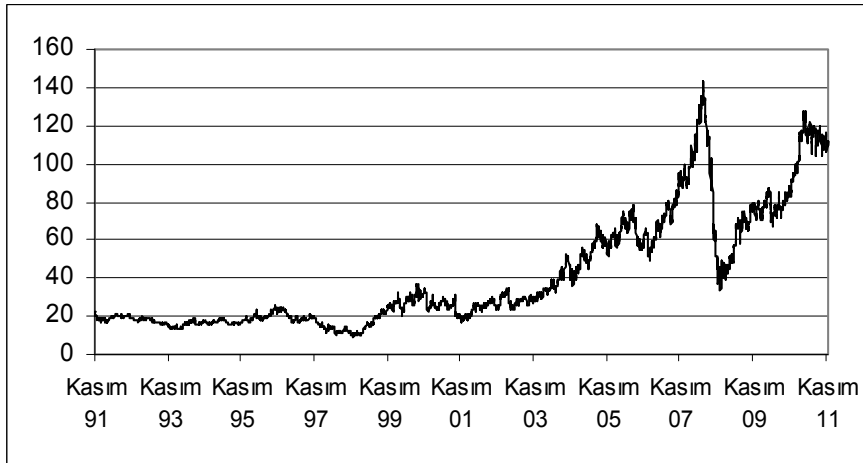
Şekil 2.18. NYMEX İşlem Hacmi ve Petrol Fiyatları (Milyon Adet-\$/Varil)



Kaynak: Yetkiner, Berk, sf.13

Şekil 2.18'de görüldüğü gibi işlem hacmi ile petrol fiyatları arasında pozitif ilişki söz konusudur. 2003 yılından itibaren küresel finansal piyasalarda likidite bolluğu yaşanmış, risk alma iştahı artmıştır, buna bağlı olarak petrole dayalı finansal enstrümanların ve türev ürünlerinin sayısı hızla artmıştır. Küresel kriz öncesinde hızla büyüyen spekülasyon sermaye petrol piyasasına yönelmiş, ancak arz veya stoklar aynı oranda arttırılamamıştır. İşte bu nedenlerle petrol piyasasında arz talep dengesi iyice bozulmuştur.

Şekil 2.19 Ham Petrol Fiyatları ( 1991–2011, Nominal \$)



Kaynak: Reuters 3000 Xtra

Şekil 2.19'da görüldüğü gibi fiyatlar 2008 yılının temmuz ayında 143 \$'a kadar çıkmıştır. Yaşanan finansal krizin reel sektöre sıçraması ve ekonomik durgunluğa bağlı olarak talebin dip yapmasıyla petrol fiyatları hızla 35 \$ seviyelerine gerilemiştir.

Zamanla krizin etkilerinin geçmesi ve küresel ekonomilerin normale dönmesiyle tekrar petrol talebi artmış ve fiyatlar 80–100 \$ civarında dengeye oturmuştur. İzleyen dönemlerde de fiyatlarda önemli bir düşüş beklenmemektedir (Kafkas, 2007: 38–44)

### 2.2.1.1.1.3. Petrolün Önemi

Petrol, temel enerji kaynaklarından birisi olarak artık günümüz modern hayatında çok önemli bir yere sahiptir. Ekonomideki hemen her sektör, doğrudan ya da dolaylı olarak petrol veya petrol ürünleri ile bir şekilde ilişkilidir. Dolayısıyla petrol fiyatlarında ortaya çıkan değişiklikler, oluşturdukları zincirleme etki aracılığıyla dünya ekonomileri üzerinde çeşitli sonuçlar doğurmaktadır (Özdemir, 2005: 176–177). Dünya piyasalarında petrolün fiyatı belirlenirken pek çok aktör etkili olmaktadır. Bunların başlıcaları, OPEC ülkeleri, OPEC dışı üreticiler, OECD ve Uluslar arası Enerji Ajansı (IEA), ABD, büyük petrol şirketleri ve uluslararası borsalardır. Söz konusu bu kuruluşların amacı bazen aralarında anlaşarak, bazen de çatışarak petrol fiyatlarına çıkarları doğrultusunda yön vermektir. Bu aktörler işin arz cephesinden fiyatlar üzerinde daha çok etkide bulunurken talep cephesi de fiyatları etkiler. Örneğin 1980’lerden günümüze Çin, Malezya, Taylan, Tayvan gibi Uzakdoğu ülkelerinin gösterdikleri başarılı ekonomik büyüme performansı petrol fiyatlarını etkilemektedir. Bunun karşılık petrol üretmeyen ülkelerin ellerindeki stokların durumu, mevsimsel koşullar, alternatif enerji kaynaklarının giderek artan payı gibi unsurlar, yukarıda sayılan aktörlerin manevra alanlarını sınırlamaktadır (Bayraç, 2007: [www.turksam.org.tr](http://www.turksam.org.tr)).

Ham petrol fiyatlarının yüksek seyretmesinde İran, Cezayir ve Venezuela gibi ülkelerin sanayileşme amaçları da etkili olmaktadır. Böylelikle yüksek fiyatlar sayesinde petrol gelirleri artacak ve ekonomik büyüme için ihtiyaçları olan sermaye birikimini daha kolay gerçekleştirebileceklerdir. İngiltere ve Norveç gibi ülkelerin tutumları da fiyatların yükselmesinde etkilidir, çünkü kuzey bölgelerinde petrol arama, tarama ve çıkarma maliyetleri Ortadoğu’daki kadar düşük maliyetli değildir. Dolayısıyla kendi petrollerinin karlı şekilde işletilebilmesi için fiyatlar mümkün olduğunca yüksek tutulmalıdır. Küresel ekonomik krizler ise fiyatlar üzerinde düşürücü etki yapar, çünkü kriz dönemlerinde ham petrole ve petrol ürünlerine olan talep, toplam taleple birlikte düşer. Günümüzde petrolü en fazla tüketen ülke ABD’dir, dolayısıyla bu ülkenin üretim ve tüketim durumu, ellerindeki stoklarının seyri fiyatlar üzerinde belirleyici

olabilmektedir. Son olarak uluslar arası politikada ham petrolün stratejik silah olarak kullanımını fiyatları arttırıcı olabilmektedir (Başol, 1992: 166–167)

Petrol fiyatlarının ülke ekonomileri üzerinde yarattığı etkiler petrolün o ülkenin ithalatı içindeki payına, ülkenin enerjide dışa bağımlılık derecesine, ülkenin alternatif enerji kaynaklarını devreye alabilme kabiliyetine, ülkenin petrol stoklarına ve nihai kullanıcıların tüketimlerinde tasarruf etme ve verimli kullanma becerilerine göre değişmektedir. İthalatçı ülkenin ithalatı içinde petrol faturası önemli bir yer tutuyorsa, birincil enerji tüketimi içindeki payı çoksa, ekonominin köklü yapısal sorunları varsa ve bütçe açıkları borçlanma yoluyla kapatılıyorsa ve o ülkenin geliştirdiği alternatif enerji kaynakları yeterli değilse fiyat artışlarının etkisi o denli büyük olur (Özdemir, 2005: 178). Petrol fiyatlarında artışla ihracatçı ülkenin geliri artar ve böylece ihracatçı ülkeye gelir transfer olur. Petrol fiyatlarındaki artış ihracatçı ülkelerin gelirlerini arttırırken, ithalatçı ülkelerin ekonomileri belli ölçüde durgunluğa girer ve bu da reel geliri düşürür. Reel gelir düşüşü petrol ithalatını da düşürür, dolayısıyla ilk hamlede petrol ihraç eden ülkelerdeki ihracat gelir artışının bir kısmı kaybolur. Ancak yine de ithalatçı ülke eskiye nazaran aynı miktarda petrol için daha çok para ödeyeceğinden, diğer mal ve hizmetlere yaptığı harcamalar düşecek, böylelikle söz konusu ülkenin milli geliri azalacaktır (Bayraç, 2007: [www.turksam.org.tr](http://www.turksam.org.tr)).

Diğer yandan fiyat artışları girdi maliyetlerini o da enflasyonu arttırır. Artan enflasyona karşı hükümet harcamalarının kısılması vergi gelirlerini düşürür, bütçe açığını arttırır, faizler ve işsizlik artar. Böylece petrol fiyatındaki artışın etkileri katlanarak büyür. Her ne kadar ihracatçı ülkelerin milli gelirleri artsa da, aslında o ülke giderek daha fazla petrole bağlanmakta, bu da ülkenin rekabetçi gücünü azaltmaktadır. Sağlıklı bir ekonomi için ülkenin ihraç ürünleri tek bir ürüne bağlı kalmamalı çeşitlilik arz etmelidir. (Özdemir, 2005: 177–178).

Türkiye gibi enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerde, petrol fiyatlarının artması dış ticaret açıklarını arttırır. Fiyat artışı ile birlikte aynı miktarda petrole daha fazla para ödenir. Bu da toplam ithalatı arttırarak, dış ticaret açığını büyütür. Petrol ihraç eden ülke açısından fiyat artışları ihracat gelirini arttıracağından, dış ticaret açığını kapatıcı etki yapar. Dolayısıyla petrol fiyatları dış ticaret açıklarının yönetilmesinde dikkate alınmalıdır. (Özdemir, 2005: 179).

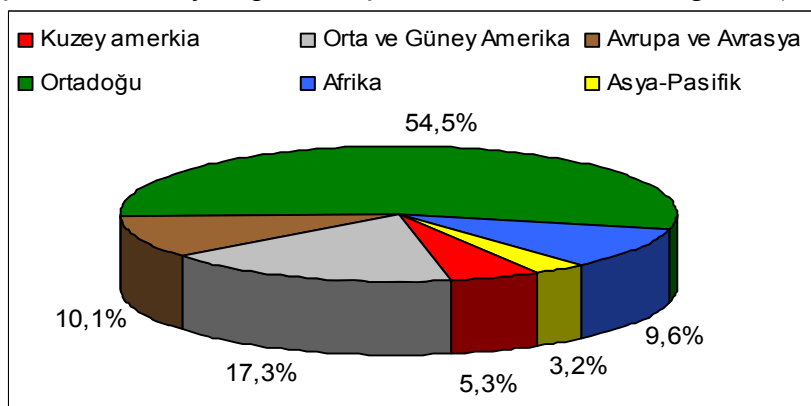
Petrol fiyatları reel döviz kurlarına etki etmesi açısından da önemlidir. Yapılan çalışmalar petrol fiyatları ile reel döviz kurları arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi olduğunu, yani döviz kurlarındaki değişimlerin petrol fiyatlarındaki değişimlerden önemli oranda etkilendiğini ortaya koymuştur (Chen and Chen, 2007: 390–404).

Petrol fiyatları faizleri de etkiler. Enflasyonu yukarı yönde zorlayan dış etkenler devreye girerse, Merkez Bankası para politikasını sıkılaştırarak enflasyon hedefinde meydana gelebilecek sapmayı en aza indirmeyi amaçlar. Örneğin kısa vadeli faizleri düşürmeyebilir veya arttırabilir. Dolayısıyla ithalatçı ülkelerde enflasyonist etki oluşacak, bu da Merkez Bankasının faiz arttırmasına neden olabilecektir. Yüksek petrol fiyatlarının yaratacağı durgunluk ortamı, faizlerin yükseltilmesine gerek olmadığı gibi bir anlam çıkarsa da, ekonomi aslında talep değil maliyet kökenli bir baskı yaşayacaktır. Dolayısıyla fiyat artışları beraberinde faiz artışlarını getirebilir (Özkaya, <http://www.mfa.gov.tr>).

#### 2.2.1.1.2. Petrol Rezervleri

Günümüz itibariyle kanıtlanmış ham petrol rezervleri 1333,1 milyar tondur. Bu rezervlerin %57'si - 754,2 milyar tonu Ortadoğu'da, %15'i - 198,9 milyar tonu Orta ve Güney Amerika'da, %13,3'ü - 136,9 milyar tonu Avrupa ve Avrasya kıtasında, %9,6'sı 127,7 milyar tonu Afrika'da, %5,5'i - 73,3 milyar tonu Kuzey Amerika'da ve %3,2'si - 42,2 milyar tonu Asya Pasifik bölgesindedir.

Şekil 2.20 Dünya İspatlanmış Petrol Rezervlerinin Dağılımı (2010, %)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Görüldüğü gibi O. Doğu sahip olduğu 754,2 milyar rezerv ile dünyada ilk sıradadır. Dolayısıyla Ortadoğu stratejik açıdan çok önemli bir değere tonsahiptir. Tüm dünyada, birincil enerji kaynakları içinde ilk sırada yer alan petrolün bu stratejik

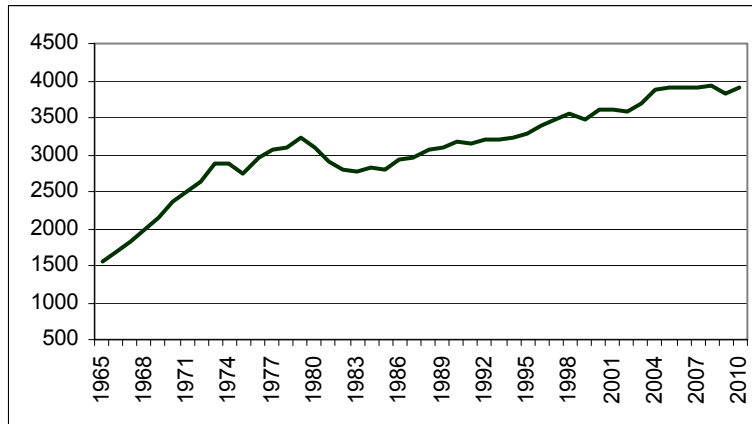


konumunu sürdürmesi beklenmektedir. 2008 yılına oranla %0,22 düşerek 2009 yılında global enerji ihtiyacının %34,8'ini karşılayan petrolün, Uluslararası Enerji Ajansının projeksiyonlarına göre toplam enerji tüketimindeki oranının 2030 yılında %31,8 olması beklenmektedir (TPAO Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, 2009: 2).

### 2.2.1.1.3. Petrol Üretim ve Tüketim Durumu

Dünya ham petrol üretimine bakıldığında üretimin sürekli arttığı görülür. 1965 yılında 1,5 milyar ton olan üretim 1979 yılında 2,9 milyar tona çıkmış ancak 1979 petrol krizinin etkisiyle 1980 yılında 2,7 milyar tona gerilemiştir. Daha sonra tekrar artmaya başlayan üretim 2010 yılında 3,9 milyar tona ulaşmıştır.

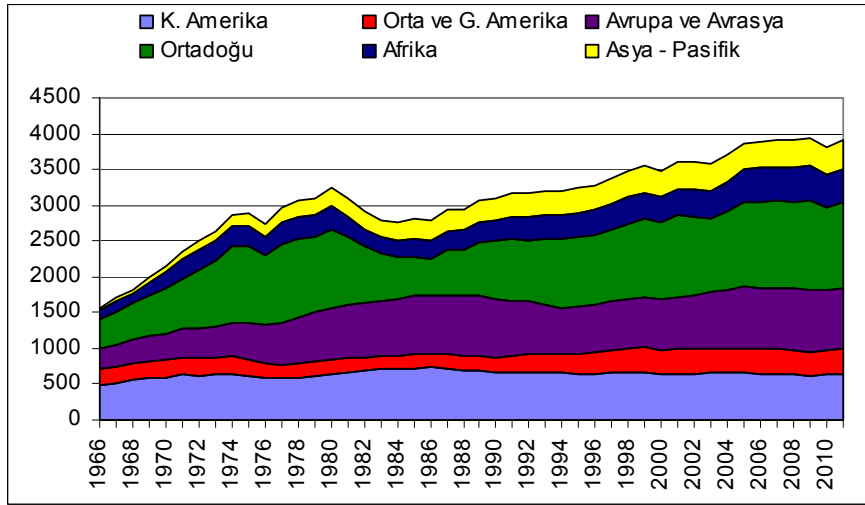
Şekil 2.21 Dünya Ham Petrol üretimi (Milyon ton)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Petrol üretimi iki farklı eğilim göstermektedir. Şekil 2.21'de görüldüğü gibi petrol üretim artış hızı 1980 öncesinde daha fazladır. 1973 ve 1979 petrol krizleri ile birlikte Ortadoğulu üreticiler üretimlerini kısmış ve devam eden süreçte OPEC'in petrol fiyatlarını uzun vadede yüksek tutmak için üretimi kısması, doğal gaz gibi alternatif kaynakların devreye girmesi ve enerji kullanımında verimli kullanım bilincinin gelişmesi ile birlikte üretim artış hızı azalmıştır.

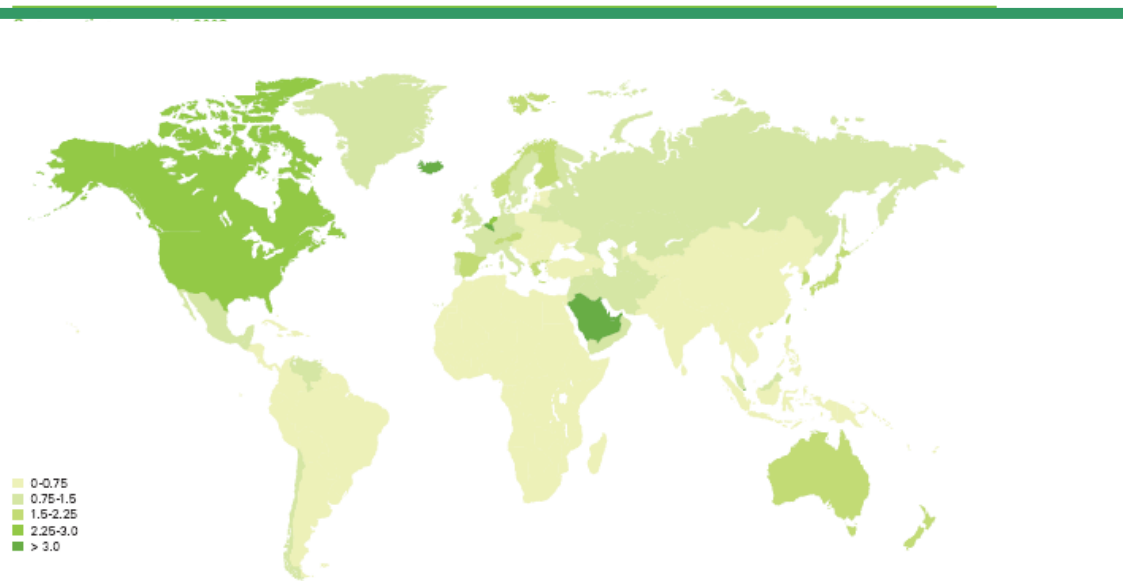
Şekil 2.22 Bölgelere Göre Ham Petrol Üretimi (Milyon ton)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Dünya ham petrol üretiminin coğrafi dağılımına bakıldığında Şekil 2.22’de de görüldüğü gibi K. Amerika’nın payı %31,2’den (489,6 mton) %16,6’ya (648,2 mton), O. ve G. Amerika’nın payı ise %14,4’ten (225,6 mton) %8,9’a (350 mton) gerilemiştir. Avrupa ve Avrasya kıtası payını %18’den (281,9 mton) %21,4’e (853,3 mton), O.doğu %26,7’ten (418,7 mton) %30,3’e (1148 mton), Afrika kıtası %6,8’den (106,5 mton) %12’ye (478 mton) ve Asya-Pasifik bölgesi %2,9’dan (44,9 mton) %10’a (399,4 mton) çıkarmıştır.

Şekil 2.23 Kişi Başı Petrol Tüketimi (ton)

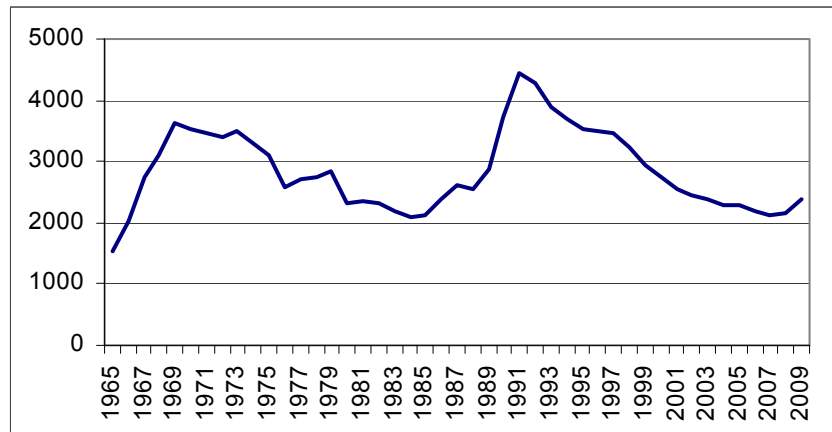


Kaynak: BP Statistical Review 2011

Kişi başı petrol tüketiminde şekil 2.23'te görüldüğü gibi yıllık 3 tonun üzerinde tüketimiyle Suudi Arabistan, Benelux ülkeleri ve İzlanda ilk sırada gelmektedir. Bu ülkeleri kişi başı 2,25–3 tonluk tüketimleriyle ABD ve Kanada takip etmektedir. Yıllık 1,5–2,25 tonluk tüketimleriyle Finlandiya, Norveç, İspanya, Japonya, Yeni Zelanda, G.Kore, Avusturya, Yunanistan ve Avustralya üçüncü sırada gelmektedirler. Geriye kalan diğer AB ülkeleri, Rusya, Venezüela, Şili, Meksika, Ortadoğu ülkeleri ve Türkî Cumhuriyetleri 0,75–1,5 tüketimleriyle dördüncü sırada yer alırken, diğer az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler 0,75 tondan az tüketimleriyle sonuncu sırada yer almaktadırlar. Görüldüğü gibi ülkelerin gelişmişlik seviyesi arttıkça kişi başı petrol tüketimleri de artmaktadır.

Ham petrol rezervlerinde Türkiye'nin payı ihmal edilebilir düzeydedir. Sahip olduğu 994 milyon tonluk rezervi ile dünya toplamının %0,7'sine sahiptir. Türkiye'nin Petrol üretimine bakılırsa 1942–1958 döneminde ortalama 1,2 milyon ton olmuştur. 1954 yılında yerli ve yabancı sermayeli kuruluşların sektörde faaliyet göstermesine izin verilmesiyle birlikte üretim hızla artmış ve 1959-1964 döneminde 3,4 milyon tona çıkmıştır. 1963 yılından itibaren ekonomik büyümenin kalkınma programlarına bağlanmasıyla birlikte üretim 1969 yılında 3,5 milyon tona çıkmıştır.

Şekil 2.24 Türkiye'nin Petrol Üretimi (bin ton)

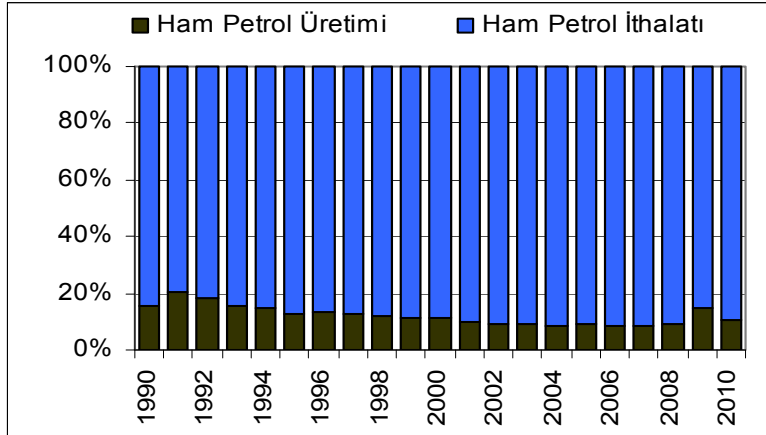


Kaynak: Petform, <http://www.petform.org/?lang=tr&a=2&s=2>

Bu seviyede devam eden üretim 1973 petrol krizi ile birlikte düşüşe geçmiş ve 1984 yılında 2 milyon tona gerilemiştir. Olumlu makroekonomik ortama bağlı olarak tekrar artışa geçen petrol üretimi 1991 yılında 4,4 milyon tona çıkararak zirve yapmıştır. Devam eden süreçte yaşanan ekonomik krizler ve doğal gazın tüketimde daha fazla devreye girmesiyle petrol üretimi tekrar azalmış ve 2 milyon tona civarında sabit

kalmıştır. Türkiye'nin yıllık tüketimi yaklaşık 25-26 milyon ton civarındadır. Bu haliyle Türkiye kendi tüketimini yerli kaynaklarla karşılamaktan oldukça uzaktır

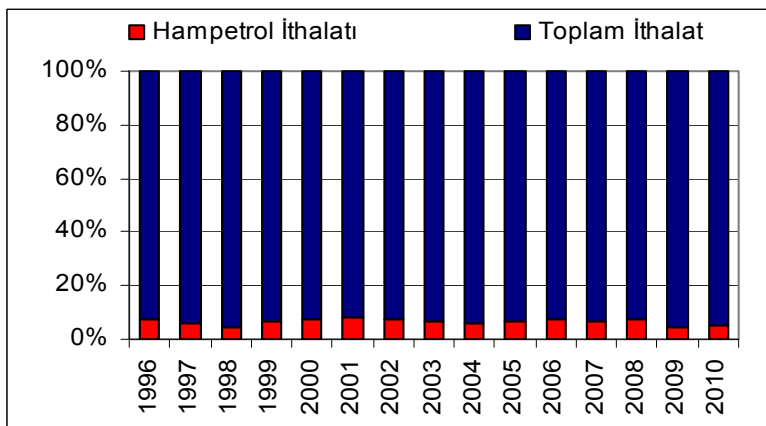
Şekil 2.25 Türkiye'nin Petrol Tüketiminin Kompozisyonu (%)



Kaynak: TÜİK Dış Ticaret İstatistikleri

Şekil 2.25'de görüldüğü gibi Türkiye ham petrol ihtiyacının yaklaşık %90'ını ithal ederek rafinerilerinde işlemekte ve kullanıma sunmaktadır. 1990 yılında 23,7 milyon tonluk ihtiyacının %15'ini yerli kaynaklarla karşılarken 2008 yılında bu oran %9'a düşmüştür. Ham petrole Türkiye'nin söz konusu olan dışa bağımlılığı diğer enerji kaynaklarında da kendini göstermekte ve bu bağımlılığın gelecekte de artması beklenmektedir.

Şekil 2.26 Türkiye'nin Petrol İthalatı (%)



Kaynak: TÜİK Dış Ticaret İstatistikleri

Türkiye'nin ham petrol ithalatının toplam ithalat içindeki payının verildiği şekil 2.26'da bu oranın %7-9 arasında değiştiği görülür. 1996 yılında 3,4 milyar \$ olan ithalat 2008 yılında 15,8 milyar \$'a çıkmıştır. ancak 2001 yılından itibaren gerek doğal gazın gerekse de diğer alternatif enerji kaynaklarının kullanımının artmasıyla ham petrolün

payı giderek gerilemiş ve ithalat miktarı 2010 yılında küresel krizinde etkisiyle 6,4 milyar \$'a düşmüştür.

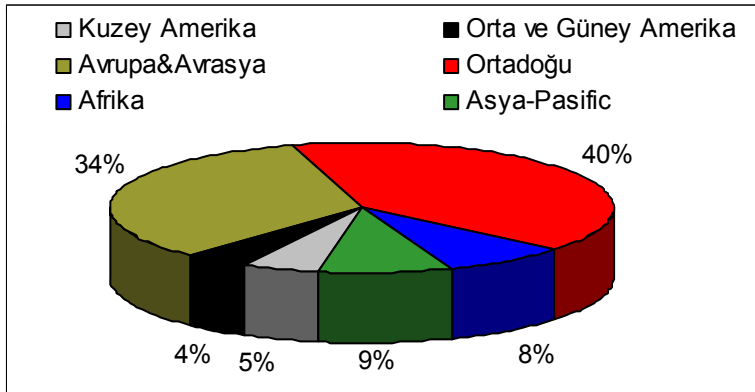
### 2.2.1.2. Doğal Gaz

Doğal gaz ham petrol ile birlikte en fazla kullanılan enerji kaynaklarından biridir ve kullanımı özellikle elektrik üretiminde olmak üzere hızla artmaktadır. 2020 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi için kullanılan doğalgaz miktarının, toplam doğal gaz tüketiminin %33'üne ulaşması beklenmektedir. Doğal gaz, elektrik santrallerinde daha verimli yanması, yakıldığında kömür ve petrole göre daha az sülfür dioksit, karbon dioksit ve atık açığa çıkarması bakımından artık daha çok tercih edilmektedir ve bu özellikleri nedeniyle de ısıtma ve aydınlatma ile beraber, sanayide de yakıt olarak kullanılmaktadır. Toplam birincil enerji tüketiminde 2010 yılı itibariyle %23,8 lik pay ile kömürden sonra üçüncü sırada gelmektedir.

#### 2.2.1.2.1. Doğal Gaz Rezervleri

Dünyada doğalgaz kaynaklarının bölgesel dağılımına bakıldığında rezervlerin petrole göre daha geniş bir alanda dağıldığı görülmektedir. 2010 yılı itibariyle dünya doğal gaz rezervleri 187,1 trilyon m<sup>3</sup>'tür.

Şekil 2.27 Dünya Doğal Gaz Rezervlerinin Dağılımı (2010, %)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

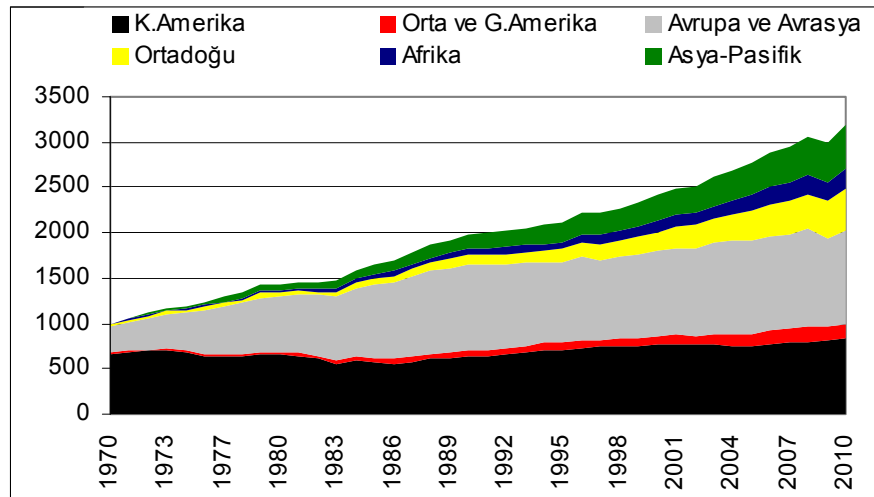
Bu rezervlerin dünyadaki dağılımına bakıldığında Ortadoğu sahip olduğu 75,8 trilyon m<sup>3</sup>'lük rezerv ve %40 pay ile ilk sırada gelmektedir. Onu 63,09 trilyon m<sup>3</sup>'lük rezervi ile %34 oranında payı olan Avrupa ve Avrasya takip etmektedir. Bu bölge içinde tek başına Rusya'nın sahip olduğu rezerv miktarı 44,38 trilyon m<sup>3</sup> ilk sıradadır ve bu

miktar dünya toplam rezervlerinin %23,7'sine denk gelmektedir. Üçüncü olarak %9'luk pay ve 16,24 trilyon m<sup>3</sup> ile Asya-Pasifik bölgesi, dördüncü olarak %8'lik pay ve 14,76 trilyon m<sup>3</sup> ile Afrika, beşinci olarak %4,9'luk pay ve 9,16 trilyon m<sup>3</sup> ile Kuzey Amerika ve son olarak %4,3'lük pay ve 8,06 trilyon m<sup>3</sup> ile Orta ve Güney Amerika gelmektedir. Bugünkü üretim düzeyinde kullanılması halinde dünya toplam doğal gaz rezervlerinin 60–65 yıl daha yetebilecek kapasitede olduğu belirtilmektedir.

### 2.2.1.2.2. Doğal Gaz Üretim ve Tüketim Durumu

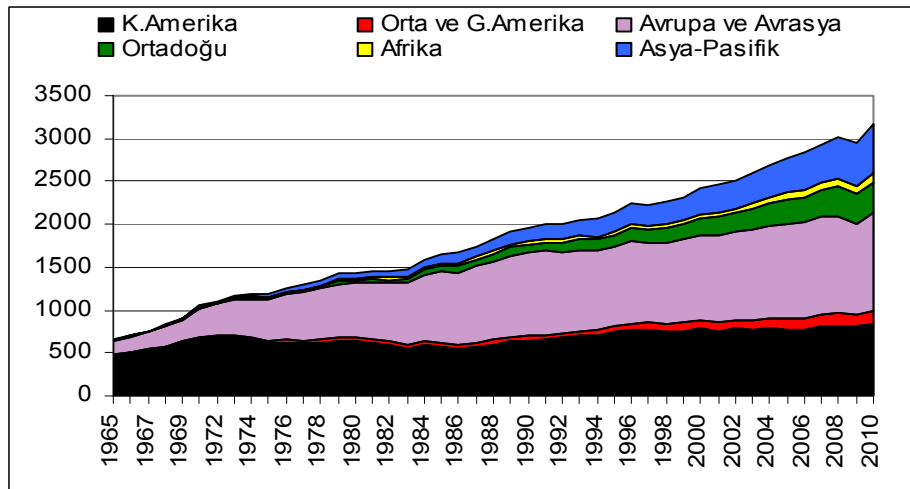
Dünya toplam doğal gaz üretimine bakıldığında 1970 yılında 1 trilyon m<sup>3</sup> olan üretim 2010 yılında yaklaşık 3193 milyar m<sup>3</sup>'e çıkmıştır. Bu değişimde K.Amerikanın payı %66,2'den (663 milyar m<sup>3</sup>) %26'ya (826 milyar m<sup>3</sup>) gerilerken Avrupa-Avrasya'nın payı %28,1'den (281,9 milyar m<sup>3</sup>) %32,6'ya (1043 milyar m<sup>3</sup>), Asya-Pasifik'in payı %1,6'dan (15,7 milyar m<sup>3</sup>) %15,4'e (493 milyar m<sup>3</sup>), Ortadoğu'nun payı %2'den (19,9 milyar m<sup>3</sup>) %14,4'e (460 milyar m<sup>3</sup>), Afrika'nın payı %0,3'ten (2,8 milyar m<sup>3</sup>) %6,5'e (209 milyar m<sup>3</sup>) ve Orta ve G. Amerika'nın payı %1,8'den (18,1 milyar m<sup>3</sup>) %5'e (161,2 milyar m<sup>3</sup>) çıkmıştır. Avrupa - Avrasya bölgesi Rusya ve Türk cumhuriyetlerindeki rezervlerin devreye girmesiyle ilk sıraya yerleşmiştir.

Şekil 2.28 Dünya Doğal Gaz Üretimi (Milyar m<sup>3</sup>)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

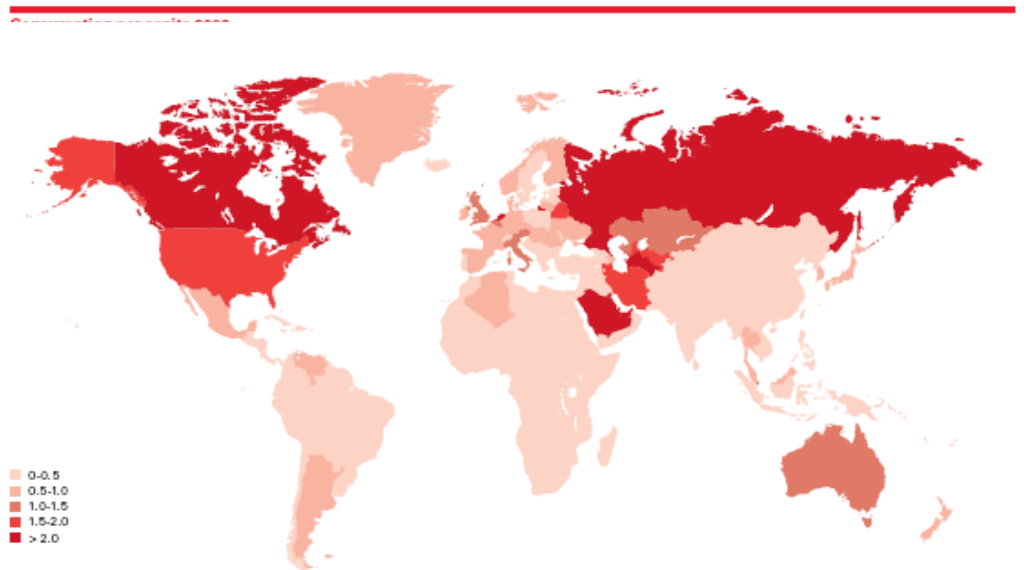
Dünya doğal gaz tüketiminde, üretime paralel bir trend görülmektedir. 1965 yılında 650,9 milyar m<sup>3</sup> olan toplam tüketim 2010 yılında 3169 milyar m<sup>3</sup>'e çıkmıştır.

Şekil 2.29 Dünya Doğal Gaz Tüketimi (Milyar m<sup>3</sup>)

Kaynak: BP Statistical Review 2011

1965 yılında %71,26 (463,8 m<sup>3</sup>) olan K.Amerika'nın payı %27,58'e (846,1 m<sup>3</sup>) düşmüştür. Buna karşılık Avrupa-Avrasya'nın payı %23,96'dan (155,9 milyar m<sup>3</sup>) %35,8'e (1137,2 milyar m<sup>3</sup>) çıkarak tüketimde ilk sıraya yerleşmiştir. 2009 yılında krizin etkisiyle tüketimde %2,1 düşüş yaşanmış, 2010 yılında ise %7,7 artışla 3194 milyar m<sup>3</sup> 'e çıkmıştır. Orta-Doğu ve Asya-Pasifik bölgesi krizden etkilenmemiştir. OECD ülkelerinde küresel krizin etkilerinin daha şiddetli görülmesi ile birlikte %3,1 düşüş gerçekleşmiştir. Tüketimin düşmesinde krizle birlikte rekabetçi fiyatlara sahip olan LNG üretiminin artması ve küresel ısınma da etkili olmuştur (TPAO, 2009: 9).

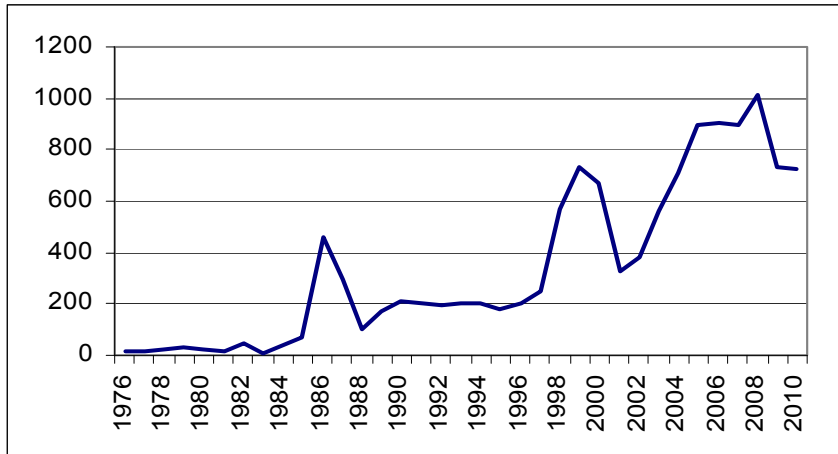
Tablo 2.30 Dünya Kişi Başı Doğal Gaz Tüketimi (tep)



Kaynak: BP Statistical Review 2010

Şekil 2.30'da ise 2009 yılı dünya kişi başı doğal gaz tüketimi gösterilmiştir. Buna göre Rusya, Kanada, Belçika, Türkmenistan, Litvanya ve Suudi Arabistan kişi başı iki tonu geçen tüketimleriyle dünyada ilk sırada gelmektedirler. Zaten Litvanya ve Belçika hariç söz konusu ülkelerin tümü önemli derecede doğal gaz rezervine sahip ülkelerdir. Bu ülkeleri takiben ABD, İran, Beyaz Rusya ve Özbekistan kişi başı 1,5–20 tonluk tüketimleriyle ikinci sırada gelmektedirler. Yine bu ülkelerde yüksek miktarda doğal gaz rezervine sahip ülkelerdir. Avustralya, İtalya, İngiltere ve Kazakistan 1–1,5 tonluk tüketimleriyle üçüncü, Batı Avrupa ülkeleri, Cezayir, Arjantin, Venezuela, Ukrayna, Romanya, Japonya ve G. Kore, Tayland ve Malezya 0,5-1 tonluk tüketimleriyle dördüncü ve geri kalan dünya ülkeleri yıllık ortalama 0,5 tondan az tüketimleriyle son sırada yer almaktadırlar. Kişi başı petrol tüketimine göre kişi başı doğal gaz tüketimi dünya üzerinde daha eşit bir dağılım göstermektedir.

Şekil 2.31 Türkiye'nin Doğal Gaz Üretimi (Milyon m<sup>3</sup>)



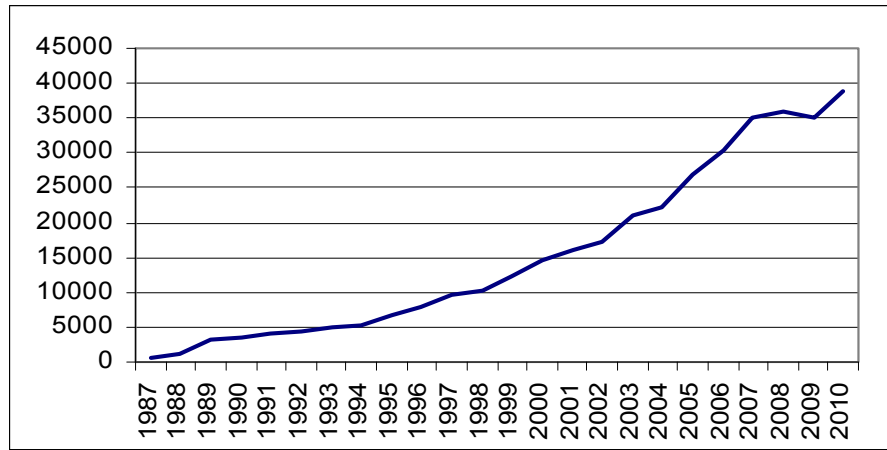
Kaynak: TPAO Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu 2010

Türkiye'nin doğal gaz üretim ve tüketim durumuna bakıldığında büyük bir dengesizlik görülür. 1976 yılında yaklaşık 15 milyon m<sup>3</sup> olan üretim, petrol krizi sonrası alternatif enerji kaynaklarına ihtiyacın artması nedeniyle 1980 yılında 23 milyondan 1982 yılında iki kat artışla 45 milyon m<sup>3</sup>'e çıkmıştır. Zamanla TPAO'nun daha çok yatırım yapması ve Trakya bölgesinde zengin rezerv kaynaklarının bulunmasıyla, özellikle 2000 yılından itibaren günümüze kadar üretim sürekli artmıştır. Ancak 2009 ve 2010 yıllarında küresel ekonomik kriz ve artan fiyatlar dolayısıyla üretim hızla gerileyerek sırasıyla 729 ve 726 milyon m<sup>3</sup> olmuştur.



Türkiye'nin doğal gaz tüketimine bakıldığında ise 1980'lerde yapılan strateji değişikliğiyle, ithal bir ürün olan doğalgazı enerjide temel girdi olarak tercih etmiş, izleyen dönemde konutlar, elektrik üretimi ve sanayide kullanımını sürekli artırarak, bu ürünü temel enerji kaynaklarından biri haline getirmiştir. 1987'de 522 milyon metreküp olan doğalgaz tüketimi, izleyen yıl 1 milyar m<sup>3</sup>'ü, 1994'te 5 milyar, 1998'de 10 milyar, 2003'de 20 milyar, 2006'da da 30 milyar metreküpü aşmıştır. Bu hızlı artışta doğal gazın düşük fiyatı, temiz olması, boru hatlarıyla kolaylıkla tüketiciye ulaştırılabilmesi etkili olmuştur. Elektrik üretiminde 1990 yılında %17,7 olan doğal gazın payı, günümüzde %45'ler seviyesine gelmiştir.

Şekil 2.32 Türkiye'nin Doğal Gaz Tüketimi (Milyon m<sup>3</sup>)



Kaynak: TPAO Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu 2010

Doğal gaz üretiminde yapılan yatırımlar ile birlikte artan üretime rağmen, toplam yerli üretim, toplam tüketimi karşılamaktan çok uzaktır. Türkiye'nin doğal gaz rezervleri (6,82 milyar m<sup>3</sup>) faal tektonik kuşakta yer alması nedeniyle oldukça azdır ve artan talep karşısında yetersiz kalmaktadır.

Tablo 2.1 Türkiye'nin Doğal Gaz Tüketimi (Milyon m<sup>3</sup>)

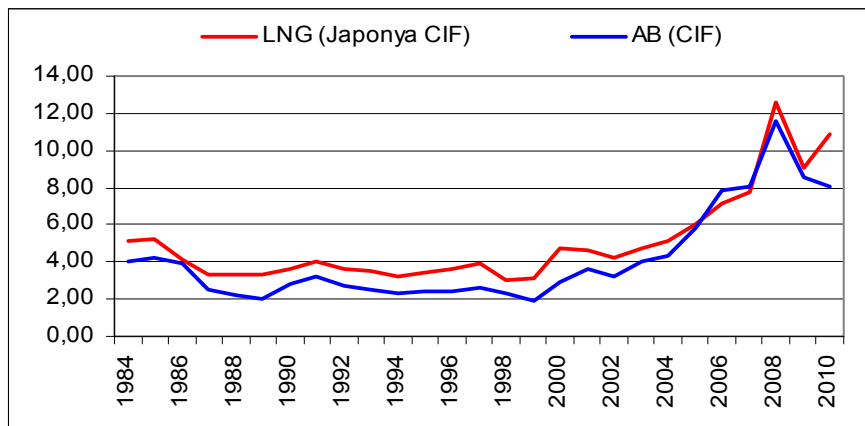
Yıllar	Üretim	İthalat	Stok Değişimi	Top. Tüketim	Yerli Üretimin Karşılama Oranı (%)
1987	297	433	-208	522	56,90
1988	99	1136	-49	1186	8,35
1989	174	2986	-7	3153	5,52
1990	212	3246	-85	3373	6,29
1991	203	4031	-102	4132	4,91
1992	198	4430	-107	4521	4,38
1993	201	4952	-201	4952	4,06
1994	199	5375	-323	5251	3,79
1995	182	6858	-247	6793	2,68

1996	206	8040	-340	7906	2,61
1997	253	9874	-406	9721	2,60
1998	565	10233	-527	10271	5,50
1999	731	12358	-707	12382	5,90
2000	674	14822	-930	14566	4,63
2001	327	16368	-668	16027	2,04
2002	378	17624	-624	17378	2,18
2003	560	21188	-810	20938	2,67
2004	707	22174	-773	22108	3,20
2005	896	27028	-1059	26865	3,34
2006	907	30741	-1155	30493	2,97
2007	893	36450	-2279	35064	2,55
2008	1014	37793	-2783	36024	2,81
2009	729	33619	752	35100	2,08

Kaynak: TPAO Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu 2010, TÜİK

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi 1987 yılında 297 milyon m<sup>3</sup> olan üretim, toplam tüketimin %56’sını karşılarken, hızlı ekonomik büyüme ve uygun fiyatları sayesinde doğal gaza ilginin artmasıyla toplam tüketim yaklaşık iki kat artışla 522 milyon m<sup>3</sup> ‘ten 1186 milyon m<sup>3</sup> ‘e çıkmıştır. Ancak üretim yeteri kadar arttırılmadığı için yerli üretimin tüketimi karşılama oranı 1988 yılında %8’e düşmüştür. Geriye kalan %92 lik bölüm ise ithalat yoluyla karşılanmıştır. İlerleyen yıllarda hızla büyüyen talep karşısında yerli üretimin yeteri kadar arttırılmaması nedeniyle toplam tüketimi karşılama oranı %2 seviyesine gerilemiştir.

Şekil 2.33 Doğal Gaz Fiyatları (\$/Btu)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.33’de doğal gaz fiyatları verilmiştir. Doğal gaz fiyatları petrol ile paralel hareket etmektedir ancak fiyat seviyesi petrolden oldukça düşüktür. İşte bu, doğal gaza olan hızlı talep artının nedenlerinden biridir. 1984 yılında 4 \$/btu AB CIF olan fiyatlar 2004 yılına kadar uzun bir dönem bu seviyelerde seyretmiştir. Ancak 2009 küresel

krizinin etkisi ile artan petrol fiyatlarına paralel olarak doğal gaz fiyatları da artarak 12 \$/btu AB CIF seviyesine çıkmış ve kizin etkilerinin kaybolmaya başlamasıyla tekrar düşüşe geçmiş, 2010 yılı itibariyle 8 \$/btu olarak gerçekleşmiştir.

### **2.2.1.2.3. Doğal Gazın Artan Önemi**

1973 ve 1979 petrol krizleriyle birlikte petrol fiyatlarının aşırı derecede artması tüketici ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. İlk yıllarda boru hatlarının pahalı olması nedeniyle daha çok üretici konumundaki Rusya, Libya ve Ortadoğu ülkelerinde kullanılan doğal gaz, aynı yıllarda geliştirilen kombine çevrim ve kojenerasyon sistemleri ve ekonomik kullanım teknolojilerinin geliştirilmesiyle sanayiden, ulaşım, konut sektöründen enerji üretimine her alanda kullanımı yaygınlaşmıştır. Doğal gaz, yanma kolaylığı, temizliği, yüksek ısı değeri dolayısıyla petrole nazaran tüketimi daha hızlı artmış ve günümüzde oldukça tercih edilen bir yakıt türü konumuna gelmiştir. Aslında doğal gaz fiyatları, kullanılan fiyat formüllerinde ham petrole ilgili parametrelerin kullanılması nedeniyle ham petrole paralel gitmektedir. Ancak yinede doğal gazın önemi giderek artmaktadır. Öncelikle doğal gaz kullanılan kombine çevrim santralleri, kömür santrallerine nazaran %60 daha az CO<sub>2</sub> gazı üretir. Küresel ısınmanın etkilerinin daha çok hissedildiği günümüzde düşük CO<sub>2</sub> salınımı oldukça önemlidir. İkinci olarak doğal gaz daha verimlidir. Kombine çevrim santrallerinde tasarım ve malzeme teknolojilerindeki gelişmelerle son 20 yılda %45'lerden %58'lere çıkarken, kömür kullanılan santrallerde en fazla %40 seviyelerine çıkarılabilmektedir. Halen geliştirilme aşamasında olan H tipli gaz türbinleriyle çevrim randımanı %60' a ulaşacak ve üretim maliyetleri daha da düşecektir. Doğal gaz santrallerinin kurulum maliyetleri daha ucuzdur. 1 kw kurulu güç maliyeti linyit santrallerinde 1200-1500 \$, kombine çevrimli doğal gaz santrallerinde 500-600 \$, Kojenerasyon (Otoprodüktör) tesislerinde 600-700 \$' dır. Üçüncü olarak doğal gaz fiyatları hem petrole göre daha düşüktür. Doğal gaz sıvı olarak depolanabilir ve taşıma maliyeti ucuzdur. Kimyasal yapısının basit olması nedeniyle yanma işlemi kolaydır ve tam yanma gerçekleşir. Dolayısıyla duman, is, kurum ve kül oluşturmaz. Yanması en kolay ayarlanabilen ve yanma verimliliği en yüksek olan yakıttır. Bu özelliği kullanım kolaylığı ve ekonomisi sağlar (Gültekin ve Örgün, 1993: 41).

Doğal gazda tüketimin artmasına paralel olarak Türkiye'nin doğal gaza olan bağımlılığını arttırmış, ancak yerli kaynaklar yeterli olmadığı için artan tüketimin neredeyse tamamının ithalat yoluyla sağlanması arz güvenliğini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca doğal gazın yaygın olarak kullanıldığı diğer ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'de de talep mevsimlere göre değişmekte, kış aylarındaki talep, yaz aylarındaki talebin iki katına çıkmaktadır. Bu nedenle, yaz aylarında talep fazlası gazın saklanabileceği, kış aylarında da saklanan bu gazın artan talebi karşılamak için kullanıma sunulabileceği ve böylece dışa bağımlılığın risklerini azaltıcı doğal gaz yeraltı depolarına ihtiyaç vardır. Diğer taraftan, 18.04.2001 tarih ve 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu, doğal gaz ithal eden şirketlerden ithal ettikleri doğalgazın %10'unu yurtiçinde depolama konusunda, depolama şirketleriyle anlaşma yapması şartını aramaktadır. Ayrıca, doğal gazın toptan satışını yapacak olan şirketlerin de gerekli depolama önlemlerini almaları zorunlu tutulmuştur. Bu kapsamda, ülkemizin biri denizde diğeri karada olmak üzere toplam 1,6 milyar sm<sup>3</sup> kapasiteli ilk yeraltı doğal gaz depolama projesi olan Silivri Doğal Gaz Depolama Projesi çalışmaları TPAO tarafından 1998 yılında başlatılmış, tesiste 13 Nisan 2007 tarihinde depolanan gazın geri üretimi gerçekleştirilmiştir. Böylelikle dışa bağımlılığın getirebileceği riskler belli ölçüde önlenebilecektir. (TPAO, 2009: 18–19).

### **2.2.1.3. Kömür**

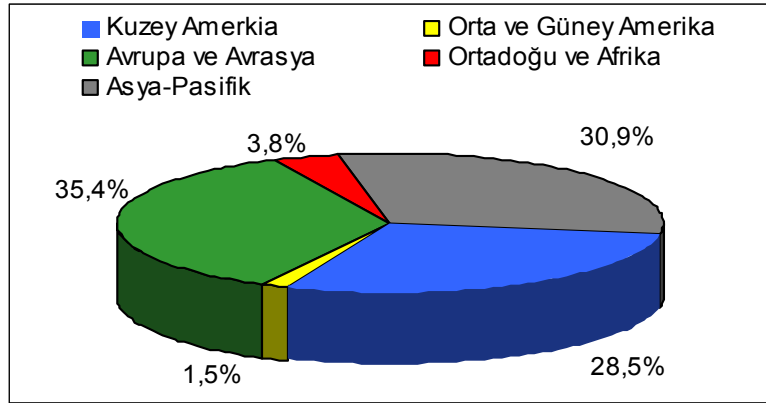
Diğer enerji kaynaklarına göre rezervlerinin daha fazla olması, coğrafi olarak geniş yayılım göstermesi, taşınmasının, depolanmasının kolay ve güvenli olması, düşük maliyeti ve fiyatlarının rekabetçi piyasada belirlenmesi gibi nedenlerle enerji arz güvenliği bakımından en önemli kaynaklardan biri kömürdür. (Ersoy, 2004: 6). Uluslar arası enerji ajansına göre, kömür tüketiminin 2020 yılı itibariyle 3 milyar tep'den 4 milyar tep'ye çıkacağı öngörülmektedir. Bu artış hızı ile kömür, doğal gazla birlikte tüketimi en hızlı artan iki enerji kaynağından biridir.

#### **2.2.1.3.1. Kömür Rezervleri**

Dünya kömür rezervleri bugün itibariyle 826 milyar tondur ve bu rezervlerin 147 yıl ömrü bulunmaktadır. Ham petrol eşdeğeri olarak varil bazında düşünüldüğünde 1001x10<sup>9</sup> varil petrol, 751x10<sup>9</sup> varil doğal gaz ve 3888x10<sup>9</sup> varil kömür rezervi

mevcuttur. Bu dağılıma göre dünya enerji kaynaklarının %70'i kömürdür. Kömür diğer enerji kaynaklarına göre dünyada çok daha yaygın bulunduğundan, ulusal enerji gündemlerini petrol, doğalgaz veya nükleer enerji kadar işgal etmemektedir.

Tablo 2.34 Dünya Kömür Rezervlerinin Dağılımı (%)



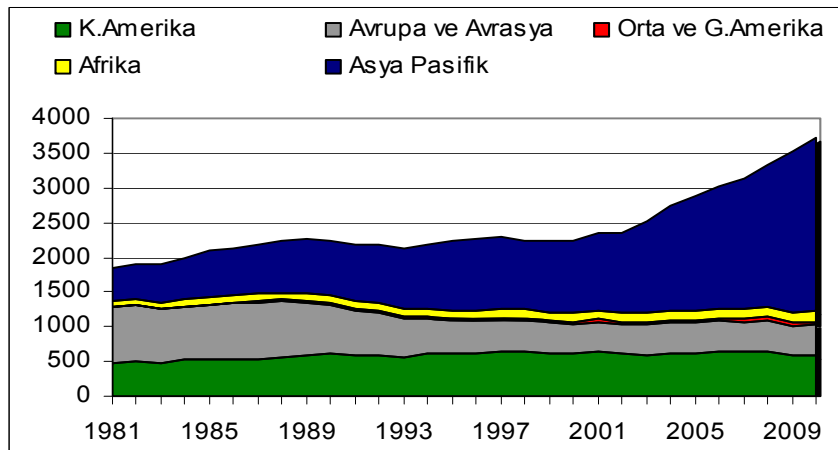
Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.34'de görüldüğü gibi Amerika, Asya, Avrupa ve Avrasya kıtalarının sahip olduğu rezerv miktarları %30 civarındadır. Yani kömür, petrol ve doğal gazla göre daha eşit bir dağılım göstermektedir. Amerika sahip olduğu 238 milyar tonluk rezervi ilk sırada yer almaktadır. Onun ardından Rusya 157 milyar ton ile ikinci ve 115 milyar ton ile Çin üçüncü sırada gelmektedir.

### 2.2.1.3.2. Kömür Üretim ve Tüketim Durumu

Dünya kömür üretimi ise 1981 yılında 1851 Mtep'den 2010 yılında yaklaşık iki kat artışla 3716 Mtep'ye çıkmıştır.

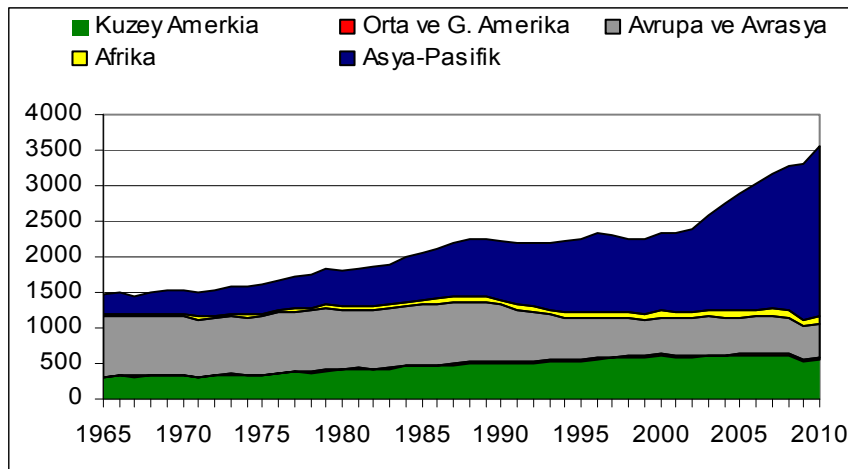
Şekil 2.35 Dünya Kömür Üretimi (Mtep)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.35'te görüldüğü gibi bu değişimde K.Amerika üretimini 488 Mtep'den 591 Mtep'ye çıkarırken, Orta ve G. Amerika 6,3 Mtep'den 54 Mtep'ye, Afrika 78 Mtep'den 145 Mtep'ye ve Asya-Pasifik bölgesi 493 Mtep'den 2509 Mtep'ye çıkarmıştır. Görüldüğü gibi en yüksek üretim artışı Asya-Pasifik bölgesinde gerçekleşmiş ve kömür üretiminde bu bölge ilk sıraya yerleşmiştir. Buna karşılık Ortadoğu'da üretim değişmemiş ve Avrupa-Avrasya bölgesinde üretim, tam tersine tüketimin düşmesine bağlı olarak 786 Mtep'den 430 Mtep'ye gerilemiştir.

Şekil 2.36 Dünya Kömür Tüketimi (Mtep)



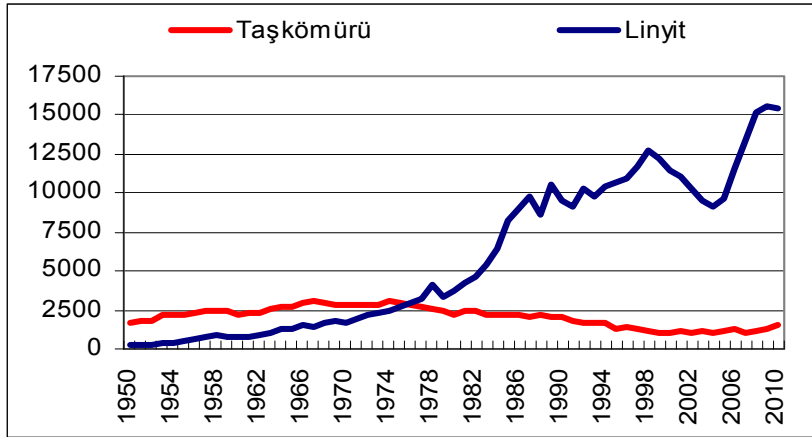
Kaynak: BP Statistical Review 2011

Kömür tüketimi ise şekil 2.36'da görüldüğü gibi 1965 yılında 1476 Mtep'den iki kattan fazla artış göstererek 3555 Mtep'ye çıkmıştır. Üretimdeki değişime paralel şekilde K. Amerika'nın tüketimi 308 Mtep'den 556 Mtep'ye, Orta ve G. Amerika'nın tüketimi 6 Mtep'den 24 Mtep'ye, Afrikanın tüketimi 28 Mtep'den 95 Mtep'ye ve Asya-Pasifik bölgesinin tüketimi ise 283 Mtep'den 2385 Mtep'ye çıkmıştır. Asya-Pasifik bölgesi tüketimini sekiz kat artırarak dünya kömür tüketiminde ilk sıraya yerleşmiştir. Bu bölge içinde özellikle Çin, Hindistan, G.Kore, Japonya ve Avustralya tüketimde önde gelen ülkelerdir. Ortadoğu ise sahip olduğu petrol rezervleri nedeniyle kömüre fazla ilgi göstermemiş ve dünya kömür tüketiminde çok küçük bir yüzdeye (%0,28) sahip olmuştur. Avrupa-Avrasya bölgesi ise diğer bölgelerin aksine tüketimini 851 Mtep'den 486 Mtep'ye düşürmüştür. Söz konusu tüketim düşüşünde çevresel kaygılar ve doğal gaz kullanımının artması etkili olmuştur.

Türkiye'nin 12,4 milyar ton linyit, 1,33 milyar ton taş kömürü, 82 milyon ton asfaltit ve 1,6 milyar ton bitümlü şist rezervi vardır. Dünya linyitlerinin %1,6'sına sahiptir. Türkiye'nin kömür üretimine bakıldığında 1965 yılında 2008 Btep olan üretim,

2010 yılına gelindiğinde 17.016 Btep'ye çıkmıştır. Kömür üretiminin artmasına karşılık üretim kompozisyonu içinde yer alan taş kömürünün payı azalırken, linyit üretimi artmıştır. 1965 yılında 1728 Btep taşkömürü ve 280 Btep linyit üretilirken 1976 yılında linyit üretimi taşkömürü üretimini geçerek, üretim değerleri sırasıyla 3004 Btep ve 2826 Btep olmuştur.

Şekil 2.37 Türkiye'nin Kömür Üretimi (Btep)



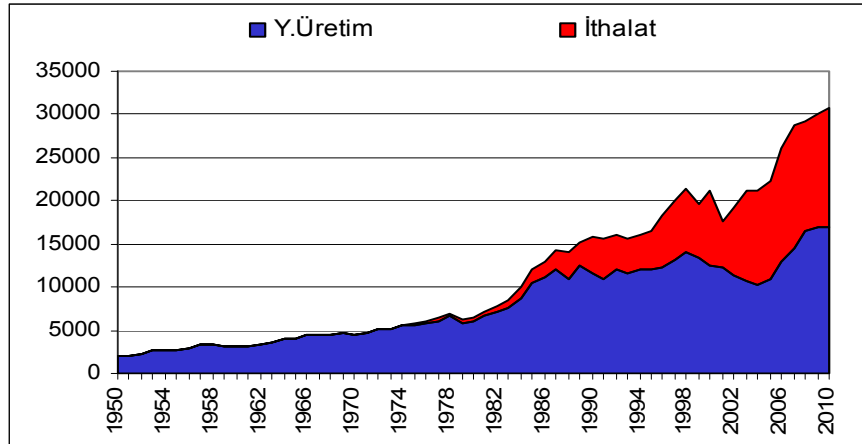
TÜİK İstatistiki Göstergeler 1923–2009, ETKB

Üretimin özellikle 1970 ve 1980'li yıllarda hızla arttığı görülür. 1973 ve 1979 petrol krizinde linyit, alternatif enerji kaynağı olarak görülmüştür. 1980'li yıllarda termik santrallerde üretimin artırılmasına bağlı olarak kömür üretimi artmaya devam etmiştir. Ancak Türkiye'deki Linyitlerin % 80'e yakınının ısı değerinin 3000 kcal/kg'dan az olduğu için sanayi ve ısınma amaçlı kullanıma fazla elverişli değildir, bu alanlarda daha çok taş kömürü kullanılmaktadır. Fakat linyit elektrik üretimi için uygundur. Linyit kaynaklarının temiz yakma teknolojilerine göre ve özellikle "akışkan yatak teknolojisi" ile kurulacak santrallerde yakılması halinde, hem verimi yükselecek hem de çevre üstündeki zararlı azalacaktır. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması açısından mutlaka değerlendirilmelidir. (Yılmaz, 2003: 522).

Türkiye'nin kömür tüketimine bakılırsa şekil 2.38'de görüldüğü gibi 1965 yılında 3670 Btep olan tüketim 1979 petrol krizine kadar yıllık ortalama %3 artış oranıyla devam etmiştir. Ancak o yıl yaşanan petrol krizi ile tüketim 6500 Btep'ten 7455 Btep'ye çıkmıştır ve 80'li yıllar boyunca yılda ortalama %12 oranında artış yaşamıştır. 1979 petrol krizine kadar tüketimini tamamıyla yerli kaynaklardan karşılayan Türkiye, petrol krizi sonrası alternatif enerji kaynaklarının devreye alınması planı çerçevesinde kömürün birincil enerji tüketimindeki payının artmasını istemiş ve

bu kapsamda ithalatın tüketim içindeki payı zamanla artarak 2000 yılından sonra %50'ler seviyesine çıkmıştır.

Şekil 2.38 Türkiye'nin Kömür Tüketimi (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970-2010

2010 yılında 30750 Btep'lik toplam tüketimin 13734 Btep'i ithal taş kömürü ile karşılanmıştır. İthal taşkömürünün payının yüksek olması dolayısıyla Türkiye'nin gerçek potansiyelini ortaya koyabilecek arama-tarama çalışmalarına önem verilmelidir. Türkiye'nin, linyit içermesi mümkün olabilecek formasyonların yer aldığı sahalarında, henüz sadece % 40'ında kömür araması yönünden etüd yapılabilmektedir. Yeni linyit yataklarının devreye sokulması için son 20 yılda yeterli yatırım yapılmamıştır. Türkiye'nin önemli kömür potansiyeli vardır ve bu potansiyelin uygun ve temiz yakma teknolojileriyle elektrik üretiminde devreye sokulması sağlanmalıdır (Pamir, 2003: 19).

#### 2.2.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji yeni bir enerji kaynağıdır. İlk nükleer reaktör 1942 yılında Enrico Fermi tarafından A.B.D.'de kurulmuştur. Elektrik üreten ilk ticari nükleer güç santrali ABD'de 1957'de işletmeye alınmıştır. Fisyon kullanılarak üretilen ilk elektrik ise, Aralık 1951'de Arco, Idaho'daki Deneysel Üretken Reaktöründe elde edilmiştir. (U.S. Department of Energy, 2008: 5-9).

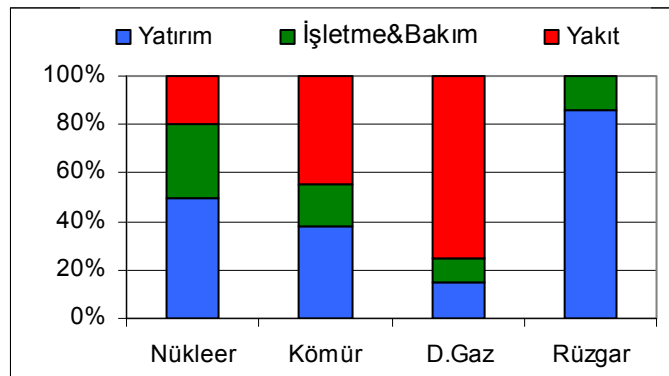
##### 2.2.1.4.1. Nükleer Enerjinin Üstünlükleri

Sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için uygun olması, doğal gazdakinin tersine hammadde nakli için boru hatlarına ihtiyaç olmaması, temiz ve ucuz olması, atıklarının



yeraltı sularına karışma riskinin düşük olması, sera etkisi ve asit yağmurlarını bertaraf etmesi, karbondioksit salınımını azaltması, toplam enerji üretim maliyeti içerisindeki yakıt maliyeti oranının, fosil türlerine oranla düşük olması (%15–20 civarında), nükleer yakıtların fosil yakıtlarla doğrudan ilişkisi olmaması, özellikle 1970’lerdeki petrol krizi gibi fosil yakıtlarda meydana gelebilecek dalgalanmalardan etkilenmemesi ve enerji arz güvenliği açısından fosil tabanlı yakıtlara alternatif olarak düşünülen enerji kaynaklarından biridir. Ayrıca nükleer enerji konsantre bir kaynaktır. Örneğin 1 kg kömürden 3 kwh, 1 kg petrolden 4,5 kwh elde edilirken 1 kg uranyumdan 50.000 kwh elektrik enerjisi elde edilebilir. Bu bağlamda tıptan, tarıma ve endüstriye pek çok alanda kullanılmaktadır ve kullanımının EIA’nın enerji 2010’a bakış raporunda belirtildiği gibi 2035 yılına kadar %0,4 artacağı öngörülmüştür (IEA, 2009: 11-14)

Şekil 2.39 Üretim Maliyetlerinin Bileşenleri ( %5 iskonto oranında)



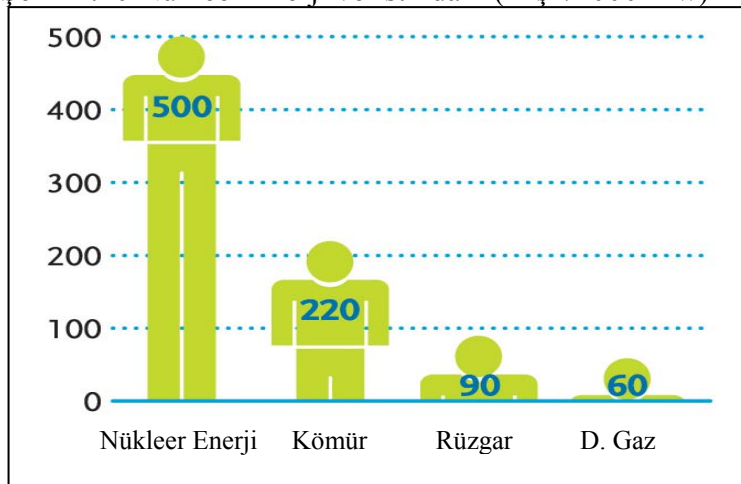
IEA Projected Cost of Generating Electricity 2009

Nükleer enerji’nin ekonomik yönüne bakılacak olursa ilk göze çarpan yüksek yatırım maliyetidir. Ayrıca santralin ömrünü tamamlamasından sonra radyoaktif atıkların yönetimi, tesisin tasfiyesi ve sökme işlemleri de maruz kalınan maliyetlerdendir. Buna karşılık üretilen elektriğin doğal gaz ve termik santrallerine göre daha ucuz olması, işletme ömrünün uzun olması, düşük yakıt ve işletme-bakım maliyetlerinin olması nükleer enerjinin ekonomik avantajlarından. Şekilde görüldüğü gibi doğal gaz santrallerinin düşük yatırım ve işletme bakım maliyetlerine karşılık yüksek yakıt maliyetine sahiptir. Kömür santralleri ise düşük yakıt ve işletme bakım maliyetlerine karşılık yüksek yatırım maliyetine sahiptir. Nükleer santrallerde üretilen enerji, kömür yakıtlı termik santrallere göre %20–30; akaryakıtlı termik santrallere göre ise, %60-70 daha ucuza mal edilmektedir. \$/Kwe başına tesis maliyeti nükleer santrallerde 2500\$, rüzgar santrallerinde 2000\$, kömür santrallerde 1500\$ ve doğal

gazda 800\$'dır. Üretim maliyeti ise dünyadaki çeşitli santraller göz önünde bulundurularak çıkarılan ortalama değerlere göre, kömür santrallerinde 25–50 usd/Mwh, doğal gaz santrallerinde 37-55 usd/Mwh, nükleer santrallerde 21-31 usd/Mwh, rüzgar santrallerinde 35-60 usd/Mwh, küçük ölçekli hidro santrallerde 40-80 usd/Mwh ve fotovoltaik sistemlerde 150-200 usd/Mwh'dir (IEA, 2009: 11-14)

Günümüzde yüksek teknoloji gerektirdiği için daha çok gelişmiş ülkeler nükleer santrallere sahiptir. Güvenlik tedbirleri dikkatle uygulandığı takdirde, nükleer santraller temiz enerji üretebilir. Hatta santral bazlı çalışan tesislerden en temiz nükleer santrallerdir. Ancak çoğu ülke nükleer santrallere karşıdır, çünkü işletme sırasında bir problem ortaya çıktığında telafisi imkânsız çevre felaketlerine yol açma riski vardır (Şentürk, 2009: 21–22). Ancak geliştirilecek yeni teknolojilerle nükleer söz konusu riskler en aza indirilerek güvenli bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Ayrıca kurulduktan sonra ölçek ekonomilerinden faydalanacak olan nükleer santraller, ucuz bir enerji kaynağı olarak ekonomik faydayı arttıracaktır. Son olarak nükleer enerji istihdama katkısı açısından da diğer enerji kaynaklarına göre avantaj yaratmaktadır.

Sekil 2.40 Nükleer Enerji ve İstihdam (Kişi /1000 Mw)



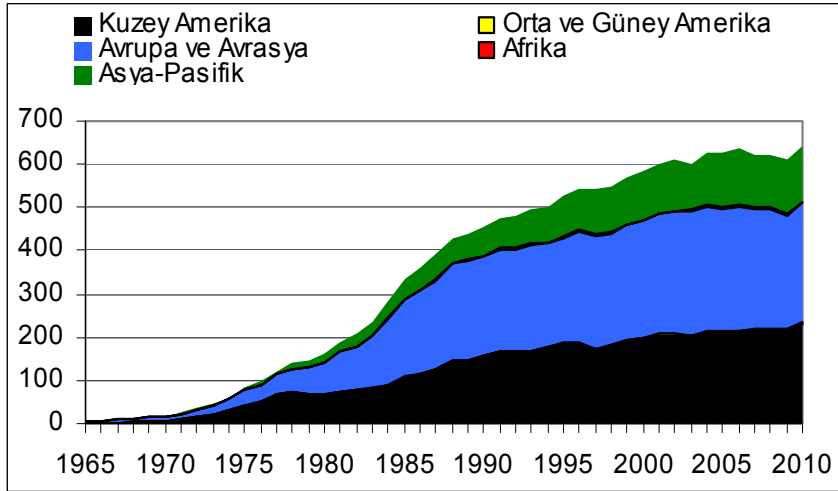
Kaynak: Nuclear Energy Institute 2010

Şekil 2.40'da görüldüğü gibi her 1000 mw yaratılan enerji eğer nükleer santraller kullanılarak üretilirse yaratacağı istihdam 500 kişi iken, kömür santrallerinde bu rakam 220 kişi, rüzgâr türbinlerinde 90 kişi ve doğal gaz santrallerinde 60 kişi olmaktadır. Dolayısıyla nükleer enerji, istihdama katkısı bakımından da avantajlıdır.

### 2.2.1.4.2. Nükleer Enerji Üretim ve Tüketim Durumu

Nükleer enerji'nin kullanımı geliştirilen teknolojilere bağlı olarak 1950'li yıllarda kullanıma alınmış ve özellikle 1970'li yıllardan itibaren günümüze hızla yaygınlaşmıştır. .

Şekil 2.41 Dünya Nükleer Enerji Tüketimi (Mtep)



Kaynak: BP Statistical Review, 2011

Şekil 2.41'de görüldüğü gibi 1970 yılında 17,5 mtep (77,3 Twh) olan tüketim 1973 ve 1979 petrol krizlerinden sonra alternatif enerji kaynağı olarak görülmesiyle birlikte 1981 yılında 189 mtep'ye (836 Twh) çıkmıştır. 2002 yılında 634 mtep (2806 Twh) ile en yüksek seviyesine çıkan tüketim, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok devreye alınması ve ekonomik kriz gibi nedenlerle 2009 yılında 620 mtep'ye (2698 Twh) düşmüş, 2010 yılında ise tekrar artarak 644 mtep'ye çıkmıştır.

Türkiye ilk olarak 1962 yılında eğitim ve uygulama amaçlı havuz tipi deney reaktörünün işletmeye alınması ile nükleer enerji ile tanışmıştır. Elektrik üretme amaçlı ilk etütler ise 1967 yılında başlamıştır. Zamanla kalkınma planlarında da tarih ve kapasite hedefi konularak nükleer santrallerin yapımı hedeflenmiştir. Bu kapsamda saha temini için fizibilite ve yer araştırması gerçekleştirilmiş çeşitli alternatif sahalara için hükümetin bilgisine sunulmak üzere yer raporları hazırlanmış, yurt dışından kalifiye eleman getirilmiş ve yabancı firmalardan danışmanlık hizmeti alınmıştır. 1983 yılında ciddi anlamda ilk niyet mektubu Kanada, Almanya ve ABD 'li firmalara gelen teklifler doğrultusunda verilmiştir. Ancak yapılan görüşmelerde yönetsel ve finansal konulardaki bazı anlaşmazlıklar yüzünden nihai anlaşma sağlanamamıştır. 1986 yılında

meydana gelen Çernobil faciası Türkiye'deki nükleer çalışmalara bir süre ara verilmesine neden olmuştur. Nükleer santralde diğer önemli bir gelişme akkuyu nükleer santral projesidir. 1993 yılında proje kabul edilmiş, 1996 yılında ihaleye çıkılmış ve üç firmadan teklif alınmıştır. Ancak çeşitli sebeplerden dolayı kararın açıklanması gecikmiş ve 2000 yılında proje iptal edilmiştir. 2002 yılında nükleer çalışmaları daha etkin yönetebilmek için TAEK başbakanlığa bağlanmıştır. TAEK yeniden yer belirleme çalışmalarına başlamış ve bu kapsamda 8 alternatif belirlenmiş, bunlar içinden Sinop yapılacak nükleer santral için belirlenmiştir. Bu sırada çalışmaların yasal zemini oluşturacak şekilde nükleer güç santrallerinin kurulması ve işletilmesi ile enerji satışına ilişkin kanun tasarısı 2007 yılında kabul edilmiştir. Bu yasa ile yapılacak yeni santral için gerekli yönetmeliklerin çıkarılması ve ilgilenen firmalardan teklif alınması öngörülmüştür. Bunu takiben 2008 yılında nükleer güç santrallerinin kurulmasına yönelik enerji bakanlığı tarafından hazırlanan yönetmelik yürürlüğe girmiştir. 2009 yılında Mersin akkuyu'da yapılacak santral için ihaleye çıkılmış ancak gelen teklifler pahalı olduğu için iptal edilmiştir. Diğer yandan yapılacak nükleer santraller için Akkuyu-Rusya ve Sinop-G.Kore ile ortaklık anlaşması imzalanmıştır. 12 Mayıs 2010 tarihinde ise Rusya ile Akkuyu sahasında Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletilmesine Dair işbirliği anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşmaya göre tesis Rus firmasına bedelsiz olarak devredilecek ve firma tesisi 15 yıl alım garantisi ile işletecektir. Bu çerçevede yapılan anlaşma 6 Ekim 2010 tarihinde resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Sinopta yapılması düşünülen santral için G.Kore ile anlaşma sonuçlandırılmamıştır (<http://www.nukleer.web.tr>).

#### **2.2.1.4.3. Nükleer Enerjinin Planlanan Kullanımı**

Günümüzde tüm dünyada 33 ülkede 441 adet nükleer santralde toplam 374.633 Mw kapasite söz konusudur. Bu kapasite ile 2009 yılı itibariyle dünya elektrik üretiminin %14'ü nükleer santrallerde gerçekleştirilmiştir. En çok nükleer santrale sahip ülkeler ABD (104 adet), Fransa (59 adet), Japonya'dır (55 adet), Rusya (31 adet) ve G.Kore'dir (20 adet). Bu kapasitelerle ABD nükleer enerji ile 796,8 milyar Kwh elektrik enerjisi üretirken nükleer enerjinin yakıt payı %20 olarak gerçekleşmiştir. Japonya ise nükleer enerji kullanarak 260,1 milyar Kwh elektrik enerjisi üretmiş ve nükleer enerjinin yakıt payı %28.9 olmuştur. Fransa için aynı değerler sırasıyla 390

milyar Kwh ve %75.2, Rusya için 153 milyar Kwh ve %17.8, G.Kore için 141.1 milyar Kwh ve %34,8, 390 milyar Kwh ve İngiltere için 62.9 milyar Kwh %17.9 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2.2 Dünya Nükleer Enerji Durumu (2009)

Ülke	Nükleer Santral Sayısı	Nükleer Kapasite (Mw)	Nükleer Enerji Üretimi (Milyar Kwh)	Nükleer Yakıtın Payı (%)
ABD	104	100.683	796,8	20,2
Japonya	54	46.823	260,1	28,9
Fransa	58	63.130	390,0	75,2
Rusya	32	22.693	153,0	17,8
G.Kore	21	18.665	141,1	34,8
İngiltere	19	10.137	62,9	17,9
Hindistan	19	4.189	14,7	2,2
Kanada	18	12.569	85,3	14,8
Almanya	17	20.490	127,6	26,1
Ukrayna	15	13.107	77,8	48,6
Çin	13	10.048	70,1	1,9
İsveç	10	9.303	50,0	37,4
Dünya Toplam	441	374.633	2.559,7	14,0

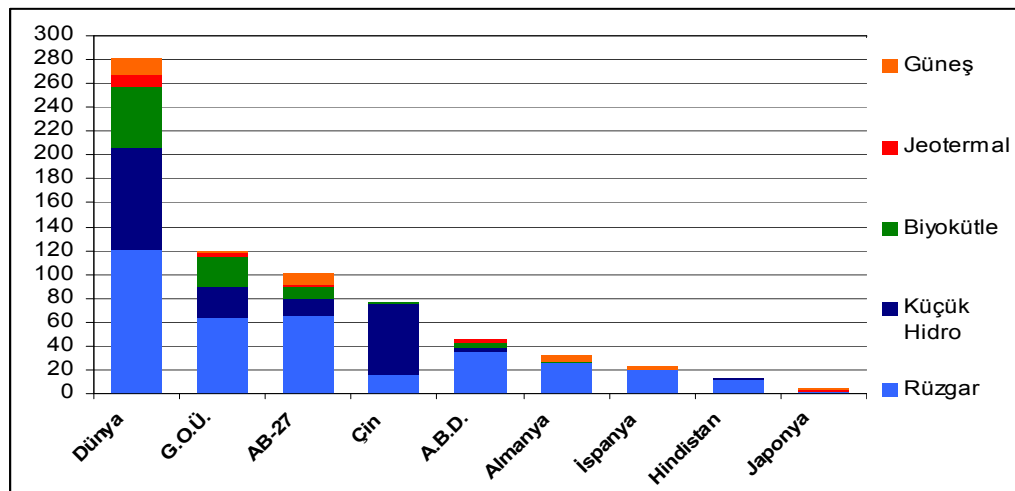
Kaynak: Nuclear Energy Institute 2010

Günümüz enerji tüketim artış hızı düşünüldüğünde gelecekte de elektrik arz yetersizliği devam edecektir. Mümkün olduğunca çevre kirliliği yaratmayan, yeterli miktarda elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Ayrıca fosil tabanlı yakıtların (petrol ve doğal gaz gibi) asla eski düşük fiyat seviyelerine inmeyeceği belirtilmektedir, kaldı ki bu kaynaklara biçilen ömür 50–60 yıl ile sınırlıdır. Diğer yandan büyük oranda fosil tabanlı yakıtların kullanımından kaynaklanan küresel ısınma etkisini daha da artıracak ve dünya ülkeleri karbondioksit salınımının azaltılmasına yönelik aldığı önlemleri sertleştirmek zorunda kalacaklardır. Ayrıca nükleer enerji karşıtlarının önemli argümanlarından olan güvenlik zaafı, geliştirilen yeni teknolojilerle önemini kaybedecektir. Uluslar arası Atom Enerjisi Kurumu 2030 yılında nükleer kapasitenin şimdikininki iki katına çıkacağını hesaplamıştır. Şuanda Çin, ABD, G.Kore, gibi ülkeler nükleer enerji çalışmalarını ciddiyle sürdürmektedirler. Örneğin gelecek yıllara ilişkin olmak üzere Çin 100'den fazla, ABD ise 30 nükleer santral kurmayı hedeflemektedir. ABD nükleer enerji çalışmalarına önemli miktarda Ar-Ge harcaması yapmaya devam etmektedir (Nuclear Energy Institute, 2010: <http://www.nei.org>)

### 2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünyada yenilenemeyen enerji kaynaklarının (petrol, doğal gaz, kömür gibi) ömrü sınırlıdır. Dünya enerji tüketiminde büyük oranda pay sahibi olan bu kaynakların fiyatları, artan enerji talebine ve sınırlı arz imkânlarına bağlı olarak sürekli artmaktadır. Diğer yandan hızlı nüfus artışı, ulusal kaynakların değerlendirilmesi zorunluluğu, sanayileşme, 21. yy'ın sosyo-ekonomik yapısı ve küresel ısınma söz konusudur. Dolayısıyla dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Gelişen teknoloji, sosyal refah devleti anlayışının gelişmesi, çevre bilincinin kuvvetlenmesi ve giderek düşen maliyet avantajları sunmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının, toplam enerji tüketimindeki payı artmaya devam edecektir (Karaosmanoğlu, 2004: 23).

Şekil 2.42 Dünya Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (Gw, 2009)



Kaynak: REN21, Renewable Energy Global Status Report 2009, p.12

Şekil 2.42'de görüldüğü gibi dünya yenilenebilir enerji potansiyeli 2009 itibariyle toplam 280 gw'dir. Bu toplam içinde rüzgarenerjisi ilk sırada gelmektedir. Ancak şu an itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarında teknoloji seviyesi yeterli değildir ve ölçek ekonomilerinden faydalanılamamaktadır. Dolayısıyla devletlerin teşvik vermesi şarttır. 2009 yılında dünyada verilen teşvik tutarı 57 milyar \$'dır ve 2035 yılında bu rakamın 200 milyar \$'a çıkması beklenmektedir. Verilen teşviklerinde yardımıyla tüm dünyada yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırım tutarı 2009'da 160 milyar dolar, 2010 yılında ise 211 milyar doları bulmuştur. Verilen teşvikler ve yapılan yatırımlara bağlı olarak yenilenebilir enerji kapasitesi de artmaktadır. Örneğin

2006 yılında, hidro santraller dahil dünya yenilenebilir enerji kapasitesi 1020 Gw'den 2008 yılında 1140 Gw'ye (hidrolik enerji hariç 280 Gw ) çıkmıştır. (REN21, 2009: 11-12). Türkiye jeolojik oluşumunun göstermiş olduğu bazı özellikler nedeniyle petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar bakımından zengin bir ülke değildir, ancak yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin bir coğrafyaya sahiptir.

Tablo 2.3 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (2009)

Kaynak Türü	Potansiyel Miktar
Rüzgar	Çok verimli; 8000 Mw, Orta verimli, 40.000 Mw
Jeotermal	31.500 MW (1500 Mw'ı elektrik üretimine elverişli)
Biyokütle	8,6 Mtep
Güneş Enerjisi	80 Mtep (380 Milyar Kwh/yıl)

Kaynak: ETKB (2009) Yenilenebilir Enerji Genel Bilgi

Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından dünyada dördüncü, Avrupa'da birinci, jeotermal enerji açısından dünyada beşinci, sahip olduğu 8500 km'lik kıyı şeridi, sürekli ve düzenli rüzgâr alan bölgeleri ile dünyada rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek ülkelerden biridir.

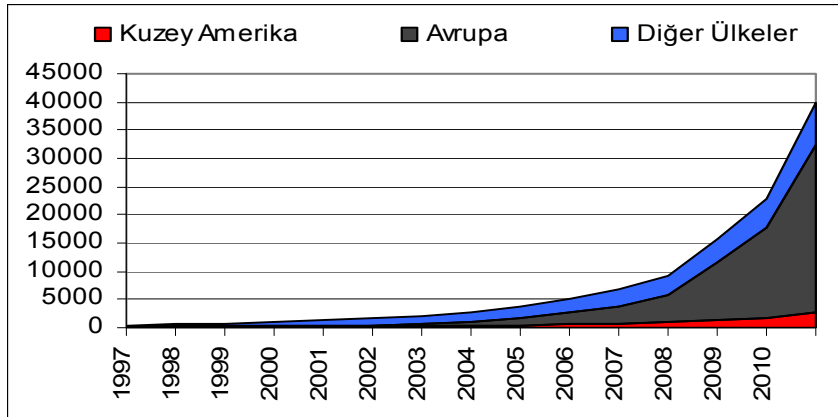
### 2.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneşe 150 milyon km uzaklıkta olan dünyamız hem kendi çevresinde, hem de güneş çevresinde eliptik bir yörüngede dönmekte, böylelikle güneşten gelen enerji sürekli değişmektedir. Dünyaya güneşten saniyede yaklaşık  $4 \times 10^{26}$  J'lük enerji, ışınımınla gelmektedir. Bu miktar güneşin yaydığı toplam enerji göz önüne alındığında küçük bir miktar olsa da, insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15–16 bin katıdır. Dünyanın dışına, yani havakürenin (atmosfer) dışına güneş ışınlarına dik bir metrekare alana gelen güneş enerjisine Güneş Değişmezi (S) denir ve bunun değeri  $S=1373 \text{ W/m}^2$  dir. Güneş ışınımının tamamı dünyaya ulaşmaz, %30 kadarı dünya atmosferi tarafından geriye yansıtılır, %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Güneşten gelen ışınımının %20'si ise, atmosfer ve bulutlarda tutulur. Dünya'ya gelen bütün güneş ışınımı, sonunda ısıya dönüşür ve uzaya geri verilir. Ayrıca dünyanın şekli nedeniyle de farklılıklar oluşur. Dolayısıyla dünyaya gelen ortalama güneş enerjisi 0 ila  $1100 \text{ W/m}^2$  arasında değişir ve bu enerjinin soğurma ve yansıma olaylarından dolayı  $832 \text{ W/m}^2$  lik kısmı net olarak dünyaya ulaşır (Alaçakır: <http://www.nukte.org>).

### 2.2.2.1.1. Güneş Enerjisi Üretim ve Tüketim Durumu

Dünya’da güneş enerjisi tüketim miktarı, alternatif enerji kaynakları arayışlarının artmasıyla birlikte hızla yükselmiş ve buna bağlı olarak üretim de artmıştır.

Şekil 2.43 Dünya Kurulu PV Güç Kapasitesinin Gelişimi (Mw)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Örneğin 1985 yılında sadece 21 Mw olan PV sistem kurulu güç kapasitesi 1995 yılında 468 Mw’a 1999 yılında 1 Gw’a ve 2009 yılında da 22,9 Gw’a çıkmıştır. Kapasitedeki artış özellikle 2000 yılından sonra hızlanmıştır. Termal sistemlerde (panel kolektörler) ise kurulu güç 168 Gw’a (236 milyon m<sup>2</sup>)’ye çıkmıştır. Türkiye’de ise 7,1 Gw’a (10 milyon m<sup>2</sup>) yükselmiştir. Dünyada güneş kolektörlerini yoğun olarak kullanan bazı ülkelerin kolektör büyüklükleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.4 Seçilmiş Ülkelerin Kolektör Alanları (2007, m<sup>2</sup>)

Ülke	m <sup>2</sup>
Çin	114.140.000
ABD	30.346.417
Türkiye	10.150.000
Almanya	9.398.077
Japonya	7.398.518
Avustralya	5.753.00
İsrail	4.961.100

Kaynak: Güneş Enerjisi Sistemleri 2008

Türkiye dünya üzerinde 36°-42° kuzey enlemleri ve 26°-45° doğu boylamları arasındadır. Bu konumu ile güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır.

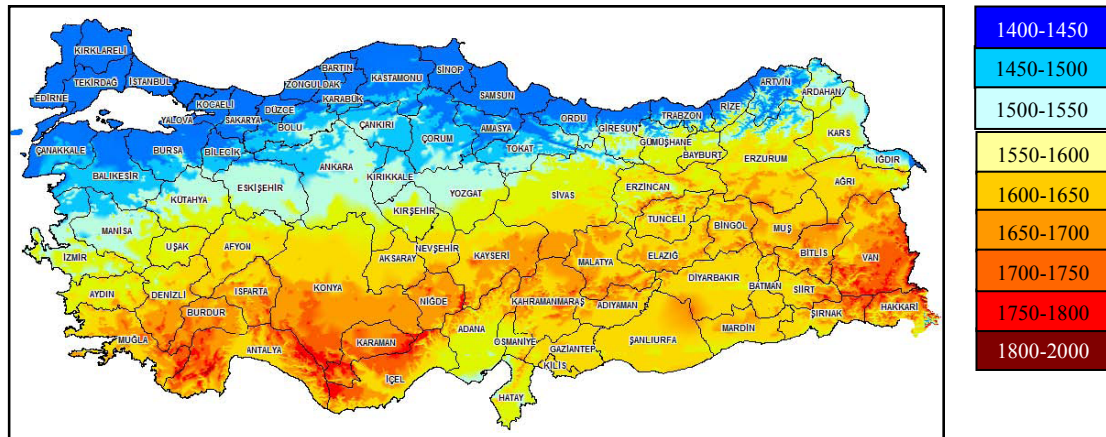


Tablo 2.5 Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
	(Kcal/cm <sup>2</sup> -ay)	(Kwh/m <sup>2</sup> ay)	
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
<b>ORTALAMA</b>	<b>308,0 cal/cm<sup>2</sup>-gün</b>	<b>3,6 kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>	<b>7,2 saat/gün</b>

Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) mevcut bulunan verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin yıllık ortalama güneş ışınımı 1303 Kwh/m<sup>2</sup> yıl, ortalama yıllık güneşlenme süresi ise 2623 saattir. Bu rakam günlük 3,6 Kwh/m<sup>2</sup> güce, günde yaklaşık 7,2 saat, toplamada ise 110 günlük bir güneşlenme süresine denk gelmektedir ve yıllık 26,2 Mtepenerji potansiyeli mevcuttur (EİEİ, Türkiye'de Güneş Enerjisi: <http://www.eie.gov.tr>).

Şekil 2.44 Toplam Güneş Radyasyonu (Kwh/m<sup>2</sup> yıl)

Güçlüer, Batuk s.2

Şekil 2.44'de görüldüğü gibi Türkiye'nin kuzey bölgeleri 1400-1450 Kwh/m<sup>2</sup> yıl ışınım alırken güneye gidildikçe bu değer artarak 1800-2000 Kwh/m<sup>2</sup> yıl'a çıkmaktadır. Tüm bu avantajlarına rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekteki tüketim

artış hızı doğal gaz ve kömüre göre daha yavaştır, çünkü güneş enerjisi tüketiminin önünde bazı engeller vardır. Öncelikle güneş enerjisi petrol ve doğal gazın tam ikamesi değildir. Örneğin güneş enerjisi ile uçakları veya kara taşıtlarını hareket ettirmek henüz mümkün değildir. Ancak hafif araçlarda, sadece güneşli günlerde ve açık alanlarda kullanılabilir. İkinci olarak güneş enerjisi diğer fosil yakıtlar gibi depolanamaz. Üçüncü olarak bu enerji türü doğaya bağlıdır. Dünyanın her bölgesi güneş enerjisi açısından aynı değildir. Kimi bölgelerde güneşli gün sayısı azdır, kimi bölgelerde güneşli gün sayısı fazla ama bu sefer güneş ışığının şiddeti azdır. Dolayısıyla güneş enerjisi istenilen anda arza hazır olmayabilir. Son olarak dünyadaki enerjiler, kendilerine en çok ihtiyaç duyulan alanlardan uzakta en fazladır. Örneğin ılıman bölgelerde güneş radyasyonu fazla ama ihtiyaç azdır. Kutup bölgelerinde ise tersine güneş radyasyonu zayıf, rüzgar gücü fazladır (Veziroğlu, Noyan, 1997: 37).

#### **2.2.2.1.2. Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri**

Güneş enerjisi düşük ve yüksek sıcaklık olmak üzere iki farklı kademede uygulanır. Düşük sıcaklık sistemlerinde evlerin çatılarına kurulan kolektörler vasıtasıyla günlük basit ihtiyaçların (sıcak su gibi) karşılanması amaçlanır. Daha yüksek ısı gerektiren uygulamalarda ise fotovoltaik sistemler ve yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemleri kullanılır. Fotovoltaik sistemler teknolojisinin karmaşıklığı ve maliyetinin yüksekliği nedeniyle geniş çapta elektrik üretiminde yetersiz kalmaktadır. Ancak yoğunlaştırıcı sistemler daha uygulanabilir durumdadır. Bu sistemler güneş ışınlarını bir kolektör içinde tek noktada toplayarak yüksek sıcaklıkta buhar üretir ve üretilen bu buharla da elektrik üretilir. Sistemin kurulacağı bölgede yağış miktarı düşük olmalı, bulutsuz ve sisli atmosfere sahip olmalı, hava kirliliği olmamalı, ormanlık ve ağaçlık bölgelerden uzak olmalıdır. (Tabak ve Diğerleri, <http://www.emo.org.tr>).

#### **2.2.2.1.3. Fotovoltaik Güneş Pilleri**

Fotovoltaik güneş pilleri yarı iletkenlerin fotovoltaik etki özelliğini kullanarak, güneş ışığından bir kaç kW'dan birkaç MW'a kadar elektrik enerjisi üreten sistemlerdir. Mevcut teknolojiler yetersiz kaldığı için sistemin maliyeti yüksek kalmış ve yakın zamana kadar oldukça az kullanılmıştır. Ancak 1956'lerden bu yana uzayda uydularda, 1970'li yıllarda, elektrik hattından uzak yerlerde, yol kenarlarındaki acil telefon

cihazları ya da uzaktan algılama gibi spesifik yerlerde uygulanmış, evlerde elektrik şebekesi ile birlikte çalışan sistemlerde yaygınlaşmamıştır. Bu sistemler akümülatör yedekli, dizel veya rüzgâr enerjisi jeneratörü yedekli olarak şebekeden bağımsız veya kendi başlarına şebekeye bağlı olarak çalıştırılırlar. Küçük haberleşme sistemleri veya diğer sistemler için watt derecesinde, kırsal bölgelerde katodik koruma, sinyalizasyon, haberleşme sistemleri, pompalama ve sulama tesisleri, evler, çiftlikler gibi şebekeden bağımsız tüketiciler ile şebekeye bağlı evler, tesislerde kW derecesinde ve fotovoltaik elektrik santrallerinde ise Mw derecesinde kullanılır (Borenstein, 2008: 20)

Son yıllarda şebekeye bağlı fotovoltaik uygulamalarda büyük bir artış gözlemlenmektedir. Bu uygulamalar genellikle binaların çatılarına yerleştirilen 1-50 Kw gücündeki sistemler şeklinde olmaktadır. Bu ve benzeri fotovoltaik sistemlerin gerektirdiği tüm teknolojiler (elektronik) ticari uygulamalar için yeterli düzeye erişmişlerdir (Ertürk ve Diğerleri, 2006: 34). Ancak bu sistemler hala çok pahalıdır. Örneğin 10 kw gücündeki bir sistemin maliyeti 80.000 \$ civarındadır, bu durumda 1 watt'lık elektrik üretim maliyeti 8\$'dır. Hâlbuki diğer enerji kaynaklarında bu değer 1\$'ın altındadır. Ayrıca yaklaşık 8–10 yılda bir yapılan inverter (doğru akımı alternatif akıma dönüştüren cihaz) değişimi'nden kaynaklanan 8000\$'lık maliyet söz konusudur. Bir evin tüm ihtiyacını karşılayacak bir sistemin maliyeti ise yaklaşık 15.000 euro civarındadır. Dolayısıyla bu sistemler kendini ancak enterkonnekte şebekenin olmadığı, ulaşımın zor ve pahalı olduğu bölgelerde diğer enerji kaynaklarıyla yarışabilir. Fakat söz konusu maliyetler hızla düşmektedir (Borenstein, 2008: 20)

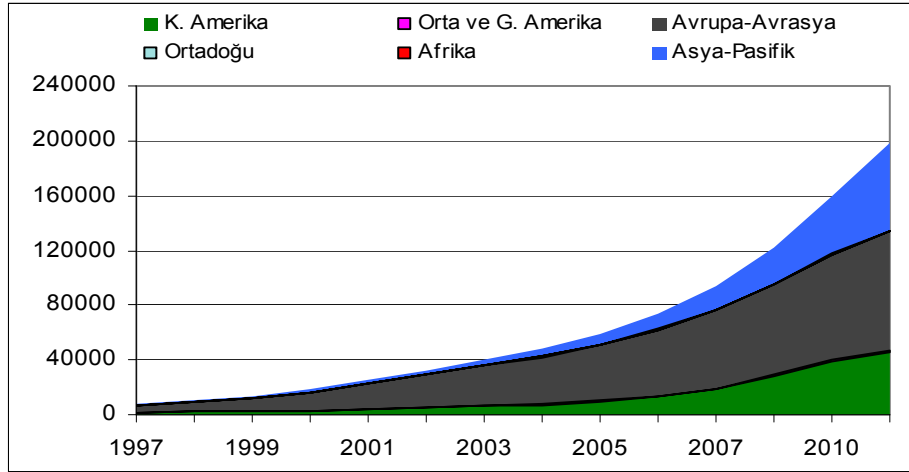
#### **2.2.2.2. Rüzgâr enerjisi**

##### **2.2.2.1. Potansiyeli ve Kullanımı**

Rüzgâr enerjisi güneşin yeryüzünü farklı sıcaklıklarda ısıtması dolayısıyla yeryüzünde oluşan basınç farklılıklarından kaynaklanır. Güneş var olduğu müddetçe rüzgâr enerjisi var olacaktır, dolayısıyla rüzgâr da tükenmez bir enerji kaynağıdır. Dünyaya ulasan güneş enerjisinin yaklaşık % 2 kadarı rüzgâr enerjisine çevrilir. Dünya rüzgar enerji potansiyelinin, 50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanda 26.000 Twh/yıl olduğu ve ekonomik ve teknik nedenlerden dolayı 9.000 Twh/yıl kapasitenin kullanılabilir olduğu tahmin edilmektedir. Yine yapılan çalışmalara göre, dünya karasal alanları toplamının (107.106 bin km<sup>2</sup>) %27'sinin (3.106 bin km<sup>2</sup>) yıllık ortalama 5.1

m/s'den daha yüksek rüzgar hızının etkisi altında kaldığı hesaplanmıştır. Bu potansiyelin değerlendirilebilmesi varsayımıyla 8 Mw/km<sup>2</sup> üretim kapasitesi ile 240.000 Gw Kurulu güce sahip olunabileceği belirtilmektedir (Dündar, 2010: 4).

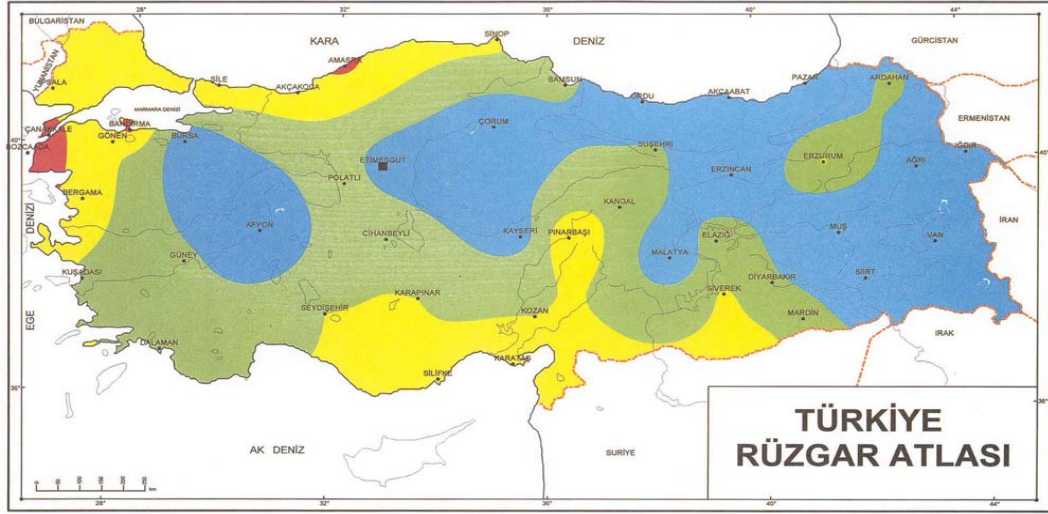
Şekil 2.45 Dünya Rüzgâr Türbin Kapasitesinin Gelişimi (Mw)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Dünya'da güneş enerjisinin belli bir büyüklüğe ulaşarak enerji kaynakları arasında yerini almaya başlaması ilk olarak 1980'lerin başında ABD'de, 1990'ların başında da Avrupa'da gerçekleşmiştir. Yapılan yatırımlarla hızla büyüyen sektör kapasite olarak 2009 sonu itibariyle dünyada 158738 MW'a, 2010 yılında ise 194.390 MW'a çıkmıştır. Bu kurulu güçle 430 Twh elektrik enerjisi rüzgar gücü ile üretilmiştir. ABD 36,3 Gwh ile rüzgâr kurulu gücünde ilk sıradayken, onu 33,8 Gwh ile Çin, 26,4 Gwh ile de Almanya takip etmektedir (DEK-TMK, 2011: 109). Şekil 2.45'te de görüldüğü gibi kapasite artışları özellikle 2001 yılından sonra oldukça hızlanmıştır. 2020 yılı içinse hedef 1245 Gw'tır. Bunun için de yapılması gereken yatırım miktarı 692 milyar Euro'dur. Bu süre içinde üretim maliyetlerinin 3,79 Euro-cents/Kwh'dan 2,45 Euro-cents/kWh'a düşmesi beklenmektedir. Türkiye rüzgâr enerjisi açısından önemli potansiyeli olan bir ülkedir. Yapılan analizler sonucunda Türkiye'de mevcut potansiyeli en az 48.000 MW olan, yıllık ortalaması 7,5 m/s 'nin üzerindeki bölgelerin olduğu ve bu bölgelerde karlı yatırım olanaklarının olduğu tespit edilmiştir (ETKB, Rüzgar Enerjisi: 2009).

Şekil 2.46 Türkiye'nin Rüzgâr Atlası



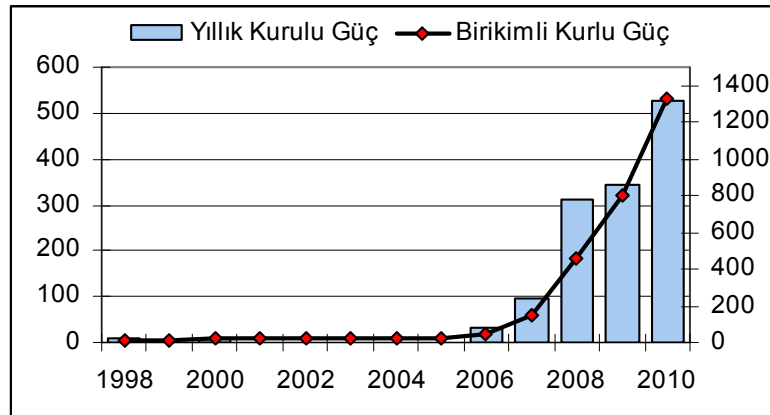
Kaynak: DMİ Rüzgar Atlası

Şekil 2.46'da Türkiye'nin rüzgâr atlası verilmiştir. Şekilde 5 farklı topoğrafik durum için yer seviyesinin 50 m yükseklikteki rüzgâr potansiyeli verilmiştir.

	Dark Blue	Red	Yellow	Light Blue	Green
<b>Hız (m/s)</b>	>7.5	6.5-7.5	5.5-6.5	4.5-5.5	<4.5
<b>Güç(w/m<sup>2</sup>)</b>	>500	300-500	200-300	100-200	<100

Rüzgâr hızı arttıkça elektrik üretim kapasitesi de artmaktadır. Koyu mavi renk rüzgâr hızı 7,5 m/s'nin üzerindeki bölgelerde 500 w/m<sup>2</sup>'nin üzerinde güç kapasitesi olduğunu göstermektedir. Bordo renkli bölgelerde hız potansiyeli 6,5–7,5 m/s ve güç potansiyeli 300–500 w/m<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Haritaya göre en fazla rüzgâr potansiyeli olan bölgeler Amasra, Çanakkale ve Bandırma'dır.

Şekil 2.47 Türkiye'nin Rüzgâr Kurulu Gücü (Mw)



DMİ (2010) Rüzgar Enerjisi Tahmin Sistemi, s.2

Bu potansiyelin, yapılan yatırım ve gerekli yasal düzenlemelerin yapılarak değerlendirilmesiyle 1998 yılında 8,7 Mw olan kurulu rüzgâr gücü, 2010 yılında 1328 Mw düzeyine ulaşmıştır. AB’de ise aynı değer 83118 mw’a çıkmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra 3.363 Mw Kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgâr projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden yaklaşık 1.100 Mw Kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir.

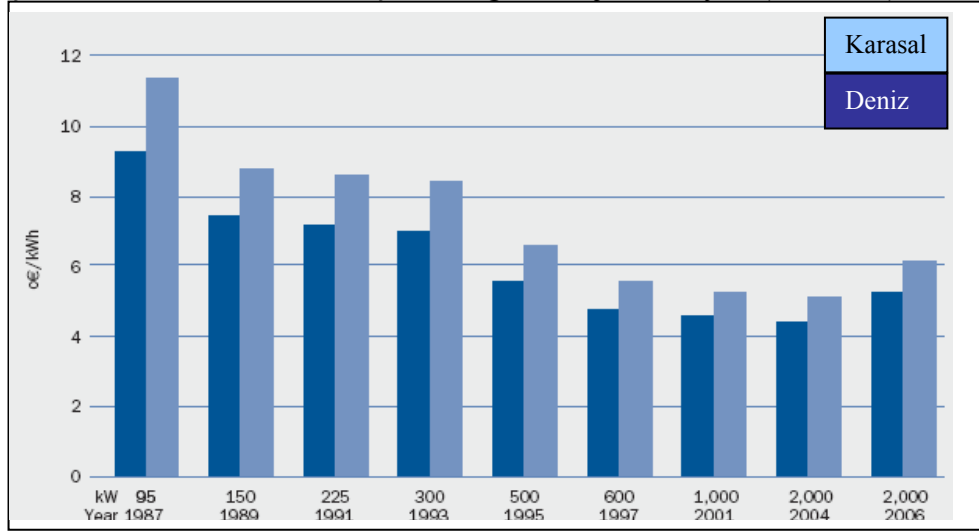
#### **2.2.2.2. Rüzgar Enerjisinin Ekonomik Yönü**

Rüzgâr enerjisinin teknik ve ekonomik olarak önemli bir potansiyeli vardır. 1 Mw’lık bir rüzgâr tribünü doğru konumlandırılmayla, aylık ortalama elektrik tüketiminin 230 kw olduğu yaklaşık 6250 hanenin elektrik ihtiyacını karşılayabilir. Rüzgâr enerjisi sektörü 2009 yılı itibariyle dünya genelinde toplam 550 bin kişinin çalıştığı, toplam satışların 50 milyar euro’luk yekün tuttuğu bir büyüklüğe ulaşmıştır. Rüzgâr türbinlerinde küresel piyasa 2020 yılına kadar şimdiki 8 milyar Euro’dan 80 milyar Euro yıllık iş hacmine çıkacaktır (WWER, 2009: 5–6). Rüzgâr enerjisi geliştirilecek yeni teknolojiler ve oluşturacağı ölçek ekonomileriyle giderek düşen maliyetlerle elektrik enerjisi ihtiyacına daha çok cevap verecektir. Maliyetlerin düşmesinin yanında rüzgâr tribünleri, yatırımın geri dönme süresi bittiğinde kendini amorti edecek ve yatırımcısına kar getirecek bir araç olacaktır. Rüzgâr tribünleri kendini yaklaşık 1 yılda amorti etmektedir (Wind Energy FAQ, <http://www.bwea.com/ref/>).

Rüzgâr enerjisinde teknik ve finansal olmak üzere iki önemli maliyet faktörü bulunmaktadır. Teknik faktörler kurulum yerinin rüzgâr alma süresi, rüzgâr tribününün büyüklüğü ve hızı ile ilişkilidir. Finansal faktörler ise kurulum maliyetleri, elektrik fiyatları, faiz oranları, verilen teşvikler, vergi oranları ve döviz kurlarından oluşmaktadır. Kurulum maliyetlerinin düşük olması, elektrik fiyatlarının yüksek olması, vergilerin düşük olması, faizlerin düşük seyretmesi, ekonomik büyümenin hızlanması, teşviklerin yeterli olması, döviz kurlarının istikrarlı olması yatırımın geri dönme süresini kısaltacak ve karlılık artacaktır (Yamak, 2006: 82)

Günümüz fiyatlarıyla 2 Mw’lık bir tribün yaklaşık 1,22 milyon €’ya mal olmaktadır. Kw başı maliyet kurulum yerinin rüzgâr rejimine göre düşebilmektedir. Rüzgâr hızı arttıkça cent-Euro/Kwh maliyeti 7–10 c€/Kwh’den 5–6 c€/Kwh’ye kadar düşmektedir.

Şekil 2.48 Birim Elektrik Başına Rüzgar Enerjisi Maliyeti (c€/ Kwh)



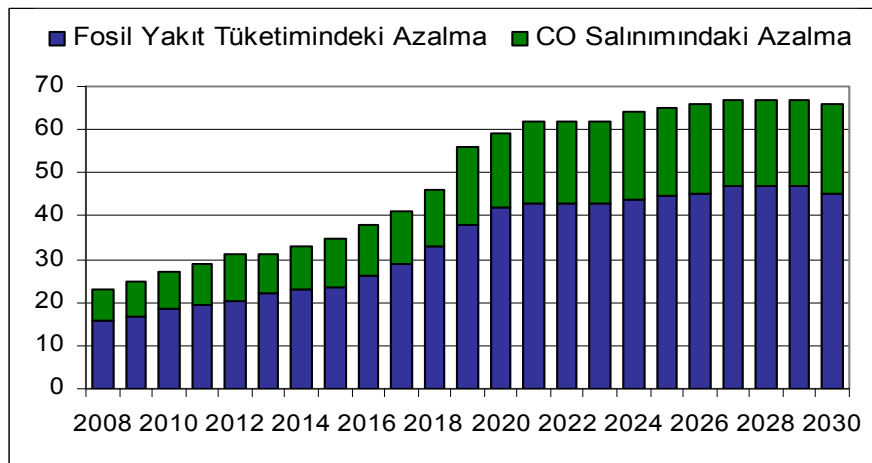
Kaynak: Morthorst, Awerbuch, EWEA 2009, p.10

Şekil 2.48’de Danimarka’da sektör üzerinde yapılan bir çalışmaya göre, birim elektrik üretimi (Kwh) başına 2006 fiyatlarıyla ve %7,5 ıskonto oranında rüzgar enerjisi maliyetlerinin yıllara göre değişimi verilmiştir. 1980’li yıllarda 95 kw gücündeki bir rüzgâr tribününden üretilen elektriğin birim fiyatı karasal tribünlerde 11 c€/Kwh ve deniz tribünlerinde 9 c€/Kwh iken, daha büyük tribünlerin yapılması, teknolojik ilerlemeler ve artan verim sayesinde 2000 Kw’lık bir tribünden üretilen elektriğin birim fiyatı karasal tribünlerde 6 c€/Kwh ve deniz tribünlerinde 5 c€/Kwh’ye kadar düşmüştür ve önümüzdeki yıllarda geliştirilecek yeni teknolojiler sayesinde %9–17 arasında düşüşler beklenmektedir. Bu düşüşlere bağlı olarak da sektör güçlenmekte, dünya genelinde rüzgâr tribünleri pazarı büyümekte ve tribün fiyatları giderek düşmektedir (Morthorst, Awerbuch, 2009: 8–10). Rüzgâr enerjisi ile birlikte sektörün büyümesi yeni iş sahaları açacak ve istihdam olumlu etkilenecektir. Yapılan her 100 Mw kapasite 140 kişiye iş olanağı sağlamaktadır. Diğer yandan yeni işletmelerin kurulması devletin vergi gelirini arttıracak, istihdamın artması gelir dağılımını olumlu etkileyecektir (Contanti, Beltrone, 2010: 8).

Tüm enerji türlerinde kullanılan teknolojiye bağlı olarak negatif veya pozitif dışsallıklar denilen sosyal ve çevresel maliyetler ve faydalar söz konusudur. Bazen bu maliyetler fiyatlara yansıtılmaz. Örneğin kömür santralinden elde edilen elektriğin fiyatına o santralin çevreye verdiği zararın eklenmesi, rüzgar santrallerinin çevre ile dost olmasından dolayı üretilen elektriğe teşvik verilmesi gerekir. Ancak hangi tipte santral yapılacağına karar verilirken genellikle uygun teknolojiye ve parasal maliyetlere bakılır,

çevresel ve sosyal maliyetler ikinci plana itilir. Rüzgar enerjisi değerlendirildiğinde, kurulum maliyeti ve kolaylığı açısından fosil tabanlı yakıtlara dayalı santraller avantajlı iken, enerji arz güvenliği, çevre kirliliği, döviz tasarrufu, verimlilik ve atıkların yönetimi açısından bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarının daha avantajlı olduğu görülür. Bu avantajlar üretimlerde maliyet hesapları içersine dâhil edilmemektedir. Fosil tabanlı yakıtların artan fiyatları, rezervlerinin kısalan ömrü ve küresel ısınmanın ne kadar ciddi bir sorun olduğunun anlaşılmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi her geçen gün artmaktadır. Hidrojen enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları geleceğin enerjisidir ve geliştirilen teknolojilerle her geçen gün maliyetleri düşmekte, enerji tüketimi içindeki paylarını arttırmaktadırlar (Gipe, 1995: 242).

Şekil 2.49 CO<sub>2</sub> ve Fosil Yakıt Maliyet Tasarrufu (Petrol-90, \$/varil;CO<sub>2</sub>-€25/t)



Kaynak: EWEA 2009, p.12

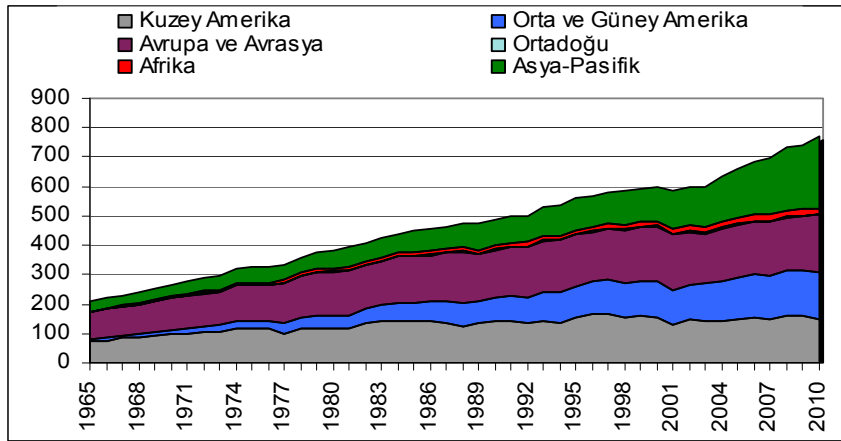
Şekil 2.49’da 1 Mw’lık deniz rüzgâr türbininin toplam faaliyet süresi boyunca yıllara göre fosil yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> salınımındaki azalmanın parasal faydası verilmiştir. Fosil yakıt tüketimindeki azalma Twh başına CO<sub>2</sub> salınımındaki azalma ise ton başına verilmiştir. Buna göre bu rüzgâr türbini faaliyet süresi boyunca CO<sub>2</sub> salınımında Twh başına 690g azalma meydana getirmekte bunun da parasal değeri €25/t CO<sub>2</sub> olmakta, fosil yakıtlarda ise Twh başına 42 milyon €’luk (petrol fiyatları varili 90\$ kabul edilmiştir) tasarruf sağlamaktadır. Son olarak rüzgar enerjisi, enerji güvenliği açısından yakıt maliyetlerini ve uzun dönemli yakıt fiyatı risklerini eleyen ve ekonomik, politik ve tedarik riskleri açısından diğer ülkelere bağımlılığı azaltan yerli ve her zaman kullanılabilir bir kaynaktır. Ancak rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması ve üretilen elektriğin kalite sorunları gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Morthorst, Awerbuch, 2009: 12).



### 2.2.2.3. Dünya’da ve Türkiye’de Hidrolik Enerji

Çeşitli enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerji santralleri çevre dostu olmaları ve düşük risk taşımaları sebebiyle tercih edilmektedir. Hidroelektrik santraller; çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, uzun ömürlü, işletme gideri çok düşük, dışa bağımlılığı azaltan yerli bir kaynaktır.

Şekil 2.50 Dünya Hidrolik Enerji Tüketimi (Mtep)



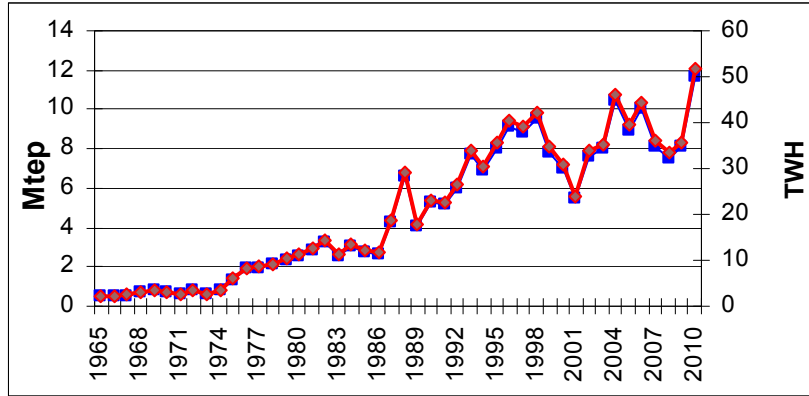
Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.50’de dünya hidrolik enerji tüketimi verilmiştir. 1965 yılında 209,6 Mtep (926,5 Twh) olan tüketim 2010 yılında 775 Mtep’ye (3427,7 Twh) çıkmıştır. Diğer enerji türlerinde olduğu gibi K. Amerika’nın payı %73’ten %21’e, Avrupa ve Avrasya’nın payı %42’den %24’e gerilerken, Asya Pasifik’in payı %16’dan %30’a, Orta ve Güney Amerika’nın payı ise %4,3’ten %21’e çıkmıştır. Afrika’nın payı ise hemen hemen hiç değişmemiştir. Bu haliyle enerji türleri içinde hidrolik enerji, kömür ile birlikte dünya üzerine en eşit dağılan enerji türlerinden biridir.

Bir ülkedeki hidrolik enerji potansiyeli incelenirken brüt potansiyel, ekonomik potansiyel ve teknik potansiyel dikkate alınır. Türkiye’nin brüt hidroelektrik potansiyeli (bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teorik üst sınırı) 433 Milyar Kwh, teknik potansiyeli (bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teknolojik üst sınırı) 216 Milyar Gwh/yıl’dır. Ekonomik potansiyel ise bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik optimizasyonunun sınır değerini gösteren, gerek teknik açıdan geliştirilebilmesi mümkün, gerekse ekonomik yönden tutarlı olan tüm hidroelektrik projelerin toplam üretimidir. Burada beklenen faydaları (gelirleri),

masraflarından (giderlerinden) fazla olan su kuvveti projelerinin hidroelektrik enerji üretimi gösterilir (ETKB, Hidrolik Enerji: <http://www.enerji.gov.tr/tr>).

Şekil 2.51 Türkiye'nin Hidrolik Enerji Tüketimi (Mtep)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

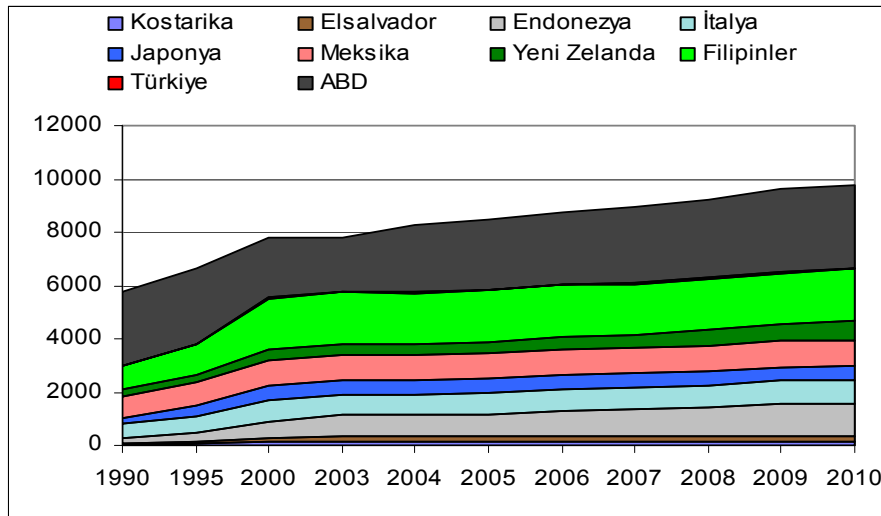
Türkiye'nin ekonomik olarak yararlanılabilir potansiyeli 129,9 Milyar Kwh'dir 2009 yılı sonu itibariyle işletmede bulunan 150 adet HES (hidroelektrik santrali) 14.417 Mw'lık kurulu güce ve toplam potansiyelin yaklaşık %38'ine karşılık gelmektedir. 2009 yılında Türkiye elektrik üretiminin %18,5'i hidroelektrik santrallerden temin edilmiştir. (EİE, Türkiye'nin Hidrolik Enerji Potansiyeli, <http://www.eie.gov.tr/>).

Son yıllarda yaşanan kuraklıklar hidroelektrik santrallerinden beklenen katkının sağlanamamasına neden olmaktadır. Ancak hidroelektrik üretimi 2009 yılında 2008 yılına göre %7,8 oranında artarak 35.870 Mw olarak gerçekleşmiştir. Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek tüm hidroelektrik potansiyelin 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılması hedeflenmektedir (ETKB, Hidrolik Enerji: <http://www.enerji.gov.tr/tr>).

#### 2.2.2.4. Dünyada ve Türkiye'de Jeotermal Enerji

Yeraltındaki kayalar içinde birikmiş olan ısının yüzeye taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisine jeotermal enerji denir. Jeotermal enerji kullanılarak üretilen elektrikte CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> gazlarının salınımı düşük olduğundan temiz bir kaynaktır. Jeotermal enerji düşük sıcaklıklarda (20–70°C) konutların ısıtılmasında, Orta (70–150°C) ve yüksek sıcaklıklarda (150°C'den yüksek) elektrik üretiminde temiz bir şekilde kullanılabilir.

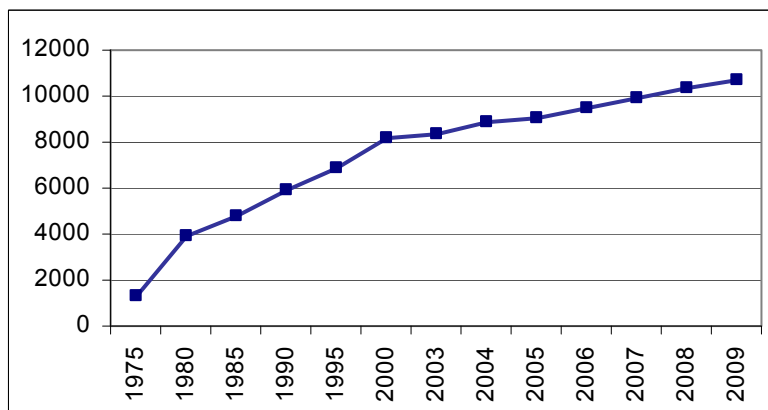
Şekil 2.52 Bazı Ülkelerin Jeotermal Kurulu Güç Kapasitesinin Gelişimi (Mw)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.52 ve 2.53'te dünya'da bazı ülkelerin jeotermal enerji kurulu güçleri ve kullanımı verilmiştir. Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 10.906 MW, yıllık üretim 89,9 milyar Kwh'dir. jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD (3101 Mw), Filipinler (1966 Mw), Endonezya (1197 Mw), Meksika (958 mw) ve İtalya (863 Mw) şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 33.000 Mw'tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye'dir. Dünya jeotermal enerji tüketimi ise özellikle 1979 petrol krizinden sonra artmıştır. 1980 yılında 3880 Mw olan dünya tüketimi, 1990 yılında 5943 Mw'a çıkmıştır.

Şekil 2.53 Dünya Jeotermal Enerji Tüketimi (Mtep)



Kaynak : BP Statistical Review 2011

Türkiye tektonik bir kuşak üzerinde yer aldığından jeotermal potansiyeli yüksektir. MTA tarafından 1962 yılında başlanan jeotermal enerji arama çalışmalarında 2010 yılı Haziran ayı sonu ile 494 adet, 239.000 m sondajlı arama yapılarak 190 adet

saha keşfedilmiş ve doğal çıkışlar hariç açılan kuyularla 3855 Mwt ısı enerjisi elde edilmiştir. Keşfedilmiş jeotermal saha sayısı 190'a ulaşmıştır. Bunlardan 7 tanesi elektrik üretimine uygun olan Aydın-Umurlu (150°C), Aydın-Sultanhisar (146°C), Aydın/Bozköy (143°C), Aydın/Atça (124°C) ve Aydın/Pamukören (188°C), **Nazilli/Bozyurt** (127°C), Kütahya/Şaphane (181°C) jeotermal sahalarıdır. Son olarak 2010 yılında Kütahya Şaphane'de 2.500 m derinlikte 181 °C sıcaklıkta 35 l/s debide elektrik üretimine uygun jeotermal akışkan bulunmuştur (MTA-Türkiye'de Jeotermal Enerji Çalışmaları, 2009: <http://www.mta.gov.tr>). Yapılan incelemelere göre jeotermal potansiyel 31.500 Mw'tır. Özellikle Batı Anadolu'da (%77,9) yoğun jeotermal enerji potansiyeli vardır. Yine jeotermal alanların %55'i ısıtma uygulamalarına uygundur. Örneğin jeotermal enerji kullanılarak 1200 dönüm sera ısıtması yapılmakta, 15 yerleşim biriminde 100.000 konut jeotermal enerji ile ısıtılmakta ve 215 kaplıca 402 Mw (Yılda 10 milyon kişi) jeotermal enerji kullanmaktadır (ETKB 2010, Jeotermal Enerji: <http://www.enerji.gov.tr>). VIII kalkınma planında da özellikle konut ve şehir ısıtma uygulamalarının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Her ne kadar jeotermal potansiyel, fosil tabanlı yakıtlarla yarışabilecek düzeyde olmasa da bu enerji kaynağı yenilenebilir, çevreyi kirletmeyen ve sürdürülebilir özellikleriyle önemli avantajlar sunmaktadır. Türkiye'de, jeotermal enerji üzerine belirgin bir devlet politikası olmadığı için MTA tarafından yapılan çalışmalarla potansiyeller açığa çıkarılmakta, yerel yönetim ve özel sektör tarafından değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Yapılması gereken bürokrasinin azaltılması, devlet teşviklerinin sağlanması ve kaynakların etkin işletilmesidir. Bu süreçte ortaya çıkabilecek teknik, finansal ve mühendislik konularındaki ihtiyaçları gidermek için devlet, özel sektör ve işbirliği yapmalıdır (Güneş, 2009: 64).

#### **2.2.2.5. Dünyada ve Türkiye'de Biyokütle Enerjisi**

Biyokütle; sürdürülebilirlik, kolay ulaşılabilirlik, çevre üzerinde zararlı olmaması ve kırsal kesimlerde sosyo-ekonomik gelişmeye yardımcı olması bakımından pek çok avantajları olan, yenilenebilir, tükenmez bir enerji kaynağıdır. Biyokütle ya doğrudan yakılarak ya da çeşitli süreçlerde (havasız çürütme, piroliz, fermantasyon, gazlaştırma, hidroliz, biyofotoliz, esterleşme reaksiyonu) biyokütlenin yanma kalitesi artırılarak alternatif biyoyakıtlar (biyogaz, çöpgazı, biyodizel, biyoetanol, sentetik yağ) şeklinde tüketilir (Topal ve Arslan, 2008: 242–243). Böylelikle hem tarımsal atıklar

değerlendirilecek hem de orman varlığı yenilenecektir. Dünyada bitkilerden fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüşerek ortaya çıkan enerji insanoğlunun enerji ihtiyacının on katıdır. Biyokütle başlığı altında enerji ormancılığı ve biyoyakıtlar olmak üzere iki ana alt bölüm vardır. Dünyada biyokütle güç kapasitesi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi artmaya devam etmektedir. 2008 yılında 2 Gw'lık kapasite artışı ile birlikte toplam dünya biyokütle kapasitesi 52 Gw'a ulaşmıştır. Dünyada bazı AB ülkeleri, Brezilya ve Çin biyokütle enerjisinden en fazla faydalanan ülkelerdir. Örneğin ABD elektrik tüketiminin %3'ünü biyokütle enerjisinden sağlamaktadır.

Türkiye'de ise önemli bir biyokütle potansiyeli mevcuttur, ancak bu enerjiden daha çok klasik yöntemlerle (ticari olmayan yakıt biçiminde) yararlanılmaktadır. Türkiye'nin brüt biyokütle enerji kapasitesi yaklaşık 135–150 Mtep, kayıplar düşüldükten sonra ise 90 Mtep olarak hesaplanmaktadır. Teknik potansiyel dikkate alındığında bu rakam 40 Mtep, ekonomik kapasite dikkate alındığında toplam biyokütle enerjisi kapasitesi 25 Mtep olmaktadır. ETKB odun, hayvan ve bitki atıklarının kullanıldığı toplam biyokütle üretimini 2020 yılında 7.530 Mtep'ye çıkarmayı planlamaktadır. Böylelikle hem alternatif enerji kaynakları daha iyi değerlendirilecek hem de çevre kirliliğinde azalma olacaktır (Topal ve Arslan, 2008: 243–244).

#### **2.2.2.5.1. Enerji Ormanı**

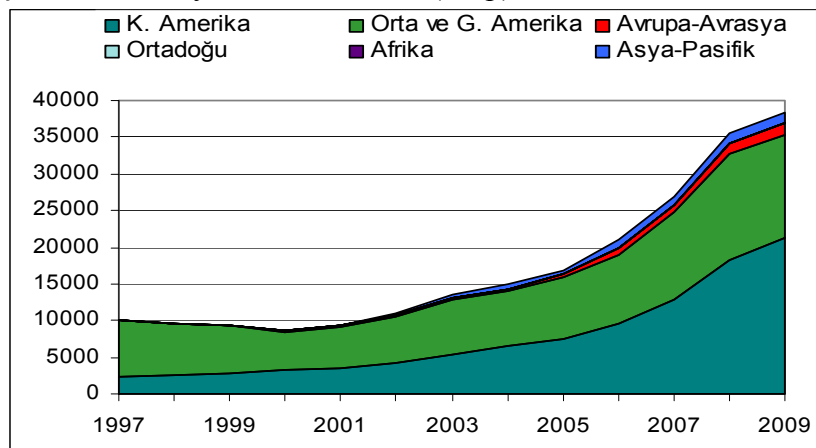
Enerji ormancılığında Türkiye oldukça zengindir. Enerji ormancılığına uygun, ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen pek çok ağaç (Kızıl Çam, Kara Çam, Sedir, Akkavak, Meşe, Dişbudak ve Servi gibi) Türkiye'de yetişmektedir. Bu şekilde enerji ormancılığına uygun alanların toplam orman varlığı içindeki payı yaklaşık %32'dir (6.719.113 hektar). Ancak Türkiye'de enerji ormancılığı açısından uygun alanların sadece %15'i değerlendirilmekte, çağdaş bilimsel ve teknik boyutu ile söz konusu ormanlardan yararlanılamamaktadır. Örneğin İsveç enerji ormanlarından elde ettiği odunu modern tesislerde yakarak ihtiyacı olan elektrik enerjisinin %15'ini üretmektedir (Ünaldı, 2003: 58–59). Türkiye'de de 20 yıl boyunca işletilecek 336.000 hektarlık bir alandan 70 ster/ha birimine göre yıllık 2.350.000 ster yakacak odun elde edilecektir. Enerji değeri bakımından 1 kg odun=3/10 kg fuel oil olduğundan söz konusu enerji ormanlarının tam olarak oluşturulmasıyla 23 milyon ster odun elde edilecek ve bu

miktardan elde edilecek enerji yaklaşık 3,83 Mtep'ye eşit olacaktır. Enerji ormancılığının yanında Türkiye tarımsal atıklar (hububat bitkileri, şeker pancarı gibi) bakımından da zengindir. Bu atıklardan da yaklaşık 9,5 Mtep'lik enerji elde edilebileceği hesaplanmaktadır (Saraçoğlu, 1996: 52).

#### 2.2.2.5.2. Biyoyakıtlar

Biyoyakıtlar da en önemli seçenekler, dizel yakıtına alternatif olan biyogaz, biyoethanol ve biyomotorin'dir. Bunların üretiminde kullanılan aspir, ayçiçeği ve kanola gibi bitkiler Türkiye'de rahatlıkla yetişebilir. Ayrıca biyoyakıtlar konutların ısıtılmasında, benzinle karıştırılarak ulaştırma sektöründe ve sanayide de kullanılabilir. Türkiye'nin biyogaz üretim potansiyeli 1,5-2 Mtep, 2,5-4 milyar m<sup>3</sup> veya 25 milyon Kwh'dir. Toplam biyogaz potansiyelinin %85' i gübre gazından kalanı ise katı atık düzenli depolama sahası gazındandır. 22 milyon ton olan toplam akaryakıt tüketimi için biyoethanol kurulu kapasitesi 160 bin ton'dur. Bu potansiyelin değerlendirilmesiyle atıkların yarattığı çevre kirliliği azalacak, temiz elektrik üretimi sağlanacaktır. Özellikle çöplerin düzgün depolanmasıyla üretilecek elektrik enerjisi faydalı olacaktır. Türkiye'de günlük 65.000 ton endüstriyel ve evsel çöpün ve ayrıştırılarak düzenli depolanması ve anaerobik fermantasyonu ile %40 ila %60 oranında metan içeren çöp gazı üretimi mümkündür. Biyokütle kaynakları içinde yer alan tarımsal atıklarda ise potansiyel yaklaşık 8,6 Mtep'dir ve bunun 6 Mtep'si ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Türkiye'de 2005 yılında 2 Btep ile başlayan toplam biyokütle enerji üretimi 2007 yılında 11 Btep'ye, 2008 yılında da 66 Btep'ye çıkmıştır (Topal, Arslan, 2008: 244-245).

Şekil 2.54 Dünya Etanol Üretimi (Btep)



Kaynak: BP Statistical Review 2010

Şekil 2.55’te dünya biyoetanol üretimi verilmiştir. 1997 yılında 10 milyon ton olan üretim özellikle 2000 yılından itibaren hızla artarak 40 milyon tona yaklaşmıştır. 2009 yılı itibariyle dünya’da ABD 20 milyon tonluk üretimle ilk sırada yer alırken, onu 13 milyon tonluk üretimiyle Brezilya takip etmektedir. Türkiye’nin 2009 yılı biyoetanol üretimi 20 bin ton olarak gerçekleşmiştir.

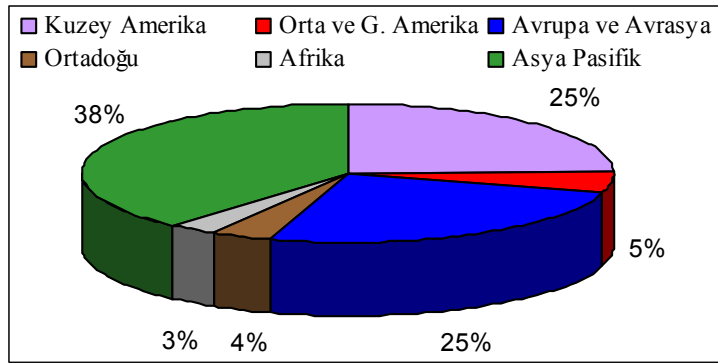
## **2.3. İKİNCİL ENERJİ KAYNAKLARI**

### **2.3.1. Dünyada ve Türkiye’de Elektrik Enerjisi**

Elektrik enerjisi diğer enerji türlerinde göre en hızlı gelişme gösteren enerji türüdür, çünkü elektrik enerjisi tüketimi refah toplumunun göstergelerinden biridir. Elektrik piyasası oluşumunun ilk yıllarında daha çok devlet, bir kamu hizmeti olarak dağıtım işini üstlenmiş ancak zamanla tüm dünyada enerji sektörünün serbestleştirilmeye başlanmasıyla beraber, sektörde özelleştirmeler yapılmış ve özel sermaye çeşitli dağıtım şirketleri kurarak piyasaya girmiştir. Sektördeki doğal tekeller kamu otoritesi altına alınmaya çalışılmıştır. Elektriğin bazı kullanım alanlarında tam ikamesi mümkün değildir. Bu yüzden piyasanın mümkün olduğu kadar rekabet kurallarına uygun ve etkin çalışması önemlidir (Akcollu, 2003: 1-7).

Elektrik pahalı bir enerji türüdür. Depolanması oldukça masraflıdır. Zaten mevcut alternatiflerde yeteri kadar etkin değildir, bu yüzden arz ve talebin sürekli dengelenmesi gerekir, aksi takdirde (örneğin arz fazlalığından dolayı üretim mutlaka kısılmalıdır) şebeke tehlikeye girer. Elektrik enerjisi hem yenilenebilir, hem de yenilenemeyen enerji kaynaklarından elde edilebilir. Ancak bu enerji kaynakları tüm ülkelere eşit olarak dağılmış durumda değildir. Dünyada bazı ülkeler zengin rezervleri ile ihracatçı pozisyonundayken, diğerleri bu enerji kaynaklarını ithal etmek zorundadırlar (İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007: 3).

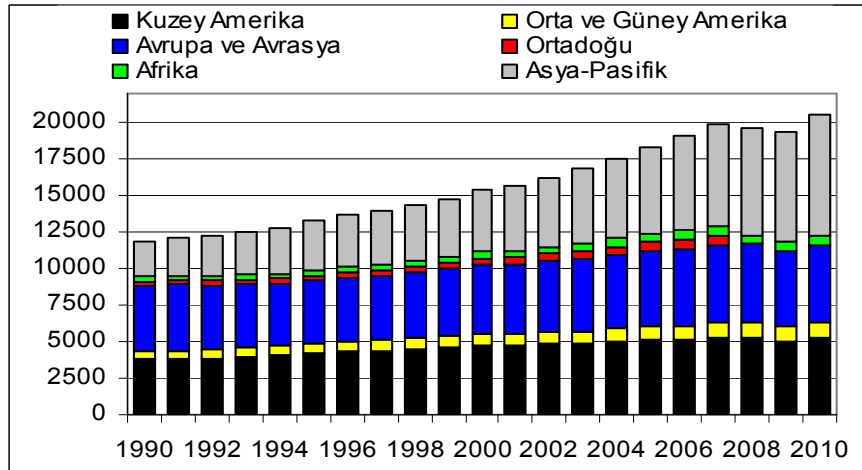
Şekil 2.55 Dünya Elektrik Enerjisi Üretiminin Dağılımı (2010, %)



Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.55’de dünya toplam elektrik enerjisi üretiminin dağılımı verilmektedir. Toplam tüketim 2010 yılı itibariyle 21325 Tws’tir. Üretimde 8204 Tws ve %38 pay ile Asya-Pasifik ilk sırada, 5311 Tws ve %25’lik pay ile Avrupa ve Avrasya ikinci sırada, 5225 Tws ve %25’lik pay ile Kuzey Amerika üçüncü, 1104 Tws ve %5’lik pay ile Orta ve Güney Amerika dördüncü, 814 Tws ve %4’lük pay ile Ortadoğu beşinci ve son olarak 664 Tws ve %3’lük paylık üretimle Afrika gelmektedir. Dünyadaki elektriğin %20’si yalnızca ABD tarafından tüketilmektedir.

Şekil 2.56 Dünya Elektrik Enerjisi Üretimi (Twh)



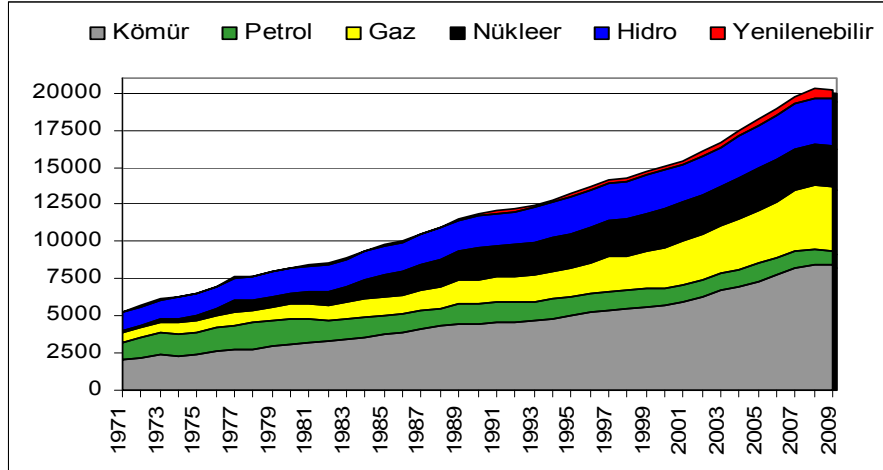
Kaynak: BP Statistical Review 2011

Şekil 2.56’da dünya elektrik enerjisi üretiminin gelişimi verilmektedir. 1992 yılı itibariyle dünya toplam elektrik enerjisi üretimi 12211 Tws’tir. Avrupa ve Avrasya 4448 Tws ve %36’lık pay ile ilk sırada, Kuzey Amerika 3880 Tws ve %32’lik pay ile ikinci sırada, Asya-Pasifik 2733 Tws ve %22’lik pay ile üçüncü, Orta ve Güney Amerika 550 Tws ve %4,5’lik pay ile dördüncü, Afrika 329 Tws ve %3’lük pay ile beşinci ve son olarak Ortadoğu 269 Tws ve 2,2’lik pay ile altıncıdır. 2010 yılına



gelindiğinde toplam üretim 21325 Twh'ye çıkarken üretimin dağılımı değişmiştir. Kuzey Amerika ile Avrupa ve Avrasya'nın payı 25'e düşerken, Orta ve Güney Amerika'nın payı %5'e, Ortadoğu'nun %3,8'e, Afrika'nın %3,1'e ve Asya'nın payı %38'e çıkmıştır.

Şekil 2.57 Dünya Elektrik Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı (2009, Twh)



Kaynak: OECD Factbook 2011

Şekil 2.57'de dünya elektrik üretiminin yakıt kaynaklarına göre dağılımı verilmiştir. 1971 yılında 5.245 Twh olan üretim 2009 yılındaki dalgalanmadan sonra 2010 yılında 21325 Twh'ye çıkmıştır. Bu süreçte elektrik tüketimi artarken yakıt tiplerinin payları değişmiştir. Kömür'ün payında bir değişiklik olmazken, petrolün payı 1971'de %21'den 2009 yılında %5'e ve hidrolik enerjinin payı %22'den %15'e düşmüştür. Buna karşılık nükleer enerjinin payı %2'den %14'e, doğal gazın payı %13'ten %21'e çıkmıştır. Petrolün payının düşmesinde özellikle 1979 petrol krizi ve 1990'ların sonundan günümüze kadar olan süreçte fiyatların hızlı bir artış eğilimi içinde olması etkili olmuştur. Petrol artık pahalı bir enerji kaynağıdır ve fiyat artışlarının önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmektedir. Hidrolik enerjinin ise toplam içindeki payı düşmüştür, ancak mutlak değer olarak üretim miktarı 1206 Twh'den 3038 Twh'ye çıkmıştır. Hızlı artış gösteren iki enerji kaynağı nükleer enerji ve doğal gazdır. Nükleer enerji geliştirilen yeni teknolojilerle daha güvenli, ucuz ve çevreci olması nedeniyle payını arttırmış ancak 1990'ların başından itibaren artış hızı düşmüştür. Yapılan projeksiyonlarda da payının çok az bir artış eğilimi içinde olacağı öngörülmektedir. Doğal gaz ise düşük fiyatı ve düşük CO<sub>2</sub> salınımı nedeniyle elektrik üretimi içindeki payını arttırmış ve gelecek yıllarda da arttırmaya devam edecektir.

Tablo 2.6’da OECD ülkelerinin 2009 yılı elektrik üretimi verilmiştir. Toplam üretim 10.468 Twh’dır. Yakıt tiplerinin payına bakıldığında Kanada, Avusturya, İsveç, İsviçre ve Fransa hariç termik kaynakların (petrol, doğal gaz ve kömür) %60’dan fazla olduğu görülür. Fransa’da elektrik üretiminde ilk sırada %76,5 ile nükleer enerji gelirken Kanada ve Avusturya’da yaklaşık %60 ile hidrolik enerji gelmektedir. İsveç’te nükleer enerjinin payı %42, hidrolik enerjinin %46 iken İsviçre’de sırasıyla %40 ve %55’tir.

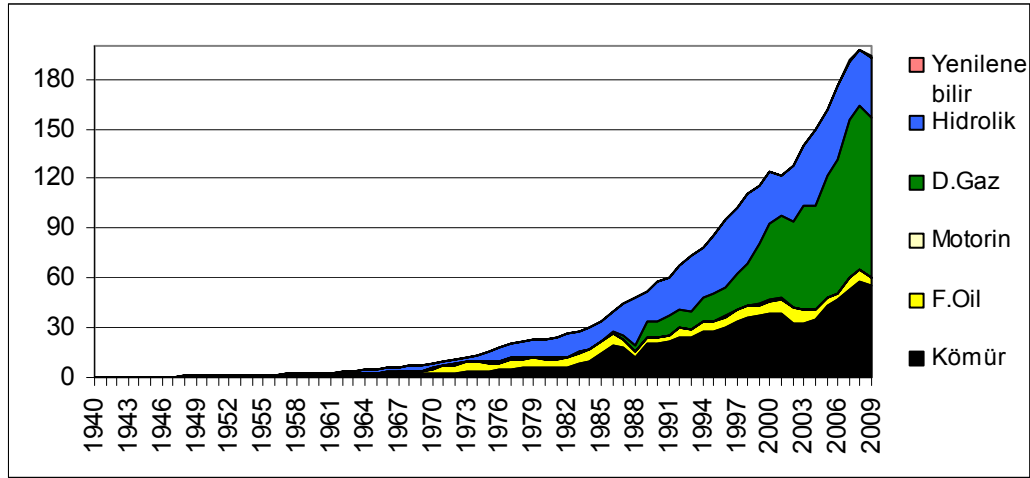
Kaynak: OECD Ülkeleri Elektrik Üretimi (Twh, 2011)

ÜLKELER	KÖMÜR	SIVI	GAZ	YENİLENEBİLİR + Atık	TERMİK TOPLAM	NÜKLEER	HİDROLİK	JEOTERMAL	GÜNEŞ+ RÜZGAR	G.TOPLAM
AVUSTURALYA	203.34	2.64	35.85	2.76	244.59		12.30		4.08	260.97
AVUSTURYA	5.03	1.14	12.34	4.80	23.31		43.66	0.00	2.02	68.99
BELÇİKA	6.15	0.28	29.31	5.26	41.00	47.22	1.76		1.25	91.23
KANADA	91.63	8.30	37.50	6.71	144.14	90.42	363.96		4.71	603.23
ŞİLİ	14.89	12.15	3.93	4.27	35.24		25.30		0.18	60.72
ÇEK CUMHURİYETİ	48.68	0.16	0.98	1.86	51.68	27.21	2.98		0.38	82.25
DANİMARKA	17.68	1.18	6.73	4.02	29.61		0.02		6.73	36.36
ESTONYA	8.08	0.05	0.11	0.31	8.55		0.03		0.20	8.78
FİNLANDİYA	15.90	0.53	9.80	8.95	35.18	23.53	12.69		0.66	72.06
FRANSA	28.70	6.17	21.01	6.09	61.97	409.74	61.91		8.56	542.18
ALMANYA	257.14	9.64	78.88	35.56	381.22	134.93	24.71	0.02	51.58	592.46
YUNANİSTAN	34.19	7.68	11.02	0.24	53.13		5.65		2.59	61.37
MACARİSTAN	6.42	0.63	10.42	2.45	19.92	15.43	0.23		0.33	35.91
İZLANDA	0.00	0.00			0.00		12.28	4.55		16.83
İRLANDA	6.62	0.92	16.30	0.18	24.02		1.26		2.96	28.24
İSRAİL	34.40	2.23	18.02	0.04	54.69		0.02		0.30	55.01
İTALYA	43.42	25.95	147.27	9.40	226.04		53.44	5.34	7.82	292.64
JAPONYA	279.44	91.62	284.95	21.43	677.44	279.75	82.13	2.89	5.71	1047.92
KORE	208.86	19.81	70.28	0.72	299.67	147.77	5.64		1.42	454.50
LÜKSEMBURG	0.01		2.84	0.12	2.97		0.83		0.08	3.88
MEKSİKA	29.52	45.75	138.47	2.72	216.46	10.50	26.71	6.74	0.61	261.02
HOLLANDA	26.59	1.49	68.71	7.62	104.41	4.23	0.10		4.76	113.50
YENİ ZELANDA	3.29	0.01	8.97	0.59	12.86		24.22	4.86	1.53	43.47
NORVEÇ	0.09	0.03	4.24	0.29	4.65		127.07		1.06	132.78

POLONYA	134.70	2.72	4.79	5.46	147.67		2.97		1.08	151.72
PORTEKİZ	12.90	3.29	14.71	2.38	33.28		9.01	0.18	7.74	50.21
SLOVAKYA	4.28	0.63	1.97	0.55	7.43	14.08	4.60		0.05	26.16
SLOVENYA	5.14	0.03	0.59	0.19	5.95	5.74	4.71		0.00	16.40
İSPANYA	37.18	18.97	107.45	4.19	167.79	52.76	29.16		44.15	293.85
İSVEÇ	1.60	0.73	1.55	12.20	16.09	52.17	65.98		2.49	136.72
İSVİÇRE	0.01	0.10	0.68	2.40	3.19	27.69	37.51		0.07	68.45
TÜRKİYE	55.67	4.81	96.10	0.34	156.92		35.96	0.44	1.50	194.81
İNGİLTERE	106.04	4.37	165.48	12.43	288.32	69.10	8.95		9.32	375.67
ABD	1892.66	50.45	949.78	72.29	2965.18	830.21	298.41	17.05	77.38	4188.21
OECD	3620.23	324.46	2361.03	238.82	6544.54	2242.47	1386.15	42.07	253.27	10468.50
<b>DÜNYA</b>	<b>8118.56</b>	<b>1026.76</b>	<b>4299.51</b>	<b>288.11</b>	<b>13732.93</b>	<b>2696.77</b>	<b>3328.63</b>	<b>66.67</b>	<b>304.75</b>	<b>20129.79</b>

Kaynak: TEİAŞ, Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 2.58 Türkiye’de Elektrik Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı (2009, Twh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri

Şekil 2.58’de Türkiye’nin yıllara göre elektrik üretimi ve bu üretimin yakıt kaynağı bazında dağılımı verilmiştir. 1940 yılında 396 Gwh olan üretim ortalama %9,5 oranında artarak 2008 yılında 198,4 Twh’ye çıkmış ancak 2009 yılında etkili olan küresel krizin etkisiyle 194,8 Twh’ye düşmüştür. 1940 yılında kömür, fuel-oil, LPG, motorin ve doğal gazdan oluşan termik kaynaklı yakıtların toplamdaki payı %96 iken 2009 yılında %80’e düşmüştür.

Termik kaynakların söz konusu dönemdeki içsel dağılımı oldukça değişmiştir. Kömürün payı 1940 yılında %88’den 1974 yılına kadar sürekli gerileyerek 1973 yılında %33 seviyesine gerilemiştir. Bunda petrol fiyatlarının düşük seyretmesi etkili olmuştur. Şekil 2.58’de görüldüğü gibi fuel-oil’in payı 1940 yılında %2’den 1973 yılında %60’a kadar çıkmıştır. aynı nedenle yerli ve yenilenebilir bir kaynak olan hidrolik enerjinin payı da 1940 yılında %3,5’ten 1956 yılına kadar önemli bir artış göstermemiş, planlı ekonominin etkisiyle yapılan yatırımlarla 1973 yılında hidrolik enerjinin payı %21’e çıkmıştır. Ancak 1973 yılında yaşanan kriz tüm dengeleri değiştirmiş, yerli kaynak olan kömür ve hidrolik enerjinin termik kaynaklar içindeki payı hızla artarken, ithalata bağlı olan motorin ve fuel-oil tüketimi hızla azalmış ve 2009 yılında %2’ye düşmüştür. Kömür tüketiminin termik kaynaklar içindeki payı ise 1986 yılına kadar %70’e çıkmıştır. Ancak termik kaynakların toplam içindeki payı yine de düşmeye devam etmiş buna karşılık hidrolik enerji’nin toplam içindeki payı 1973 yılında %21’den 1988 yılında %60’a çıkmıştır. 1985 yılında doğal gaz ile tanışan Türkiye’de dengeler tekrar değişmiş doğal gazın termik kaynaklar içindeki payı 1985 yılında %0,3’ten 2009 yılında

%61'e çıkmıştır. Doğal gazdaki artışın etkisiyle termik kaynakların toplam içindeki payı 1985 yılında %64'ten 2009 yılında %80,6'ya çıkmıştır. Yine doğal gazdaki artışın etkisiyle hidrolik enerji'nin payı 1985 yılında %35'ten 2009 yılında %18,5'e düşmüştür. Yenilenebilir enerji kaynakları ise diğer kaynaklar karşısında bir varlık gösterememekte ve payları %1 civarında seyretmektedir.

### 2.3.2. Dünyada ve Türkiye'de Hidrojen Enerjisi

Hidrojen evrenin temel enerji kaynağı, güneşin ve yıldızların yakıtıdır. 1 kg hidrojen 2,1 kg doğal gaz ve 2,8 kg petrole eşdeğerdir, dolayısıyla yanma verimliliği fosil tabanlı yakıtlardan daha yüksektir. Yandığı zaman havadaki oksijen ile birleşir ve atık olarak CO<sub>2</sub> değil su buharı oluşur. Çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretilmez. Hidrojenin diğer bir avantajı depolanabilir olmasıdır. Hidrojen gazı, suyun içerisinden elektrik akımı geçirilerek üretildiğinde yüksek basınçlı tanklarda, evlerde fabrikalarda veya araçlarda kullanılmak üzere depolanabilir. Örneğin ulaşım sektöründe yaygın olarak kullanılabilmesi yakıt piline dayalı otomotiv teknolojilerinin geliştirilmesi gerekir. (Karacan, 2007: 251).

Günümüzde hem benzinin hem de hidrojenin beraber kullanıldığı hibrid motorlu araçlar kullanılmaktadır. Ancak gerekli teknoloji seviyesi yetersiz kaldığı için hidrojen diğer yakıtlara göre oldukça pahalıdır. Bu yüzden de ticari kullanımı henüz yaygın değildir. Sadece NASA bu enerjiyi uzay araçlarında kullanmaktadır. 2004 yılı itibariyle üretim miktarı 50 milyon ton/500 milyar m<sup>3</sup> (170 Mtep) dir 2004 yılında yaklaşık 11 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir ve bu değer enerji cinsinden karşılığı 48 Gw'tır Karşılaştırılacak olursa, 2003 yılındaki ortalama elektrik üretimi 442 gigawatt'tır (ETKB, Hidrojen Enerjisi ).

Hidrojen enerjisinde teknoloji ve kaynak yetersizliği olduğu için çeşitli ülkelerin işbirliği sonucu uluslararası programlar başlatılmıştır. Avrupa Topluluğu ile Kanada'nın EURO-QUEBEC (hidro-hidrojen) projesi, Norveç ve Almanya'nın NHEG projesi, Almanya ve Suudi Arabistan'ın HY-SOLAR (güneş-hidrojen) Projesi, İskandinav ülkeleri ile Yunanistan'ın işbirliği, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) hidrojen enerjisi projeleri, Birleşmiş Milletler UNIDO-ICHET hidrojen çalışmaları bunlardandır. Bu çalışmalardan Euro-Québec Hidro-Hidrojen Pilot Projesi (EQHHPP) 100 Mw'lık bir kapasitededir. Bu proje ile Kanada'da hidrolik kaynaktan elde olunacak elektrik enerjisi

suyun elektrolizinde kullanılacak, üretilecek gaz hidrojen, yine Kanada'da sıvı hidrojen (LH<sub>2</sub>), amonyak (NH<sub>3</sub>) ve metilsikloheksan (MCH) biçiminde bağlanarak, Atlantik'ten gemilerle Avrupa'ya taşınacaktır. Böylece Kanada'daki 100 MW'lık hidrolik güç, Almanya Hamburg'da 74 MW'lık hidrojen gücüne dönüşmüş olacaktır. Bu güçle yılda 614 GWh elektrik enerjisi sağlanacaktır. Proje tesis maliyeti 415 milyon ECU (~514.4 milyon ABD \$'ı) dır. Değişik senaryolara göre 2025 yılında dünya genel enerji tüketiminin ulaşacağı düzey 12 000–16 000 Mtep olması beklenmektedir. Aynı yılda dünyada 1500–2600 Mtep hidrojen enerjisinin kullanılması planlanmaktadır. Bu durumda hidrojen'in dünya birincil enerji tüketimindeki payının % 9-21 arasında değişmesi beklenmektedir. Hidrojenin depolanması ve nakledilmesi oldukça pahalı olduğu için, üretimin büyük çoğunluğu bölgesel olarak gerçekleşmiş ve genellikle üretici firma tarafından hemen tüketilmiştir. 2005 itibarıyla, tüm dünyada, bir yıl içerisinde üretilen hidrojenin ekonomik değeri 135 milyar ABD doları'dır. (OBİTET Hidrojen Enerjisi, www.gazi.edu.tr).

Tablo 2.7. Dünya Hidrojen Kullanımı (2010, m<sup>3</sup>)

Sektör	Yıllık Kullanım Miktarı
Suni Gübre Sanayi	25.000
Bitkisel Yağ (margarin) Üretimi	16.000
Rafineriler	1.200
Petrokimya Endüstrisi	30.000
Hidrojen Hayvansal Yağ Üretimi	200–300
Gaz veya Sıvı Hidrojen Üretimi	6.000

Kaynak: ETKB Hidrojen Enerjisi

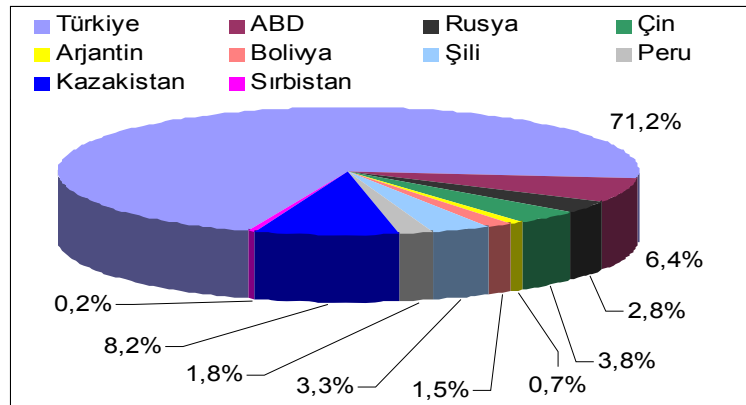
### 2.3.3. Dünyada ve Türkiye'de Bor Enerjisi

Bor aslında kendi başına bir enerji kaynağı değil, ancak diğer kimyasallarla birleştiğinde enerji kaynağı olabilen bir madendir. Burada alternatif ve emisyonuz bir enerji kaynağı olarak ta “Hidrojen” gündeme gelmiş ve yapılan bilimsel çalışmalar hidrojen üzerinde yoğunlaşmıştır. Bor türlerinden olan bor hidrür, hidrojenin taşınma depolanma ve patlama gibi risklerini yok eden bir taşıyıcıdır.

Bor'un kullanım alanları teknoloji seviyesine bağlı olarak henüz ara malların üretiminde daha çok kullanılmaktadır. Bu kapsamda ilaç, inşaat, boya, tekstil, deterjan, sabun, ısıya dayanıklı cam, emaye, fiberglas, seramik, elektrik, izolasyon ve tarımda

kullanılan kimyasal maddelerin üretiminde kullanılmaktadır. Günümüzde bunlara ek olarak enerji depolamada, su arıtma işlerinde, atık temizleme işlemlerinde, otomobillerde hava yastığı ve hidrolik fren imalinde, bilgisayar teknolojisinde, otomotiv ve silah teknolojisinde hafif ve kurşungeçirmez zırh malzemesi olarak, jet ve roket yakıtlarında, atom enerjisi denetim rodlarında, çelik güçlendirmede, ısı ve radyasyondan koruyucu lehavalar, yanmayı geciktirici malzeme ile son derece dayanıklı malzemenin imali gibi alanlarda da kullanılmaktadır (ETİ Maden, <http://www.etimaden.gov.tr>).

Şekil 2.59 Dünya Bor Rezervleri Dağılımı (2010, %)



Kaynak: BOREN <http://www.boren.gov.tr/icerik.php?id=26>

Dünya toplam bor rezervi yaklaşık 1,241 milyar tondur. Bu rezervlerin dağılımına bakıldığında şekil 2.59'de görüldüğü gibi Türkiye %71,2 ile ilk sıradadır. Onu %8,2 ile Kazakistan, %6,4 ile A.B.D. takip etmektedir.

Tablo 2.60 Dünya Bor Rezervleri Dağılımı (2010, Bin ton)

Ülke	Günlük Ekonomik Rezerv	Muhtemel Mümkün Rezerv	Toplam Rezerv (Bin ton)	Toplam Rezerv (%)
Türkiye	227	624	885	72,2
ABD	40	40	80	6,8
Rusya	40	30	35	8,5
Çin	27	9	47	3,1
Arjantin	2	7	9	0,8
Bolivya	4	15	19	1,6
Sili	8	33	41	3,5
Peru	4	18	22	1,9
Kazakistan	14	85	102	1,3
Sırbistan	3	0	3	0,3
<b>TOPLAM</b>	<b>369</b>	<b>861</b>	<b>1243</b>	<b>100</b>

Kaynak: <http://www.alternaturk.org/borkullanım>, <http://www.boren.gov.tr>



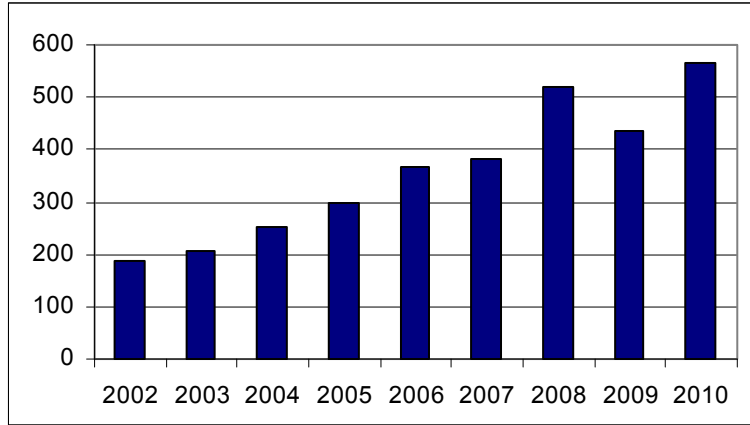
Türkiye, dünyanın en büyük ve iyi kalitede bor rezervlerine sahip olan ve buna paralel olarak dünyada en yüksek bor üretimini gerçekleştiren ülkedir. 1980'lerin başında %25 olan Türkiye'nin payı, 2009 yılında %37'ye çıkarak dünyada ilk sıraya yerleşmiştir. Dünya ekonomilerinde 2001 yılından buyana devam eden büyüme eğilimine paralel olarak bor talebi de artmış ancak 2008 yılı ortalarında başlayan kriz nedeniyle talep 2009 yılının ilk iki çeyreğinde en düşük seviyelerine ulaşmış, 2009 yılının ikinci yarısından sonra tekrar iyileşme eğilimine girmiştir. Kriz döneminde bor tüketimindeki daralma, krizin bor tüketiminin yaygın olduğu bölgeler ile inşaat ve otomobil gibi bor tüketimi açısından önemli olan sektörlerde daha şiddetli olmasından dolayı, dünya ekonomisindeki daralmanın çok üzerinde gerçekleşmiştir. 2002 yılında 436 bin ton olan bor kimyasalları ve eşdeğeri ürün üretimi, 2009 yılı sonunda brüt 4,8 milyon ton, fiili üretim ise 3,29 milyon ton olmuştur (ETİ Maden Bor Sektör Raporu 2009: 11). Dünya bor tüketimi ise 2009 yılında %26,3 azalarak 2,9 milyon ton olmuştur. Dünya talebinin yaklaşık %37'si Eti Maden, %28'i Rio Tinto Borax ve %35'i de diğer üreticiler tarafından karşılanmıştır. Talebinin önemli bir kısmı Türkiye tarafından sağlanmaktadır, ancak gerekli yatırımların yapılmaması ve teknoloji yetersizliği nedeniyle Türkiye istediği katma değeri yaratamamaktadır. Ürünler yeteri kadar katma değer kazanmadan ihraç edilmektedir. Önemli olan rafine bor ürünlerinin üretilip ihraç edilmesidir. Bu yüzden bor rezervlerini yüksek kalite ve teknolojide işleyecek sanayiler kurulmalıdır (Külebi, 2007: 89–92).

Devlet bu amaca dönük olarak 2003 yılında Türkiye'de ve dünyada bor ürün ve teknolojilerinin geniş bir şekilde kullanımını, yeni bor ürünlerinin üretimini ve geliştirilmesini sağlamak, yapılacak olan araştırmalar için gerekli bilimsel ortamı sağlamak, bu alanda araştırma yapan kamu ve özel hukuk tüzel kişileri ile işbirliği yaparak bilimsel araştırmaları yapmak, koordine etmek ve bu araştırmalara katkı sağlamak amacıyla Ulusal Bor Enstitüsünü kurmuştur (BOREN-Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, <http://www.boren.gov.tr/icerik.php?id=99>).

Bor'un yoğun olarak kullanıldığı endüstriler (yalıtım fiberglas, Selüloz yalıtım, fiberglas tekstil, Borosilikat cam gibi) Türkiye'de fazla gelişmemiştir, dolayısıyla Türkiye'nin tüketimi dünya üretiminin %1-2'si civarındadır. Yani Bor'a dayalı endüstrilerde Türkiye dışı bağımlıdır. Dünya bor ticareti yaklaşık 1,5 milyon ton/yıl ve

1,25 milyar dolardır (Tabakoğlu ve Diğerleri, 2006: 470). Türkiye'nin bor ihracat geliri 2002 yılında 186 milyon \$'dan, 2008 yılında 518 milyon dolara çıkmıştır.

Şekil 2.61 Türkiye'nin Bor İhracatı (Milyon \$)



Kaynak: ETİ Maden Bor Sektör Raporu 2009, s.11

2009 yılında toplam bor ürünleri satış geliri, 435 milyon \$'ı ihracat olmak üzere 451 milyon \$ olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılı yurt dışı bor kimyasalları ve eşdeğeri ürün satış miktarı, 2002 yılına göre %126 artarak 925 bin ton, yurt dışı bor kimyasalları ve eşdeğeri ürün satış gelirleri ise 2002 yılına göre %232 artarak 402 milyon \$'ı olmuştur. Eti Maden'in bor satışları 2009 yılında küresel krizin etkisiyle bir önceki yıla göre toplam ürün bazında %26 azalış göstermiş ve 1,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Yine 2009 yılında Eti Maden'in bor satışları bir önceki yıla göre değer bazında %16 azalış göstererek 451 milyon ABD\$ olmuştur. Bu satışlarla pazar payı, miktar (ton) bazında %37 olarak gerçekleşmiştir. Böylece Eti Maden bir önceki yılda olduğu gibi pazarda yine birinci sırada yer almıştır (ETİ Maden Sektör Raporu 2009: 2).

2010 yılında ise küresel krizin etkilerinin geçmeye başlamasıyla sektör, bor talebinin artmasıyla tekrar yükseliş eğilimine girmiştir. Dünya üretim kapasitesi 2,23 milyon ton B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4,85 milyon ton) seviyelerine ulaşmış fiili bor üretimi ise %24 artarak yaklaşık 4,09 milyon ton civarında gerçekleşmiştir. Tüketim ise 2010 yılında bir önceki yıla göre %32 artarak 3,95 milyon tona ulaşmıştır. Bu talebin %40'ını Eti Maden, %27'sini RT Borax ve kalan %33'ünü diğer üreticiler karşılamıştır. Eti Maden'in bor satışları miktar bazında %50 artışla 1,6 milyon tona, parasal bazda %43 artışla 647 milyon dolara çıkmıştır (ETİ Maden Sektör Raporu, 2010: 2).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE'DE ENERJİ POLİTKALARININ GELİŞİMİ VE SEKTÖREL ENERJİ KULLANIMI

#### 3.1. TÜRKİYE'DE ENERJİ POLİTİKALARININ GELİŞİMİ

Tarihin ilk devirlerinden günümüze kadar olan dönemde enerjinin insan hayatındaki önemi ve insanoğlunun ona olan ihtiyacı sürekli artmış, özellikle son 200 yıldaki endüstriyel ve teknolojik gelişmeler nedeniyle enerji, hem ekonomilerin hem de günlük insan hayatının önemli bir parçası olmuştur. Ekonomik gelişmenin giderek daha çok enerjiye dayanması ile enerji, ülkelerin uluslar arası arenada kullandıkları stratejik bir silah haline gelmiştir. Büyüme ve kalkınma hedefi ortaya koyan her ülke, buna uygun oranda enerji tüketmek zorundadır. Ancak Türkiye fosil tabanlı enerji kaynakları açısından yeterince zengin değildir. Birincil enerji tüketiminde bunların payı çoğunluktadır ve bu kaynaklarda Türkiye dışa bağımlıdır. Sonuç olarak belirlenecek enerji politikaları hem ülkenin ekonomik gelişimini hem de uluslararası siyasetteki konumunu etkileyecektir.

Cumhuriyetin ilanı ile yeni bir devletin temelleri atılırken öncelikli hedef gelişmiş batılı devletlerin refah seviyesine ulaşmak ve her alanda tam bağımsızlık olmuştur. Bunun içinde sanayileşme ve tarımda modernleşme ana hedefler olarak belirlenmiştir. Bu hedeflere de, her alanda bağımsızlık ilkesiyle hareket eden genç Türkiye Cumhuriyetinin kendi öz kaynaklarını değerlendirerek ulaşması hedeflenmiştir. Ancak yukarıda belirtildiği gibi Türkiye enerji kaynakları açısından zengin değildir. Dolayısıyla cumhuriyetin ilk yıllarında enerji politikalarında ana hedef yerli kaynakların payının mümkün olduğu kadar artırılmasıdır. Böylece hem enerji arz güvenliği sağlanacak hem de enerjide dışa bağımlılık azalacaktır. Diğer yandan bu politikaya paralel olarak devlet enerji sektöründeki yabancı sermayeli şirketleri devletleştirilmiş ve piyasada tek oyuncu konumuna gelmiştir.

İkinci dünya savaşından planlı döneme kadar olan dönemde, sektörde devlet tarafından üretici, planlayıcı ve sektörü düzenleyici kurumsal yapı oluşturulmuş ve enerji politikalarında asıl hedef üretimi mümkün olduğu kadar arttırmak olmuştur. Bu amaca uygun olarak yabancı sermayeli şirketlerin sektördeki payı artmaya başlamıştır. Cumhuriyetin kuruluşundan 1945'e kadar olan dönemde linyit ve taş kömüründen

oluşan termik kaynakların payı tüketim içinde en büyük paya sahipken, bu dönemde hidrolik enerjinin payı artmaya başlamıştır. Yine bu dönemde ülkedeki motorlu araç sayısının, tarımda makineleşmenin artması ve ham petrol fiyat seviyesinin düşük olması nedeniyle petrolün payı 1973 petrol krizine kadar hızla artmış, termik ve hidrolik enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı azalmıştır. Planlı dönemde ise enerji politikaları kalkınma planlarına göre yürütülmüştür. Plan döneminde devletin tüm ekonomide olduğu gibi enerji sektöründe de ağırlığı artmış, gerçekleştirilen yatırımlar çoğunlukla kamu kaynaklarıyla yapılmıştır.

1980 dönüşümü ile enerji sektöründe de liberal politikalar etkisini göstermiş ve sektörde devletin payının azaldığı, özel sektörün de karar mekanizmasına yerleştiği bir döneme girilmiştir. Böylelikle enerji üretiminin artması, sektöre daha çok yatırım yapılması ve maliyetlerin düşmesi umulmuştur. 2000’li yıllar sektörde özelleştirmelerin hızlandığı yıllardır. Böylelikle özel sektörün dinamizminden faydalanılması, piyasaların daha rekabetçi hale gelerek verimliliğin ve üretimde kalitenin artması, enerji fiyatlarının düşmesi ve üretimin artması hedeflenmiştir.

### **3.1.1. Planlı Dönem Öncesi**

#### **3.1.1.1. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı Öncesi Dönem (1923-1932)**

Cumhuriyetin kuruluşu ile birlikte kendine belirli bir sanayileşme ve kalkınma çizgisi belirleyen Türkiye, enerji politikalarını da ülkenin ihtiyaçları doğrultusunda oluşturmaya çalışmıştır. Osmanlı dönemi imtiyazlar dönemi iken, cumhuriyet dönemi, devletin enerji piyasasında ağırlığını hissettirdiği dönemdir. Bu dönemde özel sektörü teşvik politikası devam etmiş, sektör yatırımlarının önünü açıcı düzenlemeler yapılmıştır ancak yeni bir devlet oluşumunun gereği olarak devlet, tüm ekonomik sektörlerde olduğu gibi enerji sektöründe de planlayıcı ve düzenleyici olmuştur. Ülkenin kendi ayakları üzerinde kalkınması hedeflendiği için de enerji tüketiminde yerli kaynakların, özellikle maden kömürünün payının artırılması hedeflenmiştir (Erkin, 2010: 2).

Kurulan yeni cumhuriyetle yeni bir iktisadi yapı oluşturulmuş, Osmanlı döneminden kalan bazı ekonomik kurumlar tasfiye edilmiş, ülke ekonomisinin gelişimini engelleyen kapitülasyonlar kaldırılmıştır. 17 Şubat 1923 yılında toplanan İzmir İktisat Kongresi ile de yeni kurulan Cumhuriyetin ekonomik sisteminin hangi

sisteme dayanacağı tüm dünyaya duyurulmuştur (Ataç ve Diğerleri, 2002: 101–106). Kongrede enerji sektörü ile ilgili olarak Ereğli-Zonguldak havzası ile Soma ve diğer kömür yataklarının içinde buldukları durumu düzelterek tedbirlerin alınması, tüm kamu kurumlarının, demir yollarının, fabrikaların yerli enerji kaynaklarına yönelmesi, maden kömürünün dış rekabete karşı korunması, Ereğli-Zonguldak havzasının jeolojik yapısının tespit edilmesi, haritalarının iyi bir şekilde hazırlanması, ayrıca bölgede mülkiyet durumunun ve sınırların belirlenmesi ve bu konularla ilgili olarak görülmekte olan davaların kısa zamanda kesin bir sonuca bağlanması kararlaştırılmıştır (Yılmaz ve Uslu, 2007: 259).

Bu dönemde toplam enerji tüketimi, şehirleşmenin az, ekonomik gelişmenin zayıf ve sanayi sektörünün cılız olması nedeniyle sınırlı kalmıştır. Osmanlı imparatorluğu, Avrupa’da ortaya çıkan sanayi devrimini yeterince yakından takip edememiş ve bu nedenle sanayileşme hiçbir zaman istenilen seviyede gerçekleşmemiştir. (Pamuk, 1994: 124–138). Sanayi sektörünün zayıf, tarım sektörünün daha güçlü olması ile toplam enerji tüketimi de sınırlı olmuş, konutların enerji tüketimindeki payı öne çıkmış, enerji sanayiden çok ısıtma amacıyla konutlarda kullanılmıştır. Dolayısıyla ticari olmayan enerji türlerinin tüketim içindeki payı bu yıllarda daha çoktur. (DTM, 2006: 1).

Enerji kaynakları içinde kömür ilk sıradadır. Sektörde taşkömürü alanında 1896 yılında Zonguldak’taki kömür kaynağını işletmek amacıyla kurulmuş Fransız sermayeli Ereğli şirketi’nin yanı sıra, yerli özel sermayeye ait İş Bankası da işletmeciliğe girmiştir. Ancak, İktisat Vekâleti’ne bağlı Havza İktisat Müdürlüğü, önemli enerji kaynaklarının millileştirilmesi politikası doğrultusunda, ocakların işletilmesini kontrol altına almıştır. Linyitte ise özel bazı özel sektör firmaları faaliyetlerine devam etmiştir. (TUSİAD 1998: 244).

Millileştirme politikaları doğrultusunda 1926 yılında çıkarılan bir yasa ile hükümet petrol arama ve işletme yetkilerini eline almıştır. Ancak söz konusu dönemde petrol bulunamadığı gibi yabancı şirketlerin arama yapma talepleri de olmamıştır. Yabancı şirketler daha çok hazır petrol ürünleri pazarında yer almıştır. Elektrik konusunda ise özel sektörü teşvik edici olan imtiyazlı ortaklıklar politikası değiştirilmemiştir. Alman MAN ve AEG şirketlerince 1925 yılında dizel jeneratörle Ankara elektriğe kavuşturulmuştur. Elektrik sektöründe Alman, Belçika, İtalyan ve

Macar sermayeli yabancı ortaklıklarının ağırlığı devam etmiştir. Ancak elektrik sektöründe yabancı şirketlere rakip olarak yerli şirketler de bu alana girmeye başlamış, örneğin 1926 yılında Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.S. kurulmuştur. Bu dönemdeki 45 santralin 3 tanesi taşkömürlü termik, 11 tanesi hidrolik, 27 tanesi dizel, 4 tanesi buhar makineli ve 3 tanesi de gaz motorludur. Bu dönem sonunda elektrik santralleri kurulu gücü 33 Mw'dan 78 Mw'a yükselmiştir. Mevcut santrallerin %98'i termal kaynaklıdır. Kişi başı elektrik tüketimi 3,3 Kwh'den 6,7 Kwh'a ve elektrik kullanan kent sayısı 40'a ulaşmıştır (TUSİAD 1998: 244).

### **3.1.1.2. Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı (1933–1938)**

Cumhuriyetin kuruluşundan itibaren uygulanan özel sektörün teşvik edilerek sanayileşmenin sağlanması politikası bir takım iç ve dış faktörler yüzünden artık uygulanamaz hale gelmiştir. Dışta 1929 ekonomik buhranının dünyayı etkisi altına alması, içte özel sektörün yetersiz sermaye birikimi, nitelikli insan gücü eksikliği, aramalı ve hammadde sanayinin yeterince gelişmemesi ve yabancı mallarla rekabet edilememesi gibi unsurlar nedeniyle ekonomik büyüme hedeflerinden sapmalar meydana gelmiştir. İşte bu koşullarda ikinci dünya savaşının sonuna kadar devletçilik ve korumacılık politikası tüm ekonomi politikalarına ve sanayileşmeye yön vermiştir. Dönemin politikasına uygun şekilde, birazda Sovyetler Birliğinde ki planlı ekonomiden esinlenilerek Birinci Beş Yıllık Sanayi Planı hazırlanmıştır. Böylece devlet bu dönemde doğrudan doğruya sanayi işletmeciliğine başlamıştır (Boratav, 1988: 45–52).

İlk defa hazırlanan 1. ve 2. beş yıllık sanayi planlarında enerjiyle ilgili olarak enerji üretimini artırmak, dışa bağımlılığı azaltmak, enerji maliyetlerini düşürmek ve buna bağlı olarak döviz tasarrufu sağlamak hedeflenmiştir. Ülkenin sanayi planlarında belirtilen sanayi tesislerinin kurulması ile enerji ihtiyacının ne kadar artacağı ve artan bu ihtiyacın hangi kaynaklardan karşılanacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Enerji maliyetlerini düşürmek ve hedeflenen sanayileşme doğrultusunda artacak enerji üretimini karşılamak amacıyla yerli enerji kaynaklarından olan hidrolik ve termik kaynaklara daha çok yönelme kararı alınmıştır. (Yılmaz ve Uslu, 2007: 259).

Yeraltı kaynaklarının devlet eliyle çıkarılması ve değerlendirilmesi amacıyla 22 Haziran 1935 tarihinde 2804 sayılı yasayla Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü kurulmuştur. Görevleri maden ve taş ocakları kaynaklarını aramak, bulmak ve işletmeye

uygun olup olmadığını tespit amacıyla gerekli etütleri, kimyasal ve teknolojik analizleri yapmak ve sektöre mühendis ve kalifiye işçi yetiştirmektir (MTA, 2011: <http://www.mta.gov.tr>). Burada amaç daha çok ülkenin taşkömürü ve linyit rezervlerini belirlemektir. MTA kuruluşu ile birlikte hemen Seyitömer, Tavşanlı ve Soma bölgelerinde faaliyetlerine başlamıştır ve zamanla yapılan kamulaştırmalarla devlet taş kömüründe tek üretici olmuştur. 14.06.1935 tarihinde 2805 sayılı Kanunla yine yeraltı kaynaklarını işletmek ve değerlendirmek üzere, sanayinin ihtiyacı olan madenleri, endüstriyel hammaddeleri, enerjiyi üretmek ve bu işlerin yapılması için gerekli sermayenin toplanacağı ve her türlü bankacılık işlemini yapması için Etibank kurulmuştur (Etibank, 2011: <http://www.etimaden.gov.tr>). Etibank'tan asıl beklenen yeni kurulacak termik santralleri finanse etmektir. Elektrik sektörü ile ilgili olarak ülkenin hidrolik, jeotermal, biyokütle, güneş ve rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesi, gerekli fizibilite raporlarının hazırlanması ve projelendirmesinin yapılması için Elektrik İşleri Etüt İdaresi kurulmuştur (EİEİ, Vizyon-Misyon, 2011: <http://www.eie.gov.tr>).

### **3.1.1.3. İkinci Beş Yıllık Sanayi Planı (1938-1942)**

İkinci beş yıllık plan 1938 yılında hazırlanmıştır. 1929 ekonomik buhranının yarattığı küresel ekonomik konjonktür ve Avrupa'da esen savaş rüzgarları hükümeti mümkün olduğu kadar dış fazla verdiren ekonomi politikalarını benimsemeye zorlamıştır. Birinci planda ağırlık verilmeyen enerji sektörüne ağırlık verilmiş madencilik, petrol, kömür, kökenli sentetik akaryakıt, benzine katılacak alkol üretimine ve elektrik santrallerinin yapımına önem verilmiştir. (TUSİAD 1998: 245). Özellikle Ereğli kömür ve Kütahya linyit havzaları için rasyonel işletme esasları belirlenmiş, ülkede petrol olmayışı nedeniyle akaryakıtın kömür ve linyitten yapay olarak üretilmesine imkân veren teknoloji ve maliyet hesapları raporlanmıştır. İkinci planla birlikte devlet, maden işletmeciliğinde ve elektrik enerjisi üretim ve dağıtımında aktif rol almaya Etibank'ın kurulması ile başlamış, Ergani, Murgul ve Divrik madenleri Etibank tarafından satın alınmıştır. (Sağlam, 1977: 82). Ancak ikinci dünya savaşı nedeniyle ikinci beş yıllık plan uygulanamamıştır.

Kamu, özel sektör ve nihai tüketicilerin ihtiyaçları için petrol ve petrol ürünlerini ithal etmek, pazarlamasını yapmak ve bu ürünlerin arzında yaşanabilecek kesintileri

önlemek amacıyla da 1941 yılında Petrol Ofisi kurulmuştur. Dönemin diğer önemli gelişmesi petrol arama faaliyetleri ile ilgilidir. Uzun uğraşlar sonucunda nihayet 1940 yılında MTA tarafından Raman'da petrol bulunmuştur. Kaynağın ekonomik kullanımı ise 1948 yılında başlamıştır (Esin, 1973: 56). Elektrik sektöründe ise tüm yabancı sermayeli şirketler ve imtiyazlı yabancı ortaklar devletleştirilerek, sektör tamamen devletin denetimine girmiştir. Kamusal olarak artık sadece devlet ve belediyeler elektrik üretecektir. Yerli sermayeli özel elektrik şirketlerine ise dokunulmamıştır. Dönem boyunca kredi yetersizliğinden dolayı büyük çaplı baraj ve hidro santraller kurulamamış, 1950 yılına gelindiğinde Türkiye'nin kurulu gücü ancak 407,8 MW'a, toplam elektrik üretimi 798,5 GW'a ve kişi başı elektrik tüketimi ise 32 kwh'a çıkmıştır. Kapasite artışı 1940 yılına kadar ortalama %10'un üzerinde gerçekleşmiş ancak 1940 yılından sonra savaş koşulları nedeniyle kapasite artış oranı düşmüştür (TUSİAD 1998: 245).

#### **3.1.1.4. Liberal Ekonomi Deneme Dönemi (1946–1960)**

II. Dünya Savaşından sonra kurulan yenedünya düzeninde artık devletçi politikalar terk edilmiş yerine liberal politikalar ağırlık kazanmaya başlamıştır. Türkiye de dünyadaki bu değişimlerden etkilenmiş ve özellikle 1950 yılında Demokrat Partinin iktidara gelmesi ile liberal iktisat politikaları uygulanmaya başlanmıştır. Bunda Türkiye'nin o yıllarda Birleşmiş Milletler, Dünya Bankası ve Uluslar arası Para Fonu (IMF) üye olabilme kaygısı da etkili olmuştur (Çavdar, 1992: 220–221). Bu yeni dönemde devlet işletmeciliği, ekonomideki devlet sektörünün tasfiyesi değil sadece iktisat politikaları anlamında artık uygulanmamıştır. Bu dönemde dışalım yerine yerli üretimin birinci aşaması (ithal ikameci sanayileşme) özel ve kamu kesimlerinin birlikte gelişmesiyle sağlanmıştır. (Kepenek, Yentürk, 2003: 109). Demokrat parti ekonomiden devletçiliği tasfiye etmiş, ağır sanayi yatırımlarına girişmek yerine özel sektörü desteklemeye çalışmıştır. Beş yıllık kalkınma planlarını terk ederek, daha çok tarıma ve alt yapı yatırımlarına önem vermiştir. Asıl amaç özel sektörün girişimlerini canlandırmaktır (Kazgan, 1999: 98–102).

Dönemin ekonomi politikalarına uygun olarak enerji piyasasında da yabancı sermayeli şirketlerin girişi teşvik edilmiştir. Dönemin ilk önemli gelişmesi 1949 yılında Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi'nin kurulmasıdır. Derneğin amacı



Türkiye'nin büyüme hedefleri doğrultusunda, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinin dışına çıkmadan, ulusal arası alanda enerji işbirliğini sağlamak, enerjiye ulaşımı kolaylaştırmak, büyüme hedeflerine uygun enerji planlaması yapmak, enerjinin çevre ile uyumlu, verimli ve ekonomik şartlarda üretiminin çevriminin, iletiminin, dağıtımının ve kullanımının sağlanması amacıyla bilimsel, teknik ve sosyal nitelikli çalışmalar yapmak ve ulaştığı sonuçları kamuoyu ile paylaşmaktır (DEK-TMK, 2011: <http://www.dektmk.org.tr>). Komite ilk olarak 1953 yılında birinci Enerji Kongresini düzenlemiştir. Kongre ile ülkenin enerji ihtiyacı ve bu ihtiyacın karşılanması için yapılan çalışmalar ve elektrik üretim ve tüketiminin geldiği nokta değerlendirilmiş, kömür, hidrolik kaynaklar ve enerji üretiminde diğer kaynaklardan yararlanma imkânları ortaya konulmuş, inşasına başlanan enerji tesisleri hakkında raporlar etüt edilmiştir (TUSİAD 1998: 246).

1950–60 döneminde altyapı yatırımlarının artmasına, sanayi ve tarım sektörlerindeki büyümeye paralel olarak enerji tüketimi ve enerjinin ekonomideki önemi hızla artmıştır. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Başbakanlık Atom Enerjisi Kurumu, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) bu dönemde kurulmuştur. Sarıyar, Seyhan, Kemer, Göksu hidrolik santralleri 1956 ve 1959 yıllarında, Tunçbilek ve Soma termik santralleri de 1956 ve 1957 yıllarında kurularak üretime geçmiştir. Ancak üretimin tüketimi karşılamaması nedeniyle elektrik fiyatları sürekli yükselmiş ve sanayi tesisleri otoprodüktör santralleri kurmak zorunda kalmıştır (DTM 2006: 2).

Zonguldak Çatalgözü termik santrali 1948 yılında devreye alınmış ve 1952 yılında 154 kV'luk bir enerji iletim hattı ile İstanbul'a elektrik takviyesi yapılmıştır. 1956 yılında Sarıyar HES'e bağlanan şehir içi şebeke ile ulusal enetrikonekte elektrik sisteminin ilk nüvesi oluşturulmuştur. Daha önceleri belde santralleri ve otoprodüktörler, sadece içinde olduğu bölgenin elektrik ihtiyacını karşılarken, termik santralleri birbirine bağlayan ulusal şebekenin kurulması ile tüm ülke genelinde elektrik ihtiyacının devamlı, güvenilir ve daha düşük maliyete karşılanması mümkün olmuştur (Örücü ve Diğerleri, 2009: 2). Dönemin diğer önemli bir gelişmesi 1954 yılında çıkarılan 6326 sayılı Petrol Kanunu'dur. Kanunda, petrol kaynaklarının milli menfaatlere uygun olarak aranması ve değerlendirilmesi temel esas olmak kaydıyla sektöre yabancı şirketlerin girişi teşvik edilmiştir. Ayrıca yabancı şirketler için arama sahası 50.000 hektar ve aynı şirkete verilecek ruhsat sayısı ise 8 ile sınırlandırılmıştır. Verilen ruhsatların süresi 20 yıldır ve 10'ar yılı geçmemek üzere en çok iki defa

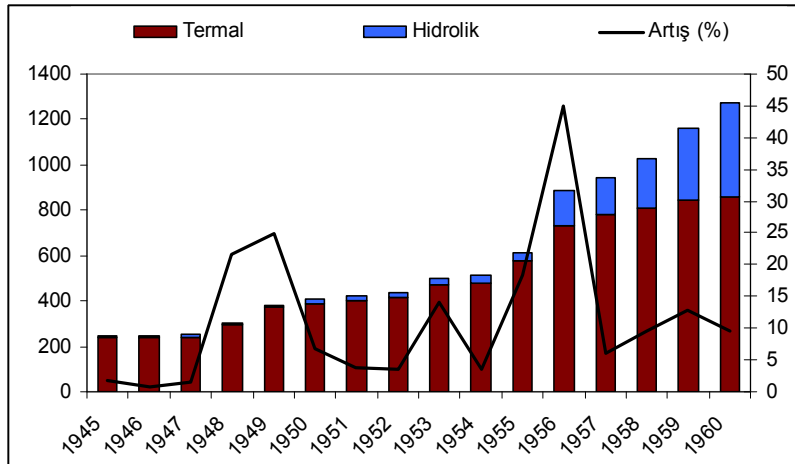
uzatılabilecektir. Üretilen petrolün %12,5'i devletin olacaktır. Petrol ve doğal gaz sahalarını işletenlerin ödeyecekleri gelir vergileri kesintileri toplamı % 55'i geçmeyecektir. Sonuç olarak bu yasa ile ulusal çıkarlar göz ardı edilmeden, yabancı sermayenin de desteğiyle Türkiye'nin petrol potansiyelinden daha fazla yararlanması hedeflenmiştir (Dilbaz, 2007: <http://www.petrol-is.org.tr>). Kanununun kabulü ile birlikte TPAO ve yabancı sermayeli 13 şirket faaliyetlerine başlamış, fakat petrol üretiminin büyük kısmını yine TPAO yapmıştır. 1950 öncesinde %3 olan yerli üretimin payı %19'a ulaşmıştır. Ancak yerli üretim, hızlı tüketim artışı karşısında yetersiz kalmış ve örneğin 1960'da üretilen petrol 375 bin ton iken, ithalat 1.563 bin ton olarak gerçekleşmiştir. (Uğur, 2008: 78).

Enerji sektörü ile ilgili diğer önemli bir kurum T.C. Başbakanlık Atom enerjisi kurumudur. 1956 yılında 6821 sayılı Yasa ile bir araştırma reaktörünün kurulması ve ilk masraflarının karşılanması amacı ile kurulmuştur. Kurumun görevleri ulusal nükleer enerji politikalarını belirlemek, nükleer enerjinin güvenli kullanımını sağlamak, nükleer teknoloji alanlarında araştırma yapmak ve teşvik etmek, uluslararası kuruluşlarla nükleer alanda işbirliği yapmak ve nükleer konularda halkı bilgilendirmektir (TAEK <http://www.taek.gov.tr>).

1957 yılında, 6974 sayılı kanunla, devletin genel enerji ve yakıt politikasına uygun olarak linyit, bitümlü şist, asfaltit gibi enerji hammaddelerini değerlendirmek, bu alanda ülkenin ihtiyaçlarını karşılamak ve bu kaynakların ekonomiye katkısını arttırmak, kömür üretimini ve kalitesini arttırmak, maliyetleri düşürmek, üretim ile ilgili plan ve programlar hazırlamak ve uygulamak üzere Türkiye Kömür İşletmeleri Kurulmuştur. (TKİ, Amaçlar ve Ana Hedefler: <http://www.tki.gov.tr>).

Bu dönemde özellikle tarımda makineleşmenin ve şehirleşmenin hızlanmasıyla enerji tüketimi, özellikle de ticari enerji türlerinin payı artmaya başlamıştır. Bu artışı karşılamak için hidroelektrik ve termik santrallerin yapımına hız verilmiştir. 1945 yılında termik kaynakların elektrik üretimindeki payı %95'ten 1960 yılında %60'a gerilerken, hidrolik kaynağın payı %4,5'ten %35'e çıkmıştır.

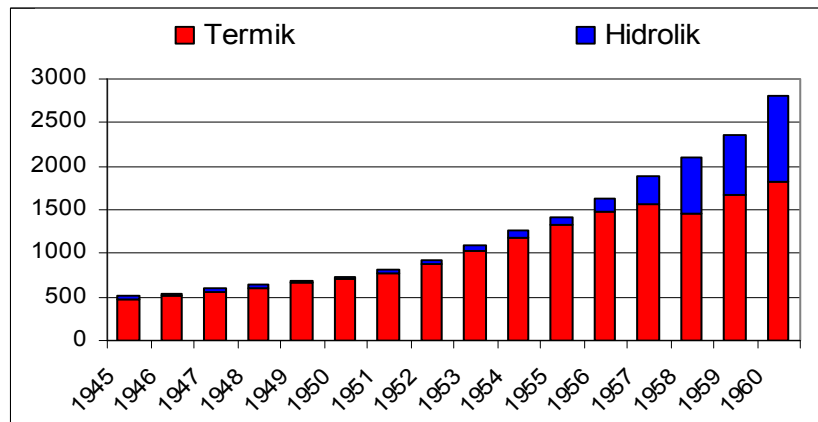
Şekil 3.1 Kurulu Gücün Gelişimi (Mw)



Kaynak : TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi 1955'ten sonra Hidrolik enerjinin payı hızla artmıştır. Kapasite artış oranı ise dönem boyunca ortalama %11 olarak gerçekleşmiştir. Dönem sonunda termal kurulu güç 860,5 Mw'a, hidrolik kurulu güç 412 Mw'a ve toplam kurulu güç 1272,4 Mw'a çıkmıştır.

Şekil 3.2 Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi (Mw)



Kaynak : TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Toplam elektrik üretimi 1945 yılında 500 Mw'tan 1960 yılında 2815,1 Gw'a ve kişi başı tüketim ise 86 Kwh'ye çıkmıştır. Hidrolik enerjinin payı ise %4,5'tan 1960 yılında %35'e çıkmıştır. Dönem boyunca ekonomik büyüme, elektrik üretimi ve kurulu güç'teki ortalama artışlar sırasıyla %6,4, %13,6 ve %12,6 olarak gerçekleşmiştir.

### 3.1.3. Planlı Dönem (1960–1980)

Bu dönemde, ülkenin ekonomik kalkınması için devletin ekonomik alanda daha etkin bir rol oynaması gerektiği düşüncesi yaygındır, ancak devlet bunu özel sektörü

engellemeyecek şekilde belirli alanlarda yatırım yaparak gerçekleştirmelidir. İşte bu ancak planlı bir ekonomik politika ile mümkün olacaktır. Diğer yandan ikinci dünya savaşı sonrası Rusya ve diğer Doğu Avrupa ülkelerinin planlı ekonomide başarılı olması diğer gelişmekte olan ülkelerin de dikkatini çekmiştir. Ayrıca matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin iktisattaki kullanımının giderek yaygın biçimde kullanılması da planlı kalkınmacılığın yayılmasında etkili olmuştur. Dolayısıyla gerek dünyada ki bu konjonktür, gerekse de 1960 ihtilalinden sonra ekonominin plana bağlanması düşüncesinin ağırlık basması üzerine, planlama ilk defa 1961 anayasasına girmiş, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) kurulmuş ve 1963 yılında da ilk kalkınma planı yürürlüğe girmiştir (Karluk, 1994: 70–71).

Planlanan büyüme hedefleri doğrultusunda enerji tüketiminin de artacağı düşünülerek enerji yatırımlarına ağırlık verilmiştir. Bürokratik anlamda enerji işlerini tek merkezden planlı ve programlı şekilde yürütmek, ulusal enerji politikalarını daha etkin uygulamak amacıyla 1963 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, kırsal kesimlerin elektrik enerjisi ihtiyacını daha iyi karşılamak için 1965 yılında Yol-Su-Elektrik (YSE), hidrolik enerji kaynaklarından daha fazla faydalanmak ve elektrik tesislerinin verimli bir şekilde işletilmesini sağlamak için 1970 yılında da Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur (Karadaş, 2008: 114–115).

*Birinci kalkınma planında (1963–1967)*, enerji politikalarında amaç yüksek maliyetli ve sağlıksız olan ticari olmayan (odun, tezek, tarımsal atıklar gibi) enerji türlerinin toplam tüketim içindeki payını azaltmak, enerji maliyetlerini düşürmek, kaynak çeşitliliğini arttırmak ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktır.

Tablo 3.1 Birincil Enerji Kaynaklarının Durumu (Btep, 1963)

Kaynak	Kapasite (Rezerv, Milyon ton/Milyar Kwh)	1961'de Kullanılan		
		Miktar (Milyon Ton/Milyar Kwh)	Taş Kömürü Eşdeğeri (Bin Ton)	Toplam Orantısı (%)
Taş Kömürü	1500	4	4000	20
Linyit	0,847	3	1620	8,2
Petrol Ürünleri	—	1,9	2918	14,7
Hidrolik Enerji	53	1,3	650	3,3
Odun	—	13,1	5764	29
Hayvan ve Bitki Atıkları	17500	14	4900	24,8
Toplam			<b>19.852</b>	<b>100</b>

Kaynak : 1 BYKP, s.373

1961 yılı itibariyle 4'ü ticari, 3'ü ticari olmayan 7 yakıt tipi kullanılmaktadır ve tablo 3.1'de görüldüğü gibi enerji ihtiyacının %54'ü ticari olmayan yakıt tiplerinden sağlanmaktadır. Bu durum milli ekonomide büyük kayıplara mal olmakta, daha verimli şekillerde kullanılacak olan odun, tezek ve tarımsal atıklar yakılmakta, bu maddelere asıl ihtiyaç olan yerlerde, diğer enerji türlerine başvurulması nedeniyle kaynaklara aşırı yüklenme olmaktadır (DPT, 1 BYKP: 373).

Kalkınma planında, 1950–60 döneminde enerji tüketiminin gelir esnekliğinin 0,8 olduğundan hareketle toplam enerji talebinin 1961'de 21,7 Mtep'den 1967'de 27 Mtep, 1977 yılında da 46,6 Mtep'e çıkacağı öngörülmüştür. Bu talep artışı karşısında birincil ticari enerji kaynaklarından mümkün olduğunca yararlanılması hedeflenmiş, ticari olmayan yakıt tiplerinin payının düşmesi istenmiştir. Petrol ihtiyacının ancak %20'si yerli kaynaklarla karşılanacak, geri kalanı ithal edilecektir. Planda 1977 yılına kadar ticari olmayan enerji türlerinin payının %15'e çekilmesi hedeflenmiştir. Bunun için bütçe tedbirleri uygulanacak, eğitim ve tanıtma programları ile kullanıcılar bilinçlendirilecek, yurdun linyit yataklarına yönelik ayrıntılı bir çalışma yapılacak, soba üretiminde iktisadi linyit yakıtlı olanların üretimi teşvik edilecek, kalorifer yakıtlarında uygun yakıt tiplerinin kullanılması için tedbirler alınacak ve tarım merkezlerinde biogaz tesislerinin kurulması teşvik edilecektir (DPT, 1 BYKP: 375–376). Ticari yakıtların birincil enerji kaynaklarından üretilen enerjinin maliyetine ve rezerv durumuna uygun olacak şekilde belirlenecek, tüm enerji türlerinin fiyatları maliyet ve yurtdışı bulunma durumuna göre belirlenecek ve enerji tasarrufu teşvik edilecektir. Görüldüğü gibi sanayi sektörüne daha düşük maliyetle enerji temin ederek büyümeyi kolaylaştırmak ve hızlandırmak hedeflenmiştir. Elektrik üretiminde ise ülkenin zengin hidrolik enerji potansiyelinden faydalanılması hedeflenmiş ve bu hedefte yeni santrallerin (Fırat nehri üzerinde), enerji iletim ve dağıtım hatlarının ve dağıtım şebekelerinin kurulması için 4.956 milyon TL'lik kaynak ayrılmıştır (DPT, 1 BYKP: 379–383).

Plan dönemi sonunda kişi başı birincil enerji tüketimi 620 tep'ye ulaşmıştır. Yurt içi enerji üretim olanaklarının gelişmemiş olması nedeni ile sanayi ve ulaştırma sektörleri dışındaki enerji talebi baskı altında kalmıştır. Isıtma amacıyla linyit kullanımı planlarda öngörülen ölçüde artırılamadığından ticari olmayan enerji kaynaklarının toplam birincil enerji içindeki payı azaltılamamıştır (DPT, 1 BYKP: 379–383).

*İkinci Kalkınma Planında (1968–1972)* ticari olmayan yakıt türlerinin toplam tüketim içindeki payının düşürülmesi hedefi devam etmiştir, çünkü 1. planın başında 22 Mtep olan toplam enerji tüketimi, 1967 yılında 30 Mtep'e çıkmış ancak ticari olmayan enerji türlerinin ağırlığı (%40) sürmüştür. Sanayileşme hızlanırken sektörde bol ve ucuz enerji ihtiyacı artmıştır. Diğer yandan petrol fiyatları 1950'li yıllardan beri 2 dolar/varil gibi düşük bir seviyede sabit kalmıştır. İşte bu koşullarda hızla yükselen enerji talebinin karşılanmasında petrol ürünlerine ağırlık verilmesi planlanmıştır.

Tablo 3.2 Enerji Kullanımında Çeşitli Kaynakların payları (%)

<b>Enerji Kaynakları</b>	<b>1962</b>	<b>1967</b>	<b>1972</b>
Taş Kömürü	18,1	16,3	14,1
Linyit	9,1	11,4	13,1
Petrol Ürünleri	16,2	29,4	36,9
Hidrolik Enerji	2,6	3,3	6,5
Odun	29,6	21,9	11,8
Hayvan ve Bitki Atıkları	24,4	17,7	9,4
Diğer	□	□	8,2

Kaynak : 2 BYKP, s.554

Tablo 3.2'de görüldüğü ticari olmayan enerji kullanımının 1967'de %40'tan 1972 yılında %20'ye, 1. plan döneminde kullanım içindeki payı %16'dan %29,4'e çıkan petrol ürünlerinin payının 1972 yılında %37'ye çıkarılması planlanmıştır. Enerji yatırımlarında ise genel enerji için 0,1, kok ve hava gazı için 0,1 ve elektrik enerjisi için 8,7 milyon TL'lik harcama yapılması düşünülmüştür. Artan enerji ihtiyacı karşısında kömür, petrol ve hidrolik enerjiye ilaveten o yıllarda dünyada kullanımı hızla artan doğal gaz da yer verilmiş, bu kapsamda ülkedeki doğal gaz yataklarının araştırılması ve komşu ülkelerden de doğal gaz ithalat imkânlarının araştırılması kararlaştırılmıştır. (DPT, 2. BYKP: 556–559).

Elektrik enerjisinde ise artan talebi karşılamak için mevcut üretim, iletim ve dağıtım imkânları geliştirilecek, bağlaşımlı şebeke genişletilecek, su potansiyelinden daha fazla faydalanılacak, organize sanayi bölgeleri ve belirlenecek özel sanayi dalları için ayrı tarife uygulanacak, sektördeki firmaların uyguladığı farklı tipteki vergi, faiz ve resimler standartlaştırılacak, sektördeki koordinasyon eksikliğine yönelik olarak Türkiye Elektrik Kurumu etkin şekilde kullanılacaktır. 2. plan döneminde yerli üretim talep karşısında yine yetersiz kalmış, ticari olmayan enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payı yüksek kalmaya (%31) devam etmiştir. 2. plan döneminde petrol ürünlerinin payı, özellikle fuel-oil ve LPG'nin payı çok hızlı artmıştır. Fiyatlarının

uygunluğu, taşıma ve iletim kolaylığı ile birlikte toplam tüketim içinde ilk sıraya yerleşmiştir. Her ne kadar üretim artsa da, Türkiye kişi başı tüketimde dünya ortalamasının oldukça altında kalmaktadır. Örneğin 1951, 1962 ve 1969 yıllarında dünya kişi başı elektrik enerji tüketimi sırasıyla 440, 845 ve 1265 Kwh iken, Türkiye için bu değerler 41, 118 ve 219 Kwh'dir (DPT, 2. BYKP: 556–559).

*Üçünü Kalkınma Planı (1973–1977)* öncekilere göre daha devletçi anlayışla hazırlanmıştır. Plan döneminde kişi başı enerji tüketiminin 1995 yılında 1890 tep'ye, kişi başı elektrik tüketiminin 1890 Kwh'ye yükseleceği ve plan döneminde GSMH ve enerji talebi arasındaki esneklik katsayısının 1,2 olacağı tahmininden hareketle, enerji üretiminin artırılması, yeni enerji kaynaklarının devreye alınması, enerji açığının milli politikalara uygun görünen enerji türleri ile kapatılması uygun görülmüştür. Özellikle jeotermal enerji ve nükleer enerji konusunda çalışmalara ağırlık verilecektir. Elektrik üretiminde yerli kaynaklarının payının artırılması, termik enerjinin payının azalıp, hidrolik kaynakların payının artırılması hedeflenmiştir. Plan döneminde enterkonnekte sistemin 1977 yılına kadar tamamlanarak toplam şebeke uzunluğunun 11.934 km'den 27672 km'ye çıkarılması, tesis kapasitelerine 2293 Mw ve 11.392 Gwh'lik ortalama enerji ilave edilmesi düşünülmüştür. (DPT, 3. BYKP: 565–570).

Tablo 3.3 Enerji Sektörünün Uzun Dönem Gelişme Perspektifleri

	1972	1977	1982	1987	1992	1995
<b>GENEL ENERJİ</b>						
Toplam Enerji Tüketimi (Btep)	23.250	36.555	53.600	78.000	105.000	125.000
Kişi Başı Enerji Tüketimi (Tep)	620	858	1.100	1.405	1.688	1.896
<b>ELEKTRİK ENERJİSİ</b>						
Toplam Elektrik Enerjisi (Gwh)	11.000	20.330	35.430	59.500	95.000	125.000
Kişi Başı Tüketim (Kwh)	294	447	728	1090	1527	1.896
Ortalama Yıllık enerji Artışı (%)	13,1	11,8	10,9	9,7	9,6	9,4

Kaynak: 3. BYKP, s.572

Tablo 3.3'te görüldüğü gibi toplam enerji tüketiminin plan sonunda 23.250 Btep'den 36.555 Btep'ye, kişi başı elektrik tüketiminin ise 294 Kwh'den 447 Kwh'ye çıkması öngörülmüştür. Bu dönemde köylerde ve çoğu şehirde elektrik şebekesinin olmaması sebebiyle elektriğin %73'ü sanayide kullanılmaktadır. İşte 3. plan döneminde sanayinin payı %70'e düşürülecek, elektriksiz şehir ve köy sayısı azaltılacaktır. Tablo 3.4'de görüldüğü gibi ticari olmayan enerji türlerinin payının plan dönemi sonuna kadar %20'ye düşürülmesi, petrol ürünlerinin payının %48'e ve hidrolik enerjinin payının

%2'den %10'a çıkarılması hedeflenmiştir. Bunlara ilaveten tüm enerji türlerinde üretimin artırılması, yerli enerji kaynaklarının güçlendirilmesi, petrol aramalarına daha fazla önem verilmesi, enerji kaynaklarının işletilmesinde yerli sanayiye öncelik verilmesi, enerji ithal edilirken tek bir kaynak veya ülkeye bağlanılmaması, elektrik üretiminde nükleer enerjinin devreye alınması, büyük çaplı barajların yapımına hız verilmesi, termik santral sayısının artırılması (özellikle Afşin, Elbistan ve Soma termik potansiyellerinin araştırılması) kararlaştırılmış ve bu hedeflere ulaşmak içinde 39,4 milyar TL'lik yatırım yapılması öngörülmüştür (DPT, 3. BYKP: 565–570).

Tablo 3.4 Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Btep, 1973)

<b>Enerji Kaynakları (Btep)</b>	<b>1972</b>	<b>1972</b>	<b>1974</b>	<b>1975</b>	<b>1976</b>	<b>1977</b>
Taş Kömürü	3220	3295	3370	3455	3520	3600
Linyit	2025	2338	2823	3405	4420	5555
Petrol Ürünleri	9905	11.500	12.550	14.100	15.900	17.900
Hidrolik Enerji	850	960	1535	2225	2250	2500
Odun	3840	3865	3880	3860	3810	3710
Hayvan ve Bitki Atıkları	3410	3460	3490	3450	3390	3290

Kaynak: 3. BYKP, s.574

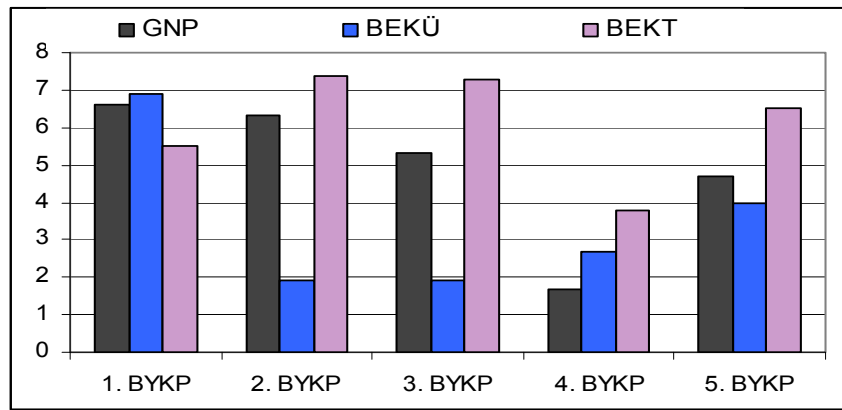
3. BYKP döneminde Keban (1974) hidrolik santrali ile Seyitömer (1973), Hopa (1973) ve Aliğa (1975) termik santralleri devreye girmiştir. Nisan 1973 tarihinde 1702 sayılı kanunla birlikte Petrol Kanununda devletçi nitelikte değişiklikler yapılmıştır. Bu değişikliklerle birlikte yönetim yetkisi İşletmeler Bakanlığından Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına verilmiş, Petrol dairesi, Petrol İşleri Genel Müdürlüğüne dönüştürülmüş, petrol kuyularının sahip olduğu ekonomik miktardaki petrolü belirleme yetkisi verilmiş, TPAO'ya kapalı bölgelerde petrol faaliyeti yapma imkânı ile süresi sona eren sahalarda yeniden başvurma ayrıcalığı verilmiş, işletme ruhsatnamesi verilirken TPAO'dan görüş alınması ve söz konusu ruhsatlarda sürenin 40 yıldan 20 yıla indirilmesi kararlaştırılmıştır (PETFORM, <http://www.petform.org.tr>). Hem 3. planın hem de bu kanunun etkisiyle kamu yatırımlarının sektörel dağılımında enerji sektörünün bu dönemdeki oranı 1973'te %13,1 iken 1979'da bu oran %22,2'ye ulaşmıştır. Özel kesim yatırımlarının sektörel dağılımında ise enerji sektörünün oranı bu tarihlerde sabit kalmıştır.

Kömür kaynağı ile ilgili olarak MTA yeni linyit yatakları aramaya ağırlık vermiş ve en büyük linyit yataklarından olan Elbistan havzası keşfedilmiştir. Elektrik üretimi için büyük üretim ve düşük maliyetli açık kömür işletmeciliğine geçilmiştir. Elbistan,



Seyitömer, Yatağan buna örnektir. Ayrıca halkın kömür ihtiyacını karşılamak için özel sektör elinde Beypazarı, Dodurga işletmeleri gibi çalıştırılmayan yataklar Türkiye Kömür İşletmeleri'nce satın alınarak işletmeye açılmıştır. Ancak kömür kullanımındaki artış özellikle Ankara, İstanbul, Eskişehir, Erzurum, Afyon gibi şehirlerde hava kirliliğine yol açmıştır. Bu sorunu çözmek için kömürden dumansız yakıt üretme teknolojisine geçilmek istendiyse de başarılı olunamamıştır (Erkin, 2011: 3).

Şekil 3.3 Planlı Dönemde Türkiye'nin Enerji Görünümü (%)



Kaynak: Yılmaz ve Uslu, s.262

Şekil 3.3'te görüldüğü gibi planlı dönem boyunca, 1. plan dönemi hariç, birincil enerji kaynakları üretimindeki büyüme, tüketimdeki büyümenin gerisinde kalmış, ekonomik büyüme hedeflerinin gerektirdiği üretim gerçekleştirilememiş ve 1973 ve 1979 petrol krizlerinin de etkisiyle ülke büyük bir enerji darboğazına girmiştir. Birincil enerji kaynaklarında üretimin yetersiz olması nedeniyle aynı zamanda enerjide dışa bağımlılık da artmıştır.

Tablo 3.5 Türkiye'nin Fosil Yakıtlar Üretim ve Tüketimi (Mtep, %)

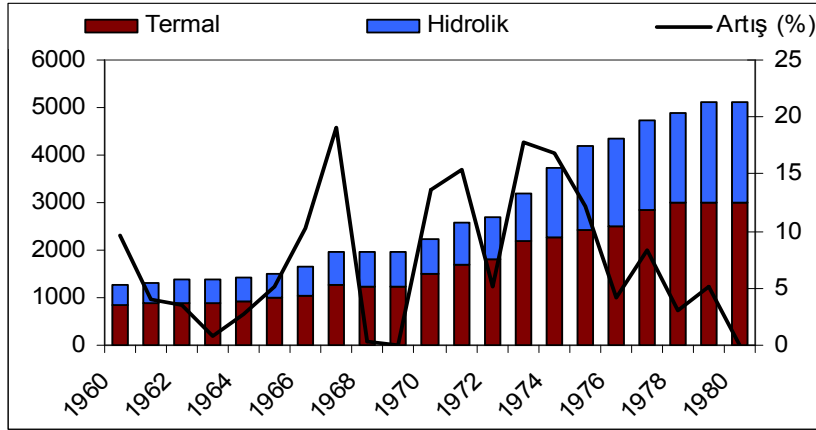
	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980
Fosil Yakıtlar Üretimi (FYÜ)	2026	2813	3429	5549	8259	9127	8641
Toplam Üretim (TÜ)	6426	7819	9403	11623	14516	16473	17358
FYÜ/TÜ	31,5	36,0	36,5	47,7	56,9	55,4	49,8
Fosil Yakıtlar Tüketimi	2518	3947	5096	7831	12615	20083	23140
Toplam Tüketim	6917	8954	11070	13905	18872	27437	31973
FYT/TT	36,4	44,1	46,0	56,3	66,8	73,2	72,4
FYÜ/FYT	80,5	71,3	67,3	70,9	65,5	45,4	37,3
TÜ/TT	92,9	87,3	84,9	83,6	76,9	60,0	54,3

Kaynak: Ediger, Akar, Uğurlu, s.3837

Tablo 3.5'de görüldüğü gibi fosil yakıtlar üretimi 1950 yılında 2026 Mtep'den 1980 yılında 8641 Mtep'e çıkarken toplam enerji üretimi 6426 Mtep'ten 17358 Mtep'e, tüketim ise fosil yakıtlarda 2518 Mtep'ten 23140 Mtep'e, toplamda ise 6917 Mtep'ten

31973 Mtep'e çıkmıştır. Ancak yerli üretim yeteri kadar arttırmadığı için fosil yakıtlarda üretimin tüketimi karşılama oranı %80'den 1980 yılında %37'ye ve toplam tüketimde ise %92'den %54'e gerilemiştir (Ediger, Akar, Uğurlu, 2006; 3837).

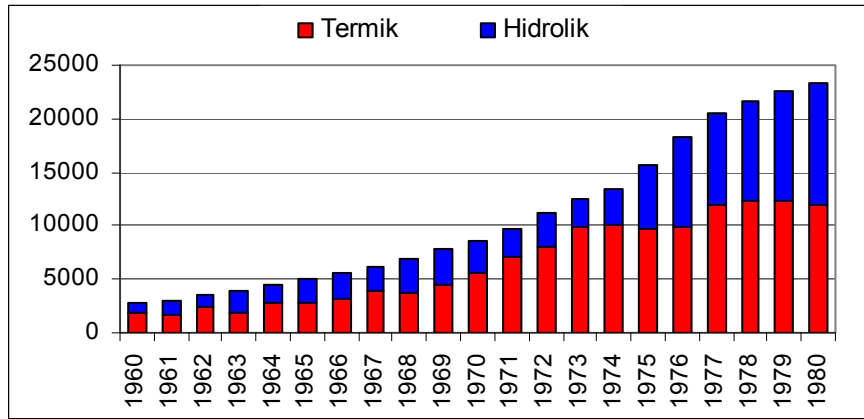
Şekil 3.4 Kurulu Gücün Gelişimi (Mw)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Toplam kurulu gücün gelişimine bakıldığında şekil 3.4'te görüldüğü gibi planlı dönem boyunca termik kaynakların payı %67'den %58'e gerilerken, hidrolik kaynağın payı %32'den %41'e çıkmıştır. Kapasite artışı ise yıllık ortalama %7,5 olmuştur. Kapasite artışlarının 1973 ten itibaren düzgün şekilde azalması elektrik sektöründe yeteri kadar yatırım yapılmadığını göstermektedir. 1960 yılında 9,54 Mtep olan Türkiye'nin birincil enerji üretimi 1980 yılında 18,86 Mtep'ye çıkmıştır. Bu büyüklüğün %21'ini linyit, %19'u tarımsal atıklar, %14,7'si hidrolik, %14,2'si petrol, %12,7'si taş kömürü ve %1,5'i doğal gazdır. Enerji tüketimi ise 1960 yılında 11,21 Mtep'den 1980 yılında 33,47 Mtep'ye çıkmıştır. Bu tüketimde ise petrol %47,8 ile büyük farkla ilk sıradadır. Onu %23,8 ile ticari olmayan enerji türleri, %19,8 ile taş kömürü ve linyit, %7,5 ile de hidrolik enerji takip etmektedir. Kişi başı enerji tüketimi 1962 yılında 432 kg eşdeğer petrol iken, 3. plan dönemi sonunda 798 kg'a ulaşmıştır. Elektrikte ise 1962 yılında 118 Kwh olan kişi başı tüketim 1977 yılında 510 Kwh'ye çıkmıştır. Elektrik üretiminde kullanılan kaynaklara bakıldığında, 1960 yılında %35 olan hidrolik enerjinin payı önce artmış ancak 1970 yılında tekrar %35'e düşmüştür.

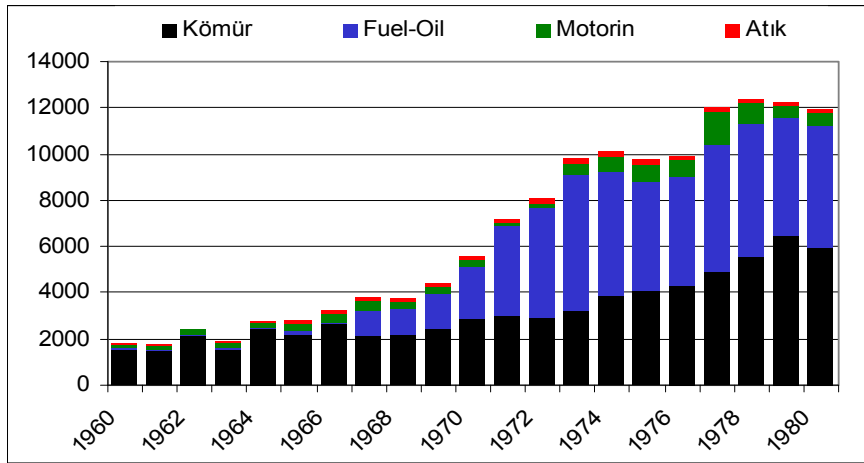
Şekil 3.5 Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Bunda termik kaynaklar içinde fuel-oil ve motorin tüketimindeki hızlı artış etkili olmuştur. 1973 petrol krizi sonrasında petrol fiyatlarının artması ve petrol ürünleri tüketiminin azalmasıyla termik kaynaklı tüketim azalmış, hidrolik enerjinin payı 1980 yılında %51'e çıkmıştır.

Şekil 3.6 Termik Kaynakların Dağılımı (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 3.6'da termik kaynakların kendi içlerindeki dağılımı verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi kömür'ün payı çoğunluktadır. Petrolün kullanımının düşük fiyatlarla birlikte artmasıyla 1960'ta %12,8 olan payı, 1973 yılında %65'e çıkmış, kömürün payı %33'e gerilemiştir. Ancak 1973 petrol krizinde petrol fiyatlarının artması ile petrol kullanımı azalmaya, kömürün payı tekrar artmaya başlamış ve 1980 yılına gelindiğinde petrolün payı %48'e gerilemiş, kömürün payı %50'ye çıkmıştır.

Sonuç olarak 3.BYKP döneminde kalkınma ve büyümenin gerektirdiği enerji talebi yeteri kadar karşılanamamış, kömür ve hidrolik kaynaklar yeterince geliştirilememiş, petrol üretimi yeteri kadar artırılamamış ve ülkede başta elektrik enerjisi olmak üzere enerji darboğazı oluşmuştur. Yerli enerji üretim artış hızı giderek azalırken, tüketim hızı artmıştır. 1977 yılı sonunda talebinin ancak yarısı ulusal kaynaklardan karşılanabilmiştir. Plan döneminde gerekli ve yeterli tasarruf önlemleri de uygulamaya konamamıştır. Türkiye’de enerji tüketimi henüz yeterli düzeyde bulunmamakla birlikte, enerjinin her alanda tasarruflu ve rasyonel kullanımı sağlanamamıştır (DPT, 4. BYKP: 395).

Özellikle 1973 ve 1979 petrol krizleri ile enerji darboğazı şiddetlenmiştir. Ancak bu krize rağmen alternatif kaynaklar ve bu kaynaklara dayalı teknolojiler yeterince geliştirilemediği, için petrolün tüketimi artmaya devam etmiş ve 1977 yılında ihracat gelirlerinin %84’ü petrol ithalatına ödenmiştir. Dış ticaret gelirlerinin yetersiz kalmasının yanında, fueloil santralleri durma noktasına gelmiş, ülkede elektrik kesintileri başlamıştır. Dışa bağımlılığın bu derece artması milli ekonomiyi tehdit etmeye başlamıştır (Esin, 1973: 73). Bu tablo yerli kaynaklara daha çok önem vermeyi gündeme getirmiş özellikle Anadolu’nun hemen her yerinde MTA kömür ve petrol sondajlarına ağırlık vermiştir. Yeni Demir-çelik ve metalurji tesislerinin yapımı sonucunda artan taşkömürü talebinin karşılanması da sorun olmuştur ve bu sorun ithalat yoluyla çözülmüştür. Petrol ithalatının artmasıyla birlikte hem dış enerji kaynaklarına bağımlılık da artmış hem de enerji arz güvenliği tehlikeye atılmıştır (Erkin, 2011: 3).

#### **3.1.4. 1980 Dışa Açılma Dönemi ve Sonrası**

1979 yılının sonuna gelinirken Türkiye’de ekonomik bunalım ağırlaşmaya başlamış, temel mal ve hizmetlerin arzında tikanıklıklar baş göstermiş, enflasyon üç haneli rakamlara gelmiş, siyasi istikrar kaybolmuş ve dış açıklar oldukça yükselmiştir. Diğer yandan bu yıllarda dünyada ekonomi politikalarında bir dizi liberalizasyon süreci başlamış ve Amerika ile İngiltere’nin öncülüğünde Neo-Liberal politikalar uygulamaya geçirilmiştir. Buna göre ekonomide devletin rolü azaltılmalı, piyasa karar mekanizması öncelik kazanmalı ve sermaye hareketleri üzerindeki kısıtlamalar en aza indirilmelidir. Yaşanan bu gelişmelerin etkisiyle 24 Ocak 1980’de, 24 Ocak kararları olarak bilinen

istikrar paketi açıklanmıştır. Artık ekonomide serbest pazar ekonomisi işler hele gelecektir (TCMB, 1999: 338).

*Dördüncü Kalkınma Planı 1979–1983* yılları arasında geçerli olmuş ancak ekonomi politikalarındaki söz konusu değişiklikler nedeniyle tam olarak uygulanamamıştır. Dördüncü planda 1983 yılına kadar birincil enerji tüketiminin yılda ortalama %9,4 artacağı hesaplanmıştır. Artan bu talebinde, petrol fiyatları yüksek olduğu için yerli kaynaklarla, özellikle hidrolik ve linyit kaynağı ile karşılanması düşünülmüştür (DPT, 4. BYKP: 399–403).

Tablo 3.6 Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Btep)

<b>Enerji Kaynakları</b>	<b>1962</b>	<b>1967</b>	<b>1972</b>	<b>1977</b>	<b>1978</b>	<b>1983</b>
Taş Kömürü	2430	2776	2837	2995	3172	6063
Linyit	1001	1395	2253	4150	4500	11476
Petrol Ürünleri	2834	5718	10826	17668	18300	28426
Hidrolik Enerji	281	595	802	2148	2310	3435
Odun	3916	3849	4051	4300	4272	2850
Hayvan ve Bitki Atıkları	2028	2359	2477	2380	2380	2300
<b>Toplam</b>	<b>12.490</b>	<b>16.692</b>	<b>23.246</b>	<b>33.641</b>	<b>34.934</b>	<b>54.550</b>

Kaynak: 4. BYKP, s.396

Tablo 3.6’da görüldüğü gibi 1978 yılında 34.934 Btep olan birincil enerji kaynakları tüketiminin plan sonunda 54.550 Btep’e çıkacağı hesaplanmıştır. Tüketimin dağılımında ise taş kömürünün payının %9’dan %11’e, linyitin payının %12’den %21’e çıkacağı, buna karşılık ticari olmayan yakıt tiplerinin payının %19’dan %9’a düşeceği beklenmektedir. Petrolün yüzdesinde ise bir değişiklik öngörülmemiştir. Elektrikteki payın %14,4 olacağı tahmin edilmektedir. Bu artış oranına göre elektrik enerjisi üretimi 22.750 Gwh’den, 1983 yılında 44.600 Gwh’ye çıkacaktır. Bu artış için eneterkonnekte sistem yeni bağlantılarla güçlendirilecek, kurulma aşamasındaki santraller bir an önce tamamlanarak ulusal sisteme bağlanacak ve 32.000 km olan şebeke uzunluğu plan dönemi sonunda 50.000 km’yi aşacaktır. İşletmeye açılacak elektrik enerjisi üretim tesislerinin kapasitesi 5007 MW, kurulu güç ve 23068 Gwh ortalama enerji eklenmesiyle, toplam kurulu güç 9657 MW’a, ortalama, enerji 46500 Gw, ve firm enerji 49466 Gwh’a çıkacaktır. Sektöre plan dönemi boyunca 166,8 milyar TL’lik yatırım bütçesi ayrılmıştır (DPT, 4. BYKP: 399–403).

4.planda enerji talebinin mümkün olduğu kadar yurt içi kaynaklardan karşılanması yine esas ilkedir. Bu çerçevede güneş, rüzgâr gibi alternatif kaynakları araştırılacaktır. Bilinen enerji kaynaklarının ülke kalkınmasını destekleyecek şekilde,

rezervleriyle bağlantılı ve ekonomik işletme koşullarına ulaşması sağlanacaktır. Stratejik önem taşıyan linyit yatakları kamu tarafından işletilecektir. Enerji üretimi, iletimi ve dağıtımında kullanılan tüm yatırım mallarının yurt içinde üretimine öncelik tanınacaktır. Termik/hidrolik dengesinde, hidrolik kaynaklarının payı arttırılacaktır. Enerji üretim ve kullanımında verimliliğine önem verilecektir. Tüm enerji hammaddelerinin aynı fiyat düzeyinde satılması sağlanacaktır. EİE İdaresi bağımsız bir enerji araştırma ve projelendirme kurumu haline getirilecektir. Elektrik enerjisinin üretimi ve ülke yüzeyine iletilmesi TEK yasası doğrultusunda tüm ülke ihtiyacını karşılayacak biçimde bir kamu hizmeti olarak yürütülecektir. Bölge ülkeleriyle elektrik enerjisi alış verişi dengeli olarak arttırılacaktır (DPT, 4. BYKP: 406–407).

Dördüncü plan döneminde taş kömürü çalışmaları TKİ'den alınıp yeni kurulan Türkiye Taşkömürü Kurumuna bir kararnameyle devredilmiştir. Petrol kanununda 2808 sayılı kanunla yapılan değişiklikle petrol aramaları özendirilmiş, şirketlere buldukları sahalardan yapacakları üretimin karada %35'i, denizlerde %45'i vergiden muaf olarak ihraç etme, kazandıkları dövizi yurt dışında muhafaza etme, yabancı personel çalıştırma imkânı ve üretim için yapacakları teçhizat ithalatında gümrük vergisi muafiyeti getirilmiştir (TUSİAD 1998: 245).

Ancak 4. plan yürürlüğe girdikten bir yıl sonra 24 Ocak istikrar paketi uygulamaya konmuştur. Bu kararlar ile ekonomi politikalarındaki dönüşüm enerji sektöründe de kendini hissettirmiş, enerji piyasasında artık devletin ağırlığının azalacağı, özel sektörün payının artacağı, kamu ve özel kesim firmalarının bir arada faaliyet gösterebileceği yeni bir yapılaşmaya gidilmiştir. Yani enerji sektöründe özelleşmenin ilk temelleri atılmaya başlanmıştır. Yabancı sermayenin sektöre girişi yumuşatılmış, yabancıların petrol aramasına daha çok izin verilmiştir. Bundan sonra hazırlanacak enerji planları da buna göre olmuş, sektörün ekonomik gelişmeyi destekleyici yapıya kavuşturulması, üretimde ve yeni kaynaklardan yararlanılmasında özel sektörün ve yabancı sermayenin daha çok müdahil olması benimsenmiştir. Böylelikle özel sektörün dinamizminden yararlanılacak, sektörde teknoloji seviyesi yükselecek, verimlilik artacak ve yıllardır sorun olan yüksek maliyetler rekabet sayesinde düşecektir (İncecik, 2008: 66–67).

*Beşinci Kalkınma Planı (1985–1989)* döneminde en önemli problem olan üretim yetersizliği ve dışa bağımlılığın artması ekonomik büyüme hedefini olumsuz

etkilemiştir. Bu yüzden enerji sektörünün bütün olarak ekonomik büyüme hedeflerini destekleyici yapıya kavuşması hedeflenmiştir. Bunun için enerji yatırımları arttırılacak, özel sermayeden daha çok yararlanılacak, üretimin arttırılmasında güvenilir, ucuz ve yerli kaynaklara ağırlık verilecektir (DPT, 5. BYKP: 105).

Tablo 3.7 Birincil Enerji Tüketimi (Btep, 4. Plan Gerçekleşme ve 5. Plan Hedefleri)

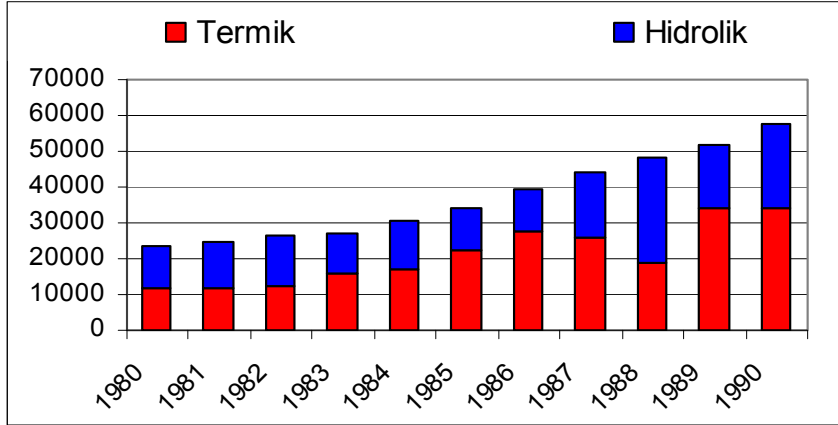
Enerji Kaynakları	1978		1983		1984		1989	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Taş Kömürü	2827	8,3	3208	8,5	3294	8,6	5063	9,3
Linyit	4056	11,9	5597	14,8	5870	15,2	10.680	19,6
Petrol Ürünleri	17.115	50,4	16.814	44,6	17.210	44,6	24.069	44,1
D. Gaz	20	—	7	—	7	—	632	1,2
Hidrolik Enerji	2341	6,9	2839	7,5	3046	7,9	5600	10,2
Jeotermal Enerji	—	—	—	—	14	—	23	—
Elektrik Enerjisi İthalatı	156	0,5	556	1,5	548	1,4	—	—
Güneş Enerjisi	—	—	—	—	1	—	2	—
Odun	4574	13,5	5126	13,6	5177	13,4	5344	9,8
Hayvan ve Bitki Atıkları	2903	8,5	3574	9,5	3396	8,8	3158	5,8
Toplam	33.992	100	37.721	100	38.563	100	54.571	100

Kaynak: 5. BYKP, s.107

Plan döneminde birincil enerji tüketiminin yılda ortalama %7,2 üretimin ise %7,7 oranında artması beklenmektedir. Ticari olmayan enerji tüketiminin azaltılması hedefi devam etmiş, taşkömürü'nün payının %8,6'dan, %9,3'e ve linyit'in payının %15'ten %19,6'ya çıkarılması öngörülmüştür. Petrolün payı ise %44,6'dan %44,1'e çekilecektir. Görüldüğü gibi üretim artışına en önemli katkı linyit kaynağından beklenmektedir. Geçen dönem ortalama %7,3 oranında artan elektrik enerjisi kurulu gücünün 5. Plan döneminde % 10,4 oranında artması, üretimdeki % 4,7 artış hızının ise % 11,2'lik bir seviyeye yükselmesi, talepte de gerçekleşen %5,2'lik artışa karşılık plan döneminde %9,7'lik artışın gerçekleşmesi planlanmıştır. Öngörülen tüketim miktarları karşısında planlanan üretim miktarlarına göre toplam üretim plan döneminde 19698 Btep'den 28583 Btep'e çıkarılacak, bu üretim içinde yerli kaynakların (liniyit ve hidrolik) payı, toplam üretimin %57,2'sine çıkacaktır. O yıllarda yaşanan elektrik enerjisi darboğazının aşılması için kısa dönemde düşük kalorili linyitlere dayalı termik santrallerle, uzun dönemde hidrolik kaynaklara ağırlık verilmesi sağlanacaktır. Bu kapsamda yapımı devam eden termik (Aşşin-Elbistan) ve hidrolik santrallerin (Atatürk Barajı) tamamlanmasıyla kurulu güç 60.000 Mw'a çıkacaktır. 5. plan döneminde ilk defa yenilenebilir enerji kaynaklarına yer verilmiş, enerji üretiminin ve kaynak çeşitliliğinin arttırılmasında önemle değerlendirilmesi gereken alternatifler olarak

düşünülmüştür. Diğer bir ilk doğal gaz ile ilgilidir. Özellikle hızlı artan tüketim karşısında önemli bir alternatif olarak düşünülmüş ve bu çerçevede Trakya'daki arama çalışmalarına hız verilmesi ve komşu ülkelerden doğal gaz ithalinin yapılması kararlaştırılmıştır. (DPT, 5. BYKP: 106).

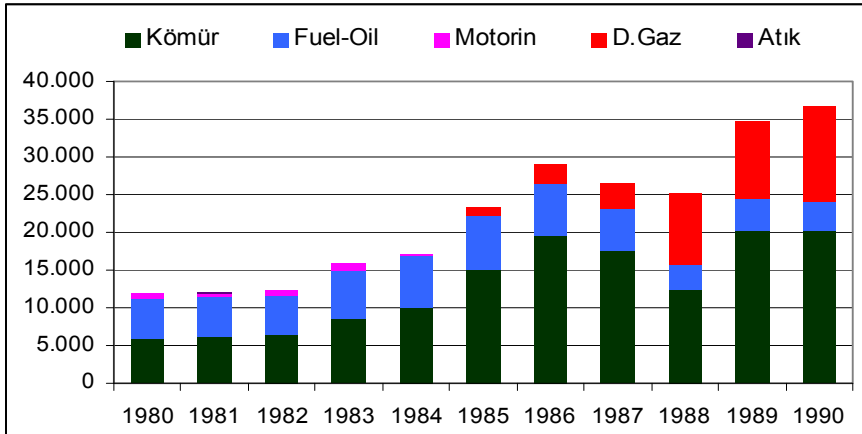
Şekil 3.7 Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Beşinci plan döneminde elektrik üretimi 57,500 Gwh'ye çıkmıştır. Şekil 3.7'de görüldüğü gibi bu üretimde termik kaynakların payı %51,2'den %59,6'ya çıkarken, hidrolik kaynağın payı %48,8'den %40,2'ye düşmüştür. Termik kaynakların kendi içindeki kompozisyonu da oldukça değişmiştir.

Şekil 3.8 Elektrik Üretiminde Termik Kaynakların Dağılımı (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 3.8'de görüldüğü gibi 1980–1990 arası kömürün payı %50'den %58,8'e çıkarken fuel-oil'in payı %43,8'den %11,4'e ve motorinin payı %5'ten %0,1'e düşmüştür. 1979'da yaşanan ikinci petrol krizi ile petrol fiyatlarının artması bunun en büyük nedenidir. Dikkati çeken ikinci gelişme doğal gaz ile ilgilidir. Stratejik bir kararla



birincil enerji tüketiminde kendisinden oldukça fayda beklenen doğal gazın tüketimi 1985 yılında başlamış ve 1990 yılına gelindiğinde, elektrik üretiminde kullanılan termik kaynaklar içindeki payı hızla artarak %29,7'ye çıkmıştır. Bunda o yıllarda doğal gazın uluslar arası piyasalardaki uygun fiyatı, iletim ve taşıma problemlerinin az olması, yapılan başarılı dış alım anlaşmaları ve hava kirliliğini azaltıcı etkide bulunması etkili olmuştur.

*Altıncı Kalkınma Planı (1989–1994 )* temel amaç ülkedeki tüm kesimlere zamanında, kesintisiz, ucuz ve kaliteli enerjinin sağlanmasıdır. Plan sonunda birincil enerji talebinin %8'lik artışla 76,4 Mtep'ye çıkması beklenmektedir. Artan bu talep karşısında, yerli kaynakların sınırlı ve düşük kalitede olması nedeniyle ithal enerji kaynakları da değerlendirilecek, sektöre yapılan yatırımların yetersiz olması nedeniyle de özel sektör imkânlarından daha çok yararlanılacaktır. Plan döneminde 1988 fiyatlarıyla 16,9 trilyon TL'lik yatırım yapılması öngörülmüştür. Elektrik üretiminde kurulu güç 22.650 Mw'a yükselecek, üretimde termik/hidrolik oranı 60/40 olacaktır. 1988 yılında 893 kwh olan kişi başı elektrik tüketiminin 1407 Kwh'ye çıkması beklenmektedir (DPT, 6. BYKP: 257).

Tablo 3.8 Birincil Enerji Tüketimi (Btep, 5. Plan Gerçekleşme ve 6. Plan Hedefleri)

Enerji Kaynakları	1984		1988		1989		1994	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Taş Kömürü	3464	8,9	4606	9,4	4870	9,4	8840	9,3
Linyit	6493	16,7	8308	16,9	9760	18,8	14.775	19,3
Petrol Ürünleri	16.258	41,8	19.853	40,4	20.802	40	30.380	39,8
D. Gaz	36	0,1	1068	2,2	2680	6,2	6340	8,3
Hidrolik Enerji	3367	8,6	7232	14,7	6050	11,6	8625	11,3
Jeotermal Enerji	6	0	17	0	10	0	15	0
Elektrik Enerjisi İthalatı	663	1,7	96	0,8	88	0,2	126	0,2
Odun	6177	13,3	5313	10,8	8160	9,9	4800	8,3
Hayvan ve Bitki Atıkları	3396	8,7	2614	6,3	2600	6	2600	3,3
Toplam	36.648	100	49.100	100	52.000	100	76.400	100
Kişi Başı Tüketim (Kep)	792		906		936		1215	

Kaynak: 6. BYKP, s.264

Tablo 3.8'de görüldüğü gibi 6. plan döneminde en önemli yerli kaynak olan linyit'in toplam tüketim içindeki payının %19'a çıkarılması, taş kömürünün payının korunması, petrol ürünlerinin payının az miktarda azaltılması ve en önemlisi doğal gazın payının %8,3'e çıkarılması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olarak önemli hedefler ortaya konmamıştır. Daha önceki planlarda olduğu gibi 6. plan döneminde de ticari olmayan enerji kaynaklarının tüketim içindeki payının

düşürülmesi hedefi devam etmiş ve plan dönemi sonunda bu kaynakların payının %11,6'ya çekilmesi hedeflenmiştir.

Tablo 3.9 Birincil Enerji Üretimi (Btep, 5. Plan Gerçekleşme ve 6. Plan Hedefleri)

Enerji Kaynakları	1984		1988		1989		1994	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Taş Kömürü	2215	9,6	1966	6,9	2136	7,4	2745	7,3
Linyit (Bin ton)	6610	28,8	8799	30,7	9760	33,7	15.005	40,2
Petrol Ürünleri	2160	9,4	2654	8,2	3190	11	3390	9,1
D. Gaz	36	0,2	87	0,3	88	0,3	270	0,7
Hidrolik Enerji	3357	14,6	7232	26,2	6060	20,9	8625	23,1
Jeotermal Enerji	6	0	17	0,1	10	0	15	0
Odun	5177	22,6	6313	16,6	5160	17,8	4800	12,9
Hayvan ve Bitki Atıkları	3395	14,6	2614	9,1	2600	9	2600	6,7
Toplam	22.966	100	19.082	100	19.698	100	28.583	100
Kişi Başı Tüketim (Kep)	466		530		522		594	

Kaynak: 6. BYKP, s.263

Plan dönemi sonunda toplam üretimin %45 artışla 28.583 Btep'e çıkarılması hedeflenmiştir. Bu üretimde ise yine Türkiye'nin en önemli kaynaklarından olan linyit'in payının %33'ten %40'a ve hidrolik enerjinin payının %20,9'dan %23'e çıkarılması planlanmıştır. Petrol ürünleri üretiminde ise düşüş beklenmektedir. Görüldüğü gibi 6. plan döneminde yerli kaynakların üretim içindeki payının %73'e tüketim içinde ise %27,6'ya çıkarılması hedeflenmiştir. Yani tüketimin karşılanmasında yerli kaynaklara öncelik verilecek, sadece talebin karşılanamadığı durumda yabancı kaynaklara başvurulacak, doğal gaz kullanımı ise sistemli bir şekilde arttırılacaktır. Plan döneminde özelleştirme çalışmaları sürdürülecek, özellikle kamu finansman yükünün azaltılması amacıyla yatırımlarda özel sermayenin katılımı arttırılacaktır. Elektrik sektöründe kamu ve özel sektörün birlikte faaliyette bulunabileceği bir yapılaşmaya gidilecektir (DPT, 6. BYKP: 258–259).

Daha önceki planlarda birincil enerji tüketimi ortalama %5,2, elektrik tüketimi %11 artmıştır, ancak kişi başı enerji tüketimi gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır. Linyitte ise elektrik talebinin öngörülen düzeyde gerçekleşmemesi ve hidrolik santrallerin ön plana çıkması nedeniyle santral kaynaklı linyit talebinde beklenen artış gerçekleşmemiş ve kapasite kullanım oranları düşük kalmıştır. Diğer bir değişim sektörel tüketimde konutların payı gerilerken sanayi sektörünün enerji tüketimindeki payı artmıştır. Özellikle petrol ürünlerinin payının istenilen seviyede düşürülebilmesi nedeniyle tüketim içinde yerli üretimin payı gerilerken ithalatın payı artmıştır. 6. plan

dönemi sonunda elektrik santrallerinin kurulu gücü 20.857 Mw'a, üretim kapasitesi ise 101 milyar Kwh'e ulaşmış, elektrik talebini karşılamada önemli bir sorun yaşanmamıştır. Ancak şebekelerdeki kayıp kaçak oranı artmıştır. Diğer bir eksiklik, sektörde kamu kesimi ile özel sermayenin bir arada faaliyet gösterebileceği yapı ve yapılması planlanan özelleştirmelerin yasal alt yapısı oluşturulamamasıdır (DPT, 7. BYKP: 136-137).

*Yedinci Kalkınma Planı (1996–2000)* 'nda temel amaç, tüm kesimlerin enerji ihtiyaçlarının kesintisiz ve en düşük maliyetle karşılanmasıdır. Enerji talebinin yıllık ortalama %5,3 artışla 2000 yılında 85,8 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Elektrik talebinin hızlı artması beklenmektedir, dolayısıyla elektrik enerjisi yatırımlarına (özellikle dağıtım ve iletim şebekeleri üzerinde) önem verilecek, büyük kapasiteli santral projelerine başlanacaktır. Elektrik talebinin yılda ortalama %8 dolayında bir artışla 2000 yılında 122 milyar Kwh'e ulaşması beklenmektedir. Bu talebi karşılamak üzere, kurulu güç 2000 yılında 27.930 Mw'a, üretim kapasitesi ise 138 milyar Kwh'e yükselecektir. Bu gelişmelerle kişi başı birincil enerji tüketimi 1.285 Kpe'ye, kişi başına elektrik tüketimi ise 1.825 Kwh'e ulaşacaktır. (DPT, 7. BYKP: 138).

Tablo 3.10 Birincil Enerji Tüketimi (Btep, 6. Plan Gerçekleşme ve 7. Plan Hedefleri)

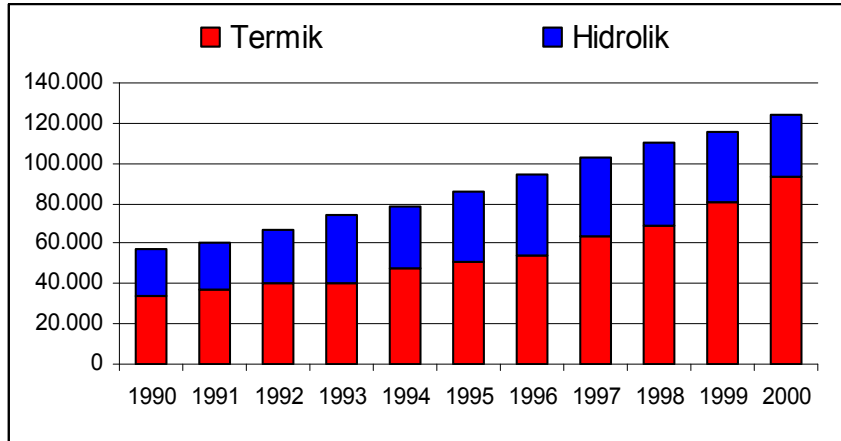
Enerji Kaynakları	1989		1994		1995 (Gerçekleşme tahmini)		2000	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Taş Kömürü	4724	9,1	6428	9,4	6610	10	8000	9,3
Linyit	10.383	19,9	11.295	16,9	11.440	17,3	16.100	18,8
Petrol Ürünleri	21.598	41,4	25.850	40,4	26.180	39,5	32.900	38,3
D. Gaz	2878	5,5	4923	2,2	6100	9,2	11.700	8,3
Hidrolik Enerji	4485	8,6	7644	14,7	8175	12,3	9750	11,4
Jeotermal Enerji	16	0	20	0	20	0	50	0,1
Elektrik Enerjisi İthalatı	140	0,3	135	0,2	125	0,2	0	0
Oğun	5345	10,2	5482	8,6	5400	8,2	5000	5,8
Hayvan ve Bitki Atıkları	2580	4,9	2475	3,9	2400	3,6	2300	2,7
<b>Toplam</b>	<b>52.149</b>	<b>100</b>	<b>63.982</b>	<b>100</b>	<b>66.200</b>	<b>100</b>	<b>85.800</b>	<b>100</b>

Kaynak: 7. BYKP, s.140

Plan dönemi sonunda birincil enerji tüketimi içinde taşkömürünün payının korunması, linyit'in payının %18,8'e çıkarılması, petrol ürünlerinin %38,3'e ve ticari olmayan enerji payının ise %8,5'e düşürülmesi planlanmıştır. Elektrik üretiminde ise yerli kaynakların payının arttırılacak ancak doğal gaz'ın payı ise %18'den %26'ya çıkacaktır. Talep cephesine yönelik olarak ise sanayide ve toplumsal yaşamın her

kesiminde enerji yoğunluk değerleri aşağıya çekilecek, verimlilik artırılacak ve tasarruf programları uygulanacaktır. Böylelikle arz üzerindeki talep baskısı azalacak, maliyetler düşecek, enerji için döviz çıkışı azalacak ve enerji kullanımının çevre üzerindeki kirlilik baskısı azalacaktır (DPT, 7. BYKP; 138).

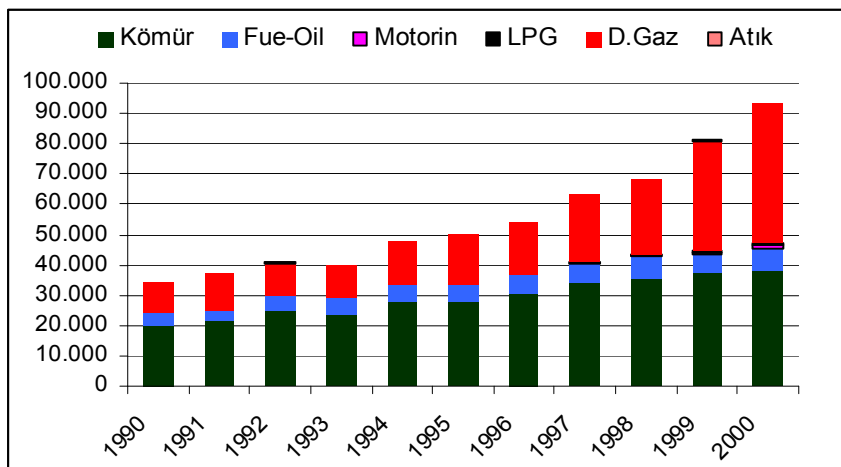
Şekil 3.9 Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 3.9’da elektrik üretiminin gelişimi verilmiştir. Toplam üretim 1990 yılında 57.543 Gwh’den 2000 yılında 124.921 Gwh’ye çıkmıştır. Bu süreçte termik kaynakların payı %60’dan %75’e, hidrolik kaynağın payı %40’dan %24’e düşmüştür. Termik kaynakların payının artmasındaki en önemli etken artan doğal gaz ithalatıdır. 1985 yılında doğal gaz ithalatına başlanmasıyla birlikte doğal gazın birincil enerji tüketimi içinde ve elektrik üretiminde ki payı sürekli artmıştır.

Şekil 3.10 Elektrik Üretiminde Kullanılan Termik Kaynaklar (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 3.10'da görüldüğü gibi termik kaynaklar içinde kömürün payı %59'dan, 2000 yılında %41'e ve fuel-oil ile motorinin payı %12'den %9'a düşmüş, doğal gazın payı ise %30'dan %50'ye çıkmıştır. Doğal gazın payının bu derece artması hem enerji arz güvenliği açısından tehlikeli olmuş, hem de enerjide dışa bağımlılığı arttırmıştır. Tüketilen doğal gazın neredeyse tamamı ithal edildiği için ilgili alımlar döviz çıkışını da arttırmıştır. 2000 yılı itibariyle kişi başı birincil enerji tüketimi artan nüfus, şehirleşme, sanayileşme, teknolojinin yaygınlaşması ve refah artışına paralel olarak 1148 Kpe'ye ve kişi başı elektrik arzı ise 1840 Kwh'ye yükselmiştir. Ancak bu artışa rağmen ulaşılan değerler sırasıyla dünya ortalama değerleri olan 1645 Kpe ve 2200 Kwh'den düşüktür.

Tablo 3.11 Kişibaşı Birincil Enerji Tüketimi (Kpe)

Ülkeler	1980	1984	1988	1992	1996	2000
<b>K.Amerika</b>	7.931,4	7.433,2	7.850,5	7.647,3	7.887,7	8.098,8
<b>Avrupa Birliği</b>	3.381,8	3.281,9	3.522,4	3.381,2	3.539,7	3.501,7
<b>U.D. Asya&amp;Pasifik</b>	827,9	862,6	945,2	1.041,4	1.188,4	1.202,8
<b>OECD</b>	4.594,8	4.426,6	4.750,2	4.777,0	5.064,5	5.204,0
<b>Az Gelişmiş Ülkeler</b>	276,7	268,7	268,1	263,6	266,4	273,3
<b>Türkiye</b>	681,2	738,1	873,6	924,1	1.075,0	1.148,8
<b>Dünya Ortalaması</b>	1.456,3	1.409,3	1.473,9	1.625,3	1.642,8	1.645,6

Kaynak: World Bank, <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE?page=5>

*Sekizinci Kalkınma Planı (2001–2005 )* Enerji politikalarının oluşturulmasında 2000'li yıllarla birlikte bazı noktalarda temel bakış açısında değişiklikler meydana gelmiştir. Öncelikle Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı (%62) yüksektir. Fosil yakıtlar zamanla tükenecek, alternatif yakıtlar geliştirilemediği sürece fiyatları hızla yükselecektir. Ayrıca küresel ısınma dolayısıyla enerji kullanımının çevre üzerindeki olumsuz etkileri her geçen gün artmaktadır. Enerjide arz yetersizliği hızla büyümektedir. Enerji politikalarında belli bir istikrar tutturulamamıştır. Ayrıca, enerji yatırımlarında özel sektörün sınırlı katılımı, sanayileşmenin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için gerekli olan enerji altyapı yatırımlarının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Böylece, birincil enerji ve elektrik enerjisi arzı yeterince arttırılamamış ve enerjide dışa bağımlılık artmıştır (Gülay, 2008: 121–122). İşte bu nedenle ekonomik ve sosyal gelişmeyi destekleyecek, çevreyi mümkün olduğu kadar kirletmeyecek asgari miktar ve maliyette enerji tüketimi hedeflenmelidir. Artık esas hedef kişi başı birincil enerji tüketimini arttırmak değil, mevcut enerji tüketimiyle en fazla çıktıyı ve refahı yakalamaktır. (DPT, 8. BYKP: 142).

Artık enerji politikaları ülkenin enerji gereksiniminin, amaçlanan ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyecek şekilde, zamanında, yeterli, güvenilir, ekonomik koşullarda ve çevresel etkileri de göz önüne alınarak karşılanması temelinde oluşturulacaktır. Bu yeni politikalar çerçevesinde elektrik, doğal gaz, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve petrol piyasalarının serbestleştirilmesi amacıyla çeşitli kanunlar çıkartılmış, yenilenebilir enerji, nükleer enerji ve enerji verimliliği alanlarında da üç yeni kanun yürürlüğe girmiştir. Enerji sektörünün rekabete açıldıktan sonra sektörün denetlenmesi amacıyla ise Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur (Gülay, 2008: 121–122). Petrol ile ilgili 2003 yılında çıkarılan yeni kanunla, petrol ürünleri piyasalarının daha sağlıklı, rekabetçi ve düzenli işlemesi için gözetim ve denetim faaliyetleri yeniden düzenlenmiş ve sektöre daha fazla serbestlik getirilmiştir. Bu kanunla lisans sahiplerine petrol depolama tesisi veya düzeneklerinin yapımı ve/veya kendi faaliyetleri kapsamında işletme serbestisi ile ürettikleri veya ithal ettikleri petrol üzerinde tasarruf serbestisi getirilmiştir. Fiyatlar ise dünya serbest piyasa koşullarına göre oluşacaktır (TBMM, Petrol Piyasası Kanunu, <http://www.tbmm.gov.tr>)

Elektrik sektöründe ise özel sektörün daha çok yer aldığı yeni bir yapılanmaya gidilmesi kararlaştırılmıştır, çünkü elektrik tüketiminde dalgalanma bir hayli keskin olmakta, depolama imkanı da olmadığı için kurulacak santral sisteminde elektrik talebi en uygun santral setiyle (termik, hidrolik, nükleer veya yenilenebilir) en düşük kayıp ve maliyetle karşılayabilecek optimum üretim ve iletim sistemi kurulmalıdır. Ancak 1980 ve 1990'lı yıllar boyunca sektördeki kamu yatırımları belli bir istikrara kavuşmamıştır. Kaldı ki büyüyen Türkiye'nin enerji ihtiyacına cevap verebilecek nicelikte yatırım yapmak kamu finansman sınırlarını zorlayacaktır. Buna ilaveten özel sektörde yeterince yatırım yapamayınca enerji yetersizliği daha da arttırmıştır. İşte bu nedenlerle elektrik sektörünün, özel sektörün girişiyle birlikte rekabete açılmasını sağlayacak düzenlemelerin yapılması gündeme gelmiş ancak, istikrarlı ve güven verici bir sistem ortaya konmadığı için bu hedefler gerçekleştirilememiştir. Bu sefer özel sermayeyi çekmek amacıyla aşırı yüksek tarifeli elektrik alım garantileri, yakıt temin garantisi, hazine garantisi ve uluslar arası tahkim gibi aşırı güvenceler verilmiş, bu da tam tersine sektördeki rekabeti bozmuş, fiyatlar beklendiği kadar düşmemiştir. Diğer yandan kaçak elektrik oranı Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da büyük oranlara ulaşmıştır. (DPT, 8. BYKPC: 144–145).

Bu doğrultuda 8. planda temel amaç ülkedeki tüm kesimlerin enerji ihtiyacının sürekli, kesintisiz ve mümkün olan en düşük maliyetlerle, güvenli bir arz sistemi içinde karşılanabilmesidir. Özel sektörün daha fazla katılımı için gerekli yasal ve kurumsal değişiklikler yapılacak, aşırı garantiler yerine sağlıklı işleyen proje değerlendirme, denetim ve işletim yaklaşımıyla, özel sektör enerji yatırımlarına yönlendirilecektir. Rekabeti bozucu uzun vadeli alım anlaşmaları yapılmayacaktır. Üretim ve dağıtımda özel sektörün girişiyle birlikte rekabet tesis edilecek, elektriğin en düşük maliyetle tüketiciye ulaşması sağlanacak ve gerekli yatırımlar yapılacaktır. Doğal gazın tüketimdeki payı planlı ve sağlıklı şekilde arttırılacaktır (DPT, 8. BYKPÇ: 144–145).

Tablo 3.12 Birincil Enerji Tüketimi (Btep, 7. Plan Gerçekleşme ve 8. Plan Hedefleri)

Enerji Kaynakları	1995		1999		2000 (Gerçekleşme tahmini)		2005	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Taş Kömürü	6690	10,6	9186	12,3	8815	11,2	9245	8,7
Linyit	10.634	16,8	12.954	17,4	13.485	17,1	13.775	13,0
Petrol Ürünleri	29.323	46,4	31.292	42,0	33.876	43,0	43.875	41,4
D. Gaz	6313	10,0	11.354	15,2	13.076	16,6	29.105	27,5
Hidrolik Enerji	3057	4,8	2982	4,0	2675	3,4	4007	3,8
Yenilenebilir Enerji	123	0,2	159	0,2	185	0,2	475	0,4
Elektrik Enerjisi İthalatı	-60	0,1	176	0,2	224	0,3	103	0,1
Oduun	5512	8,7	5082	6,8	5070	6,4	4350	4,1
Hayvan ve Bitki Atıkları	1556	2,5	1375	1,8	1334	1,7	1035	1
Toplam	63.148	100	74.560	100	78.780	100	105.970	100

Kaynak: 8. BYKP, s.147

Tablo 3.12’de görüldüğü gibi doğal gazın tüketim içindeki payının plan dönemi sonunda %27,5’e çıkması, Yenilenebilir enerjinin ise %0,4’lük bir paya ulaşması beklenmektedir. İthal edilen doğal gazın %50’si elektrik üretiminde, %30’u sanayide ve %20’si konutlarda kullanılacaktır. Hidrolik enerjinin payı ise %3,4’ten %3,8’e çıkacaktır. Buna karşın diğer enerji kaynaklarının paylarında düşüş beklenmektedir. Böylelikle toplam birincil enerji tüketimi plan dönemi sonunda 105.970 Btep’e çıkarılması hedeflenmiştir. Bu tüketime karşılık üretimin yıllık ortalama %1,2 artışla 29.825 Btep’e çıkması beklenmektedir. Kişi başı tüketim ise yıllık ortalama %4,5’lik artışla 1506 Kep’e çıkarak dünya ortalamasına biraz daha yaklaşacaktır. Elektrik tüketimi ise yıllık ortalama %9 artışla 195.100 Gwh’ye, üretim ise %9,3 artışla 193.900 gwh’ye çıkacak, böylelikle kişi başı tüketim yılda ortalama %7,4 artışla 2000 yılında 1941 kwh’den 2773 kwh’ye çıkmış olacaktır (DPT, 8. BYKP: 152).

*Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013)* 'ında ekonomik kalkınmanın ve sosyal gelişmenin ihtiyaç duyduğu enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle karşılanması yine temel amaçtır. Bu talep karşılanırken çevresel olumsuzluklar minimuma indirilecek, enerji mümkün olduğu kadar verimli kullanılacaktır. Elektrik sektöründe, daha önceki planlarda da belirtilen üretim ve dağıtım işlerinin özelleştirilmesi, Mart 2004'te yürürlüğe konulan Strateji Belgesi doğrultusunda yapılacak ve süreç mümkün olduğu kadar hızlı tamamlanacaktır. Kamu sadece denetleyici ve düzenleyici olarak görevine devam edecektir. Ancak kamu hidrolik santral projelerine devam edecek ve ülkenin hidrolik potansiyelinden azami ölçüde yararlanılması için yeni santralleri mümkün olduğu kadar düşük maliyetle ve hızlı bir şekilde tamamlayacaktır (DPT, 9. BYKP: 69).

Elektrik üretiminde doğal gazın payının aşırı yükselmesi nedeniyle kaynak çeşitliliğini arttırmak amacıyla nükleer santral yapımına başlanacaktır. Arz güvenliğinin sağlanması amacıyla birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirmesine ve menşe ülke farklılaştırmasına gidilecektir. Üretim içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payı azami ölçüde yükseltilerek dışa bağımlılık azaltılacaktır. Dokuzuncu planda diğer bir hedef uluslar arası siyasetle ilgilidir. Mevcut enerji üreticisi (Rusya, İran, Azerbaycan) ve tüketicisi (A.B. ülkeleri) ülkeler arasında transit ülke olunması ve bu suretle jeostratejik konumun daha da güçlendirilmesi sağlanacaktır. (DPT, 9. BYKP: 69).

Plan döneminde birincil enerji talebinde, Türkiye'nin ekonomik ve sosyal kalkınmasına paralel olarak yıllık ortalama %6,2 oranında artış öngörülmektedir. Enerji tüketiminde doğal gazın 2005 yılında %28 düzeyinde olan payının %34'e yükselmesi, petrol ürünlerinin payının ise %37'den %31'e gerilemesi beklenmektedir. Elektrik talebinde, sanayi ve hizmetler sektöründeki gelişmelere paralel olarak, yılda ortalama %8,1 artış öngörülmektedir (DPT, 9. BYKP: 58–59). Enerji fiyatlarının ekonomik kalkınmayı destekleyecek şekilde düşük olması planlanmıştır. Özellikle 2001 krizinden sonra, krizi atlatabilmesi ve ülkenin ihtiyacı olan yüksek tempolu ekonomik büyüme için enerji fiyatlarının sanayi sektörünü engelleyici olmaması, onun rekabet gücünü arttırması gerekir. İşte bu nedenle gerek yapılan özelleştirmeler ve ucuz ithal bağlantıları, gerekse de enerji verimliliği ve enerji tasarrufu ile enerji maliyetleri düşürülmeye çalışılmış ancak pek fazla başarı sağlanamamıştır.



Tablo 3.13 OECD Enerji Fiyatları Endeksi (2001=100)

ÜLKELER	2005	2006	2007	Oca.08	Ağu.08
A.B.D.	142,09	157,98	166,70	176,12	213,17
Japonya	103,53	109,58	111,39	118,32	131,82
Kore	119,07	127,45	131,03	141,21	155,50
İngiltere	116,88	134,05	141,30	147,28	171,13
Almanya	126,54	136,90	142,32	149,37	160,29
Fransa	114,17	121,48	123,76	132,56	142,16
İtalya	113,45	122,76	124,06	131,15	142,27
Yunanistan	123,16	134,23	136,97	150,20	164,92
Meksika	146,95	157,69	163,63	173,57	169,52
Türkiye	397,47	442,21	469,95	524,93	596,54

Kaynak: EMO-Elektrik Mühendisliği Dergisi, Sayı:435, s.112

Tablo 3.13’de de görüldüğü gibi Türkiye’de enerji fiyatları rakiplerine göre ortalama 3,5 kat daha fazladır. Dolayısıyla bu maliyetlerin sanayi kesimini rekabet açısından olumsuz etkilediği açıktır. Elektrik enerjisinde ise Türkiye, 1990 lı yıllardan itibaren yapılan yatırım ve iyileştirmelerle, elektrik fiyatlarında en yüksek ülkeler kategorisinden çıksada hala OECD ortalamasının üstündedir. Ayrıca son yıllarda elektrik fiyatlarına yapılan zamlarla, örneğin konut sektöründe elektrik fiyatı 2007 yılında 15,81 krş’tan, günümüz itibariyle 29,57 krş’a (1 Nisan 2012’ye kadar) çıkmıştır. Yani neredeyse %100’lük bir artış söz konusudur. Söz konusu bu artışta enerji fiyatları üzerindeki vergi ve fonlar, yüksek kayıp-kaçak oranları, personel/işletme maliyetleri ve yapılan pahalı enerji anlaşmaları (doğal gaz alım anlaşmaları, nükleer santral projesi gibi) etkili olmuştur (Kılıç, 2006: 17).

Enerji fiyatlarında dünya ortalamalarına gerilemek, enerji piyasasında verimliliği arttırmak ve enerji piyasalarının daha rekabetçi işlemlerini sağlamak amacıyla, 1980’li ve 1990’lı yıllarda yapılan çok sayıda yasal düzenleme, çeşitli finansman ve yapım modelleri ile sektörün özelleştirilmesi, özel sermayenin katılımının artması hedeflenmiştir. Öncelikle 1986 yılında elektrik sektörü ile ilgili tüm kamu kurum ve çalışanları Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) altında toplanmış, 233 sayılı KHK ile 1993 yılında Türkiye Elektrik Üretim İletim AŞ (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) unvanlı iki ayrı iktisadi teşekkülü olarak teşkilatlandırılmıştır. Özelleştirme çalışmaları kapsamında 22.02.1994 tarih ve 3974 sayılı TEK’in özelleştirilmesini öngören ve 3291 sayılı kanuna ek maddeler eklenmesine dair kanun yayımlanmıştır. Yine aynı amaç doğrultusunda 10.07.1997 tarih ve 4283 sayılı Yap-İşlet Modeli ile elektrik enerjisi üretim tesislerinin kurulması ve işletilmesi ile enerji satışının

düzenlenmesine dair Kanun'lar yürürlüğe konmuştur. Ancak anayasa mahkemesi kanunu iptal etmiş, böylece TEK'in *mülkiyetin devri* yolu ile özelleştirilmesi yerine *işletme hakkının devri* yöntemiyle özelleştirmenin yolu açılmıştır (TETAŞ, 2009: 2-4).

2001 yılında tüm enerji piyasalarında (elektrik, doğalgaz, petrol, LPG) regülasyon fonksiyonu icra edecek olan Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) kurulmuş, daha sonra 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası kanunu çıkarılmıştır. Böylelikle elektrik ve doğal gaz piyasasında rekabetin hâkim olacağı bir piyasa yapısı oluşturulacaktır (8.BYKP, 2005 Yılı Destek Çalışmaları: 145–146). Burada amaç sektörü liberalleştirerek, rekabet ortamı yaratılarak yeterli düzeyde elektriğin zamanında ve kaliteli temin edilmesi (arz güvenliği ve kalitesi), verimliliğin artırılması, fiyatların dürülmesi, tüketici refahının artırılması, gerekli yenileme ve genişleme yatırımlarının özel sermaye tarafından yapılması, elektrik üretim ve dağıtım varlıklarının etkin ve verimli şekilde işletilmesi, kayıp-kaçak oranının azaltılmasıdır (Alemdaroğlu, 2007: 92). 2001 yılındaki “Ekonomik İstikrar ve Enflasyonla Mücadele Programı “çerçevesinde de, TEAŞ’ın özelleştirilmesi gündeme gelmiş, program çerçevesinde sektörünün yeniden yapılandırılması, serbest piyasa sistemine geçilmesi, rekabet ortamının sağlanması, elektrikle ilgili, “*üretim, iletim, toptan satış ve dağıtım*” için ayrı ayrı kamu şirketi kurulması ve son aşamada iletim dışındaki kamu elektrik şirketlerinin özelleştirilmesi hedeflenmiştir. Buna göre, 233 sayılı KHK’nın 3. maddesine ve 20.02.2001 tarih ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa dayanılarak çıkarılan ve 02.03.2001 tarihinde yürürlüğe giren kanunla Elektrik Üretim AŞ (EÜAŞ), Türkiye Elektrik İletim AŞ (TEİAŞ), Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ), Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt AŞ (TETAŞ) unvanlarında, anonim şirket statüsünde, 4 ayrı kuruluş şeklinde teşkilatlandırılmıştır (Türkoğlu, 2006: 407–408)

EÜAŞ, özel sektör firmaları ile birlikte, karlılık ve verimlilik ilkeleri çerçevesinde güvenli, kaliteli, sürekli, ucuz ve çevreyi de ihmal etmeden elektrik üretiminden sorumludur. Sektördeki üreticiler, EÜAŞ, üretim şirketleri, İşletme Hakkı Devri ve otoprodüktörlerdir. Üretim şirketleri EPDK denetimine tabi sermayesi özel tüzel kişiliğe ait kuruluşlardır. İşletme hakkı devri ise bir özelleştirme şeklidir. Burada devlet özelleştirmeyi, varlık satışı yerine o tesisin veya işletmenin ve ona bağlı ortaklıkların işletme hakkını, o işletmenin ürettiği mamullerin pazarlama ve dağıtımının

yapılması hakkını bir bedel karşılığı özel sektöre vermektedir. Otoprodüktörler ise kendi grubunda bulunan şirketlere enerji sağlayan, fazlasını ise diğer kullanıcılara satan enerji üretim şirketleridir (Kilci, <http://ekutup.dpt.gov.tr/kit/kilcim/ozel4.html>).

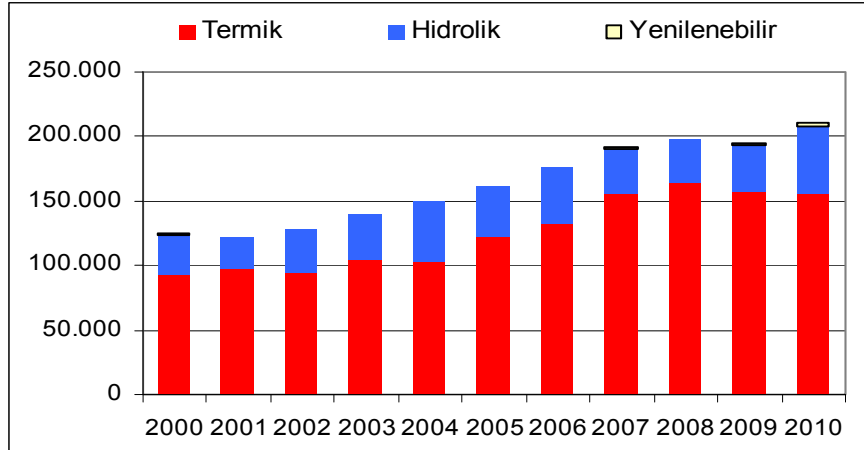
TEİAŞ Devletin genel enerji politikasına uygun olarak, ülkedeki tüm iletim tesislerini devralmak, elektrik iletimi, yük tevzi ve işletme planlaması hizmetlerini yürütmek, güçlü bir iletim sistemi oluşturarak elektriğin kaliteli, sürekli, güvenilir ve ekonomik bir şekilde iletimini sağlayacak şekilde elektrik sistemini ve piyasasını işletmek üzere 01.10.2001 tarihinde faaliyete geçirilmiştir. TEİAŞ'ın ana statüsü, Yüksek Planlama Kurulunun (YPK) 11.06.2001 tarih ve 2001/T-19 sayılı kararı ile onaylanmış, 29.06.2001 tarih ve 24447 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun başlıca amacı elektriğin düşük fiyatla, kesintisiz ve çevre ile uyumlu şekilde tüketicilere sağlanmasıdır. Bunun için rekabetçi bir ortamında, özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik piyasası oluşturulacak, elektrik firmalarının hukuki, teknik ve mali kriterleri belirlenecek, devlet piyasada sadece düzenleyici ve denetleyici olacaktır (TEİAŞ, <http://www.teias.gov.tr/TeiasKurulus.htm>)

TETAŞ, devletin genel enerji ve ekonomi politikasına uygun olarak elektrik ticaret ve taahhüt faaliyetlerinde bulunan Türkiye'nin tek kamu elektrik toptan satış şirketidir. Bu kapsamda şirket, devletin enerji alım ve satımı ile ilgili imzaladığı sözleşmelerin yükümlülüklerini yerine getirir, enerji alış ve satış anlaşmaları yapar. Buna göre TETAŞ, EÜAŞ HES santrallerinden, uzun dönemli (15–20 yıl süreli) alım sözleşmeleri kapsamında YİD, Yİ ve İHD santrallerinden, ithalat anlaşmaları kapsamında diğer ülkelerden ve Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) tarafından işletilen dengeleme piyasasından enerji satın almakta ve TEDAŞ'ın yeniden yapılandırılması sonucu oluşan 20 dağıtım şirketine, Kayseri ve Civarı Elektrik A.Ş.'ne, iletim sistemine doğrudan bağlı müşterilere, ihracat-mübadele anlaşmaları kapsamında diğer ülkelere ve PMUM tarafından işletilen dengeleme piyasasına enerji satmaktadır (TETAŞ, Kurumsal Bilgiler: <http://www.tetas.gov.tr>).

TEDAŞ ülke genelinde elektriğin dağıtım ve perakende satışından sorumludur. Yeniden yapılandırılma kapsamında bu hizmet 2004 yılında özelleştirme kapsamına alınmıştır. Önce ülke geneli 21 dağıtım bölgesine ayrılmış ve TEDAŞ'a bağlı 20 dağıtım şirketi 2005 yılında faaliyetlerine başlamışlardır. Şirketlere verilen dağıtım ve

perakende satış lisansının süresi 30 yıldır. Böylelikle elektrik fiyatlarının düşmesi, kayıp-kaçak oranının azalması hedefi gerçekleştirilecektir (TEDAŞ Yıllık Rapor 2007; 6-7). Özellikle Doğu ve G.Doğu bölgesinde kayıp-kaçak oranı %50'leri geçtiği düşünüldüğünde yeniden yapılandırmanın önemi ortadadır.

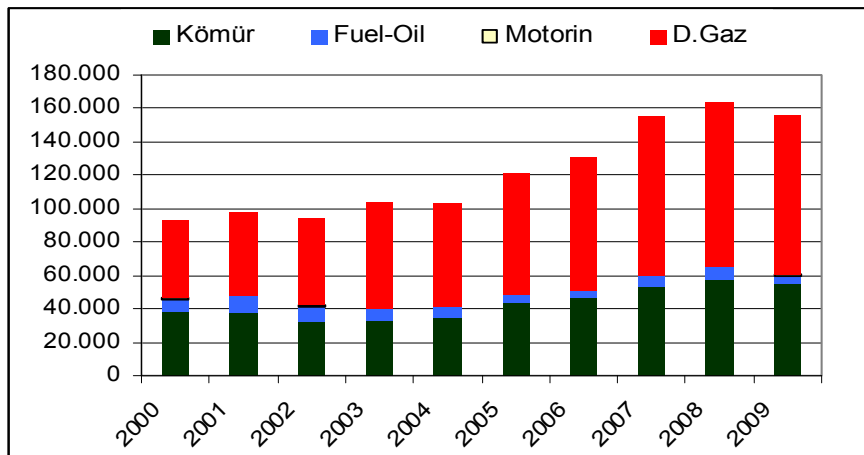
Şekil 3.11 Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynaklar (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Yapılan yasal düzenlemelerle özel sektörün payının arttığı elektrik piyasasında yıllar itibariyle üretim şekil 3.11'de verilmiştir. 2001 yılındaki krizden sonra ekonominin toparlanmasına ve gelişen teknoloji ile birlikte kullanım alanının artmasına paralel olarak artan elektrik üretimi, 2002 yılından sonra hız kazanmıştır. 2008 yılında 198.418 Gwh'ye çıkan üretim, 2009 yılında küresel ekonomik krizin Türkiye'yi de etkilemesiyle 194.812 Gwh olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında ise krizin etkilerinin geçmesine bağlı olarak üretim 210.181 Gwh'ye çıkmıştır

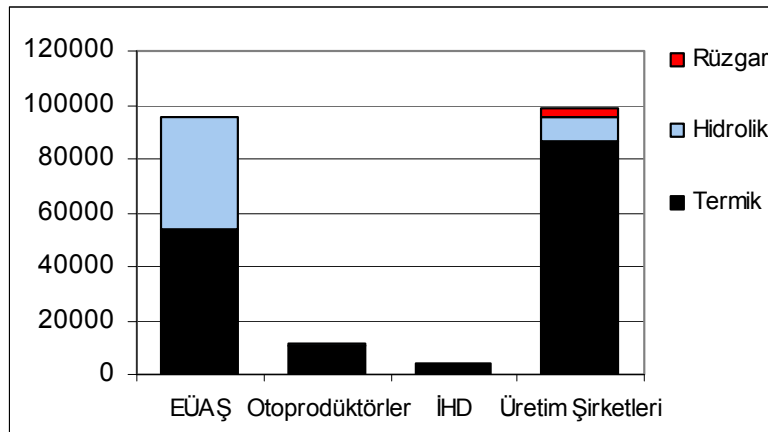
Şekil 3.12 Elektrik Üretiminde Kullanılan Termik Kaynaklar (Gwh)



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Elektrik üretiminde kaynak bazında dağılımına bakıldığında şekil 3.12’de görüldüğü gibi 2000 yılında %74 olan termik kaynakların payı 2009 yılında %80’e, hidrolik kaynağın payı ise %24,7’den %18,5’e düşmüştür. Termik kaynakların payının artmasındaki en önemli etken artan doğal gaz ithalatından kaynaklanmaktadır. Şekil 3.12’de görüldüğü gibi termik kaynaklar içinde 2000 yılında %49,5 olan doğal gazın payı 2009 yılında %61,2’ye, genel elektrik üretimi içindeki payı ise %37’den %50’ye çıkmıştır. Yenilenebilir enerji ise %1,3 gibi çok düşük bir seviyede kalmıştır.

Şekil 3.13 Türkiye Elektrik Üretiminin Dağılımı (2010, Gwh)



Kaynak: EÜAŞ Elektrik Üretim Sektör Raporu 2010

Türkiye’nin 2011 Haziran ayı itibariyle elektrik sistemi kurulu gücü 50626 MW’a ulaşmıştır. Bu kurulu güce göre elektrik üretiminin üreticiler bazında dağılımına bakıldığında 2010 yılında gerçekleşen 210.181 Gwh’lik üretimin %45’i EÜAŞ, %5,6’sı otoprodüktörler, %2’si İHD’ler ve %47’si de üretim şirketleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak enerji politikalarının belli bir noktaya kadar başarılı olduğu söylenebilir. Büyüyen ekonomi karşısında enerji üretimi de artmış, ancak tüketimin büyüme hızı karşısında yetersiz kaldığı için enerji açığı ve dolayısıyla enerji de dışa bağımlılık yıldan yıla artmıştır. İkinci olarak Türkiye’de enerji maliyetlerinin yüksekliği de problem olmaya devam etmiştir. Uluslar arası karşılaştırmalara bakıldığında Türkiye’de enerji fiyatlarının 3–3,5 kat daha fazla olduğu görülür. Bu hem rekabet açısından sanayileşmeyi hem de refah seviyesini olumsuz etkilemektedir. Son olarak kişi başı birincil enerji tüketiminde Türkiye dünya ortalamasının yaklaşık %40 altındadır.

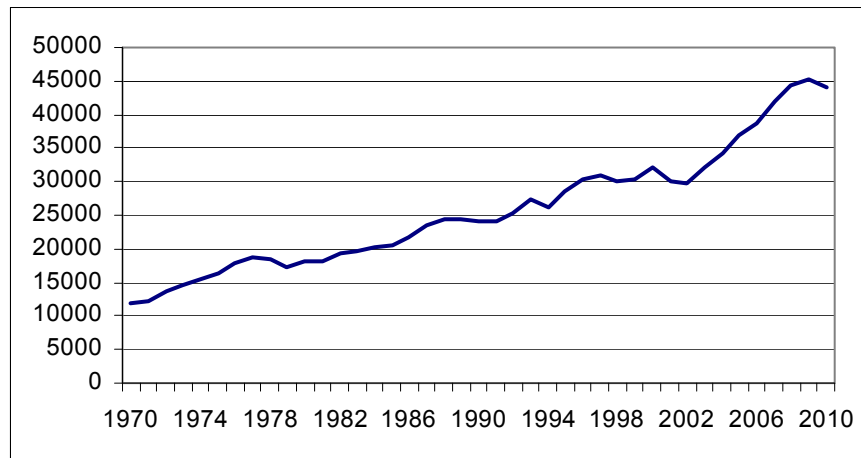
### 3.2. TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ KULLANIMI

Türkiye ekonomisinde sektörel enerji kullanımının uygulanan enerji politikalarına, sosyo-ekonomik politikalara ve teknolojik gelişime göre değiştiği görülür. İlk göze çarpan hizmetler sektörünün toplam tüketim içindeki payının gerilemesi, diğer iki sektörün payının artmasıdır. Cumhuriyetin kuruluşu ile birlikte ekonomik büyüme ve kalkınmasını sanayileşme üzerine planlayan Türkiye Cumhuriyeti, sanayi sektörü üretiminin artmasıyla giderek daha fazla enerjiye ihtiyaç duymuş ve sanayi sektörünün toplam tüketim içindeki payı yıldan yıla artmıştır. Diğer yandan modern tarım tekniklerinin yaygınlaşması sonucu tarım sektörünün enerji tüketimi içindeki payı artmaya başlamıştır. Hizmetler sektöründe ise mutlak anlamda tüketilen enerji miktarının artmasına karşın nispi payı azalmıştır.

#### 3.2.1. Hizmetler Sektöründe Enerji Kullanımı ve Gelişimi

Hizmetler sektörü milli gelir içinde en büyük paya sahip olduğu için en fazla enerjinin tüketildiği sektördür. Cumhuriyetin kuruluşu ile birlikte enerji politikaları belirlenirken, sektörel bazda öncelik sanayi sektörünün enerji ihtiyacının karşılanması elektrik tüketiminin kırsal kesimler dahil tüm Türkiye'ye yayılmaya çalışılması olmuştur. Ancak bu dönemde toplam enerji tüketimi, şehirleşmenin zayıf ve sanayi sektörünün cılız olması nedeniyle sınırlı kalmış, konutların enerji tüketimindeki payı öne çıkmıştır. (DTM, 2006: 1).

Şekil 3.14 Hizmetler Sektöründe Birincil Enerji Tüketimi (Btep)



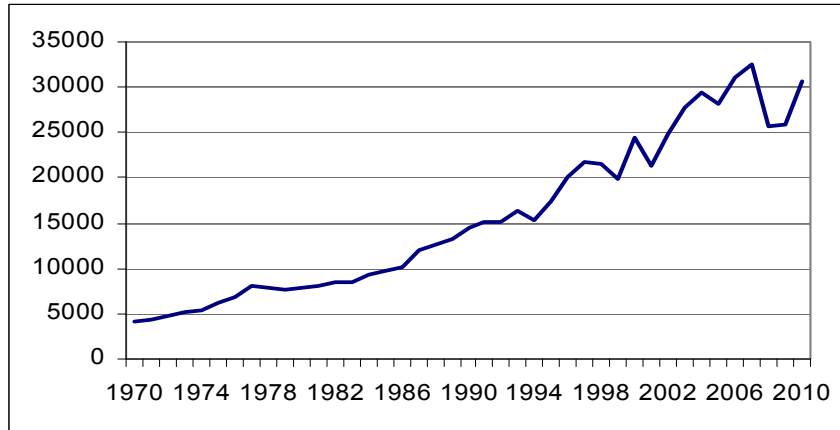
Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010

İlerleyen yıllarda sanayileşmenin hızlanması ile sektörün enerji tüketimi içindeki payı artarken hizmetler sektörününki gerilemiştir. Şehirleşmenin hızlanması ile konut ve hizmetler sektöründe ticari enerji türlerinin payı, özellikle elektrik enerjisinin payı artmaya, ticari olmayan enerji türlerinin payı ise azalmaya başlamıştır. Hizmetler sektöründe enerji tüketimi 1970 yılında 11,8 Mtep'dir. 1973 ve 1979 petrol krizleri hariç sektörel tüketim 2002 yılına kadar küçük iniş çıkışlarla sürekli artmıştır. Ancak 2002 yılından itibaren büyüme hızı artmış ve 2009 yılında 45,3 Mtep'ye çıkmıştır. 2010 yılında ise küresel finansal krizin etkisiyle 44.1 Mtep'e düşmüştür. Ancak sektörde enerji tüketimi büyürken sektörel tüketimin toplam içindeki yüzdesi azalmıştır. 1970 yılında hizmetler sektörü, toplam enerji tüketiminin %72'sini gerçekleştirirken 2010 yılında bu oran %55'e düşmüştür.

### 3.2.2. Sanayi Sektöründe Enerji Kullanımı ve Gelişimi

Hem Osmanlı Devleti, hem de Türkiye Cumhuriyetinin ilk yılları ele alındığında sanayi sektörü enerji tüketimi hizmetler sektörünün gerisinde kalmıştır. Bunun en büyük nedeni yukarıda da değinildiği gibi sanayi sektörünün gelişmemesi ve ticari olmayan enerji kaynaklarının yaygın kullanımındır.

Şekil 3.15 Sanayi Sektöründe Birincil Enerji Tüketimi (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010

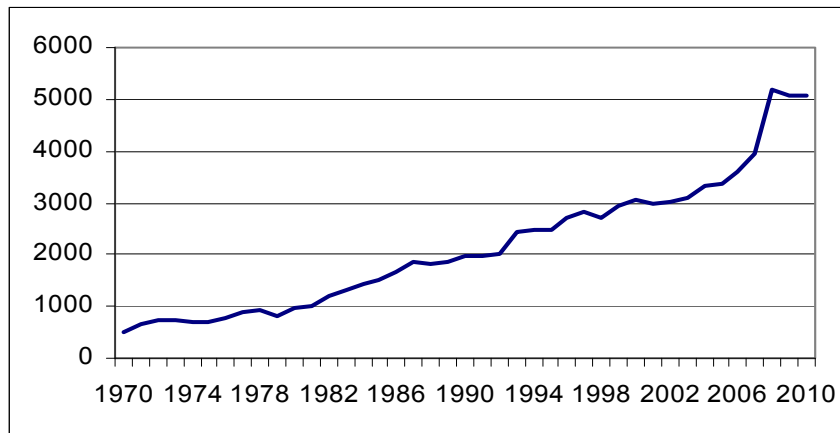
Şekil 3.15'te görüldüğü gibi sanayi sektöründe enerji tüketimi 1970 yılında 4,1 Mtep'dir. Burada da hizmetler sektöründekine benzer bir gelişim yaşanmıştır. 1979 yılına kadar sürekli büyüyen enerji tüketimi aynı şekilde 1979 petrol krizi ve buna bağlı olarak yaşanan ekonomik daralma nedeniyle 1977 yılında 8 Mtep'den 1979 yılında 7,7 Mtep'ye gerilemiştir. 1980 sonrası ekonomi politikalarında yaşanan dönüşümün

ekonomik büyümeyi olumlu etkilemesiyle sanayi sektörü enerji tüketimi sürekli büyüyerek 1993 yılında 16,3 Mtep'ye çıkmıştır. 1993 yılındaki ekonomik krizin etkisiyle 15,2 Mtep'ye gerileyen tüketim tekrar büyümeye başlamış ancak 1997 Asya krizi ve 1999 yılında yaşanan ekonomik daralma ile birlikte tekrar negatif büyüme rakamları almıştır. 2001 krizinde %12 oranında küçülen tüketim inişli-çıkışlı bir seyir göstererek 2007 yılında 32,4 Mtep'ye çıkmıştır. 2008 yılında başlayan küresel finansal krizin Türkiye'yi de etkilemesiyle sanayi sektörü %20 gibi rekor bir oranda küçülme yaşamış ve tüketim 25,6 Mtep'ye gerilemiştir. 2009 yılında krizin etkilerinin geçmesi ile tekrar büyüme trendine giren sanayi sektörü enerji tüketimi %1,1 büyüyerek 25,9 Mtep'ye 2010 yılında ise 30,6 Mtep'ye çıkmıştır. Ancak hizmetler sektöründen farklı olarak sanayi sektörünün sektörel enerji tüketimi içindeki payı sürekli artmıştır. Özellikle 1980 dönüşümünden sonra hızla büyüyen sanayi sektörünün 1970 yılında %25 olan payı günümüz itibariyle %38'e ulaşmıştır.

### 3.2.3. Tarım Sektöründe Enerji Kullanımı ve Gelişimi

Tarım sektöründe enerji kullanımı doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekildedir. İlkinde bitkisel üretimde, hayvan yetiştirmede, ürünlerin taşınmasında ve işlenmesinde elektrik, petrol ürünleri, doğal gaz, kömür vb. enerjilerin kullanımının söz konusudur. Dolaylı enerji kullanımı ise tarımsal mekanizasyon araç ve makineleri, kimyasal gübreler, tarım ilaçlarının üretim, paketleme ve taşınmasında kullanılan enerjileri kapsar (Öztürk, 2006: 1).

Şekil 3.16 Tarım Sektöründe Birincil Enerji Tüketimi (Btep)

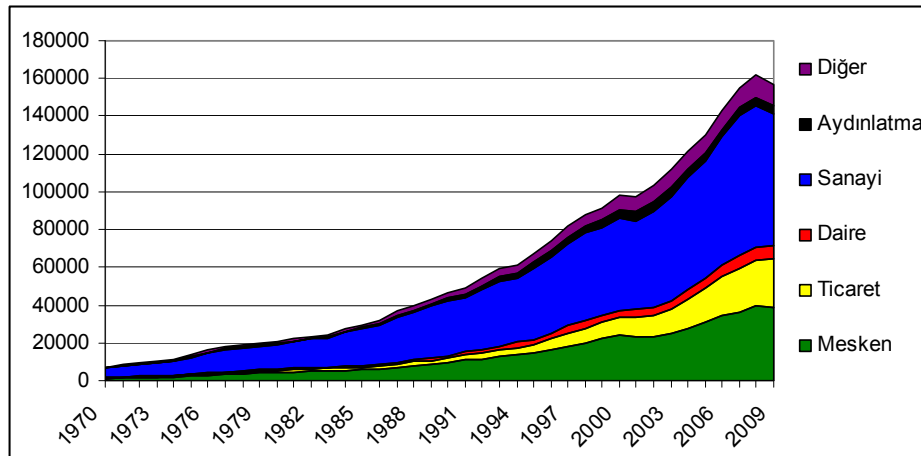


Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010



Bu kapsamda hem Tarım sektörünün milli gelir içindeki payının diğer iki temel iki sektöre göre daha küçük olması, ölçek yetersizliği ve modern tarım teknikleri kullanılmaması nedeniyle, tarım sektöründe ticari enerji kullanımı düşük olmuş dolayısıyla da sektörün toplam tüketim içindeki payı sınırlı kalmıştır. Şekil 3.16'da görüldüğü gibi tarım sektöründe enerji tüketimi 1970 yılında 510 Btep'dir. 1980 yılındaki ihracata dayalı kalkınma stratejisine geçişle birlikte büyüyen tüketim, 1988 yılı hariç sürekli büyüyerek 1998 yılında 2.823 Btep'ye ulaşmıştır. 1999 ve 2001 krizlerinde sektörde yaşanan küçülme nedeniyle enerji tüketimi de düşmüş ve krizle birlikte enerji tüketimi %3,5 küçülerek 2.964 Btep olarak gerçekleşmiştir. İlerleyen yıllarda tekrar büyüme trendine giren sektörde özellikle 2008 yılında enerji tüketimi %31 artarak 5.174 Btep'ye çıkmıştır. Hizmetler ve sanayi sektörünün aksine bu sektörde 2008 yılında enerji tüketiminde bir küçülme yaşanmamıştır. Ancak aynı yıl yaşanan küresel finansal kriz 2009 yılında sektörü etkilemiş ve tüketim %2 küçülerek 5.074 Btep olarak gerçekleşmiştir. 2010'da ise küçük bir artışla 5089 Btep'e çıkmıştır.

Şekil 3.17 Net Elektrik Tüketiminin Sektörel Dağılımı (Gwh)

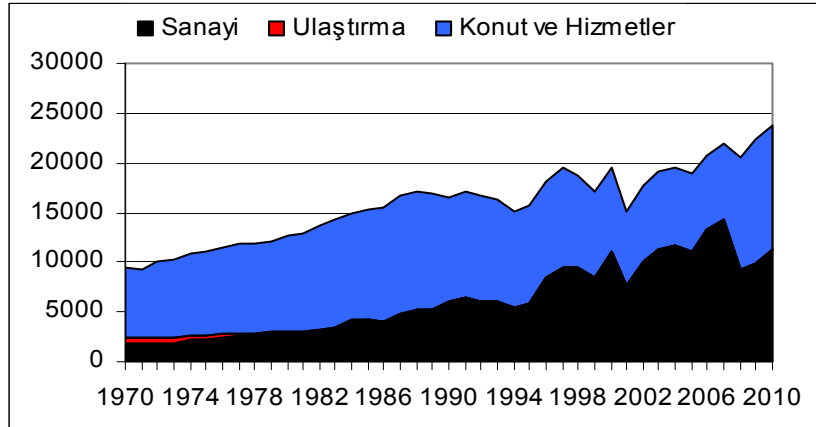


Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010

Şekil 3.17'de ise elektrik kullanımının dağılımı verilmiştir. 1970 yılında 7.307 Gwh olan tüketim 2008 yılında 161.947 Gwh'ye ulaşmış, 2009 yılında ise küresel krizin etkisiyle 156.894 Gwh'ye düşmüş, ancak ekonomik toparlanma ile birlikte 2010 yılında 210.181 Gwh'ye, 2011 yılında ise 229.344 Gwh'ye yükselmiştir. Tüketimin sektörel dağılımına bakıldığında sanayi sektörünün ilk sıradadır. Ancak sektörün payı dönemin başından günümüze kadar azalarak gelmiştir. 1970 yılında sanayi sektörünün payı %64, ticaret sektörünün %4,8 ve meskenlerin payı %14,5 iken 2009 yılına gelindiğinde sanayi sektörünün payı %45'e gerilemiş buna karşılık ticaret sektörünün payı %16'ya,

meskenlerin payı ise %25'e çıkmıştır. Meskenlerin payının artmasında şehirleşmenin artması ve elektriksiz köy sayısının azalması etkili olmuştur. Sanayi sektörünün payındaki azalma ise elektrik yerine doğal gaz gibi alternatif enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasından kaynaklanmıştır.

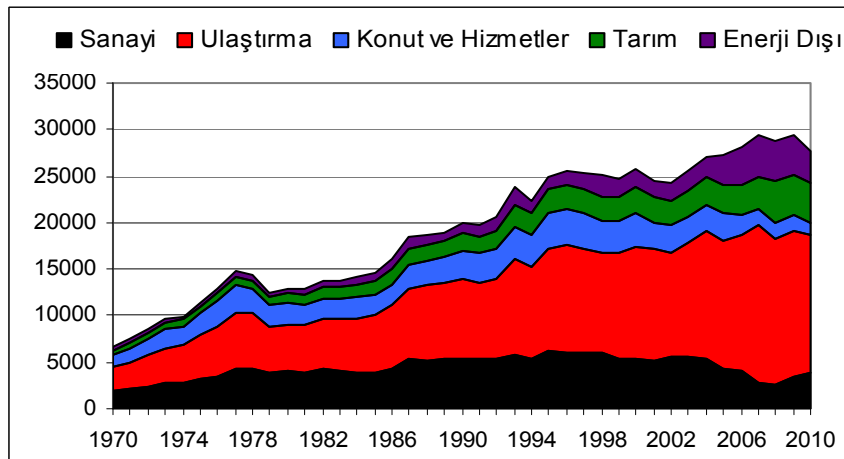
Şekil 3.18 Katı Yakıtların Sektörel Kullanımı (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010

Şekil 3.18'de ise katı yakıtların sektörel kullanımı verilmiştir. Dönem başında konut ve hizmetler sektöründe kullanılan katı yakıtlardan kömür türlerinin tüketimdeki payı ticari olmayan enerji türlerinden daha azdır. Ancak zamanla ticari enerji türlerinin payı artmıştır. İkinci olarak sanayi sektörünün tüketim içindeki payı daha hızlı bir gelişme göstermiş ve 2010 yılı itibariyle tüketilen toplam 23,8 Mtep'lik katı yakıtın %47,5'ini sanayi sektöründe geriye kalan %52,5'i konut ve hizmetler sektöründe tüketilmiştir. Bunda sanayi sektörünün 1980'den sonra hızlı gelişme göstermesi etkili olmuştur.

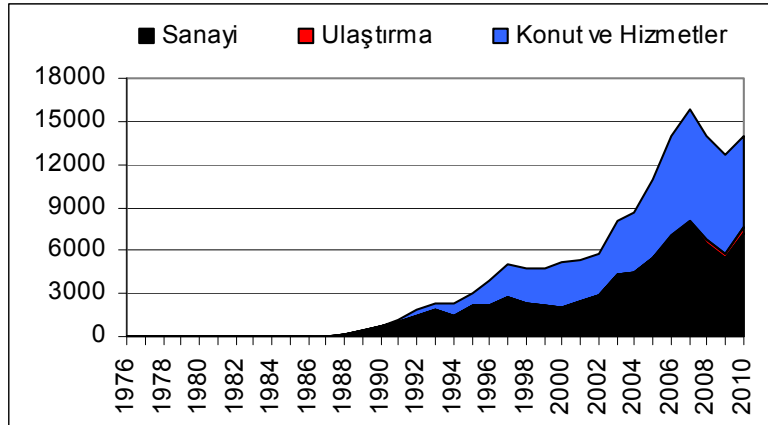
Şekil 3.19 Petrolün Sektörel Kullanımı (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010

Şekil 3.19’da ise petrolün sektörel kullanımı verilmiştir. 1970 yılında tüketilen 6,6 Mt’luk petrolün %39,6’sı ulaşırmada kullanılmıştır. Ulaştırma sektörünün ön plana çıkmasında Türkiye ekonomisinin büyümesi, nüfusun ve şehirleşmenin artması etkili olmuştur. Tarımsal gelişimin zayıf olması, konut ve hizmetler sektöründe ticari olmayan enerjinin daha çok kullanılması nedeniyle bu sektörlerde petrol kullanımı sınırlı kalmıştır. Zamanla sanayi sektörünün payı gerilerken diğer sektörlerin payı artmıştır. 2009 yılına gelindiğinde toplam tüketim 29,3 Mton’a çıkmış, 2010 yılında krizin etkisiyle 27,6 Mtep’e düşmüştür. Sanayi sektörünün tüketimden aldığı pay %14’e, konut ve hizmetler sektörünün payı ise %5’e gerilemiştir. Buna karşılık ulaştırma sektörünün payı %54’e, tarım sektörünün payı ise %13’e çıkmıştır. Sanayi ve konut-hizmetler sektörünün payının gerilemesinde 1979 petrol krizi ile birlikte petrol fiyatlarının artması ve doğal gaz kullanımının yaygınlaşması etkili olmuştur. Ulaştırma sektöründe ise petrolü tam olarak ikame edecek yakıt teknolojileri yeterince geliştirilemediği için petrolün kullanımı artarak devam edecektir.

Şekil 3.20 Doğal Gazın Sektörel Kullanımı (Btep)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010

Şekil 3.20’de doğal gazın Sektörel kullanımı verilmiştir. Dönem başı itibariyle 14 Btep’lik doğal gazın tamamı sanayi sektöründe tüketilmektedir. Tüketim özellikle 1985 yılından itibaren artmıştır. Stratejik bir kararla doğal gazdan daha fazla faydalanılması hedeflenmiş ve 1985 yılında 46 Btep olan toplam tüketim 2010 yılında 14 Mtep’ye çıkmıştır. Ucuz olması, hava kirliliğini azaltması ve boru hatlarıyla taşınabilmesi nedeniyle konut ve hizmetler sektöründe de doğal gaz kullanımı hızla artmış ve 2010 yılı itibariyle %45’lik bir paya ulaşmıştır.

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **TÜRKİYE'DE SEKTÖREL ENERJİ KULLANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ VE ALTERNATİF ENERJİ POLİTİKASI ÖNERİLERİ**

#### **4.1. VERİ VE METODOLOJİ**

##### **4.1.1. Veri**

Türkiye’de sektörel enerji tüketimini etkileyen faktörler ve alternatif enerji politikalarını inceleyen bu çalışmada veri toplama aracı olarak istatistiksel veri tabanları kullanılacak ve analizde kullanılacak zaman serileri bu kaynaklardan temin edilecektir. Ayrıca ilgili kurum ve kuruluşların hazırladıkları sektörel raporlardan, istatistiksel tablo ve grafiklerden de yararlanılacaktır.

##### **4.1.2. Metodoloji**

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye ekonomisinde sektörel bazda enerji kullanımını incelemek ve enerji kullanımındaki değişikliklerin nedenlerini ortaya koymaktır. Çalışmada dışa açılma politikalarının uygulandığı 1980 sonrası döneme ağırlık verilecektir, çünkü 1970’li yıllarda yaşanan petrol şokları dünya ekonomilerinde, önemli etkiler doğurmuştur. 1980 sonrası dönem bu petrol şoku sonrası dönemi tanımlamaktadır. Ayrıca 24 Ocak kararlarıyla ithal ikameci kalkınma stratejisi terk edilmiş, yerine ihracata dayalı sanayileşme politikaları benimsenmiştir. Bu politikalarla enerji sektörü dahil olmak üzere tüm ekonomik sektörlerde özelleştirmelerin ilk temelleri atılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye ekonomisi için 1980 sonrası olmak üzere sabit fiyatlarla GSMH, temel sektörlerin Türkiye ekonomisi içindeki payları, toplam birincil enerji tüketimi, Türkiye ekonomisi genel enerji yoğunluğu, imalat sanayi alt sektörler itibariyle yaratılan katma değerler, bu katma değerlerin sektörel bazda toplam imalat sanayi içindeki payları ve GSMH deflatörü, imalat sanayi alt sektörleri için enerji yoğunlukları ve sektörel enerji tüketimleridir.

##### **4.1.2.1. Ayırıştırma Analizi**

Ayırıştırma analizi basit olarak endeks sayılarının uygulanmasıdır. Endeks ayırıştırma ve yapısal ayırıştırma olmak üzere iki ana başlıkta toplanabilir. Yapısal

ayrıştırma analizi (Structural Decomposition Analysis-SDA), girdi çıktı katsayılarına ve girdi çıktı tablolarından türetilen nihai talebe dayalı iken, endeks ayrıştırma analizinde toplamsal girdi çıktı tablolarını kullanılır. Her iki yönteminde kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır. SDA yönteminde yer alan girdi çıktı tabloları, dolaylı talep etkisini (arz piyasasındaki girdi talebi gibi) içerir, böylelikle dolaylı ve doğrudan enerji talepleri birbirinden ayrırabilir. Hâlbuki IDA yönteminde dolaylı talebin etkisi ölçülemez. Buna karşın IDA yönteminin, özellikle enerji ve çevre (karbondioksit salınımı gibi) ile ilgili konularda kolay uygulanabilirliği ve yorumlanabilmesi, belli bir büyüklükte herhangi bir zaman serisine uygulanabilmesi gibi bazı avantajları söz konusudur (Ma, Stern, 2008: 1039).

IDA analizi, ‘‘divisia index’’ metodu, ‘‘laspeyers index’’ metodu ve ‘‘ortalama değişim oranı’’ metodu (MRoC) olmak üzere üç ana başlıkta toplanabilir. Divisia metodunda değişiklikler yıllar itibariyle ölçülür ve sabit değişken olmazken (zaman serisi), Laspeyer metodunda belli bir yıl, baz yıl olarak alınır ve bir değişkendeki değişimin etkisini ölçmek için diğer değişkenler sabit tutulur. Laspeyers yöntemi kendi içinde Basic Laspeyers, Modified Fischer Index, Marshall Edgeworth Method, Convetional Fischer Ideal Endeks, Shapley-Sun method, Paasche Index, Drobish ve Walsh metodu olmak üzere sekize ayrılır. Divisia metodu ise Logarithmic Mean Divisia Index (1), Logarithmic Mean Divisia Index (2) ve Average Mean Divisia Index olmak üzere üçe ayrılır (Granel, 2003: 17–34).

#### 4.1.2.1.1. Divisia İndeks Yöntemi

Tüm IDA yöntemleri çarpımsal ayrıştırma ve toplamsal ayrıştırma olarak iki şekilde ifade edilebilir. Çarpımsal ayrıştırma çarpım halinde, toplamsal ayrıştırma ise toplam şeklinde ifade edilir. Örneğin ‘V’ ayrıştırılmak istenen büyüklük ve bunu etkileyen, bunu değiştiren n tane  $x_i$  değişkeni olsun. ‘‘i’’ burada x’in alt kategorilerini gösterir Bu durumda  $V_i = x_{1,i}, x_{2,i}, x_{3,i} \dots x_{n,i}$  olur. Buna göre IDA yöntemiyle V büyüklüğü şu şekilde ifade edilebilir;

$$V = \sum_i V_i = \sum_i x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i} \quad (1)$$

Yani V değeri, x değişkenlerinin, i alt kategoriler itibariyle çarpımlarının toplamıdır. Bu çarpım 0 ve t yılları için ifade edilirse;

$$V^0 = \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \dots x_{n,i}^0 \quad (2)$$

$$V^t = \sum_i x_{1,i}^t x_{2,i}^t \dots x_{n,i}^t \quad (3)$$

Buna göre V büyüklüğünde 0'dan t yılına kadar olan dönemdeki değişme, sırasıyla çarpımsal ve toplamsal ayrıştırma yöntemiyle ayrıştırılmak istenirse;

$$\Delta V_{\text{çarpım}} = V^t / V^0 = D_{x_1} D_{x_2} \dots D_{x_n} \quad (4)$$

$$\Delta V_{\text{toplama}} = V^t - V^0 = \Delta V_{x_1} + \Delta V_{x_2} + \dots \Delta V_{x_n} \quad (5)$$

Çarpım yönteminde V büyüklüğünün t yılındaki değeri, 0 yılındaki değerinin tersi ile çarpılır. Toplama yönteminde ise V büyüklüğünün t yılındaki değerinden, 0 yılındaki değeri çıkarılır ve toplam değişme bulunur. V'deki toplam değişimin ayrıştırılmasını basitçe x ve y gibi iki değişkeni ele alarak ifade etmek gerekirse,  $V=x*y$  olmak üzere V deki değişim;

$$\Delta V = V^t - V^0 \quad (6)$$

$$\Delta V = x^t y^t - x^0 y^0 \quad (7)$$

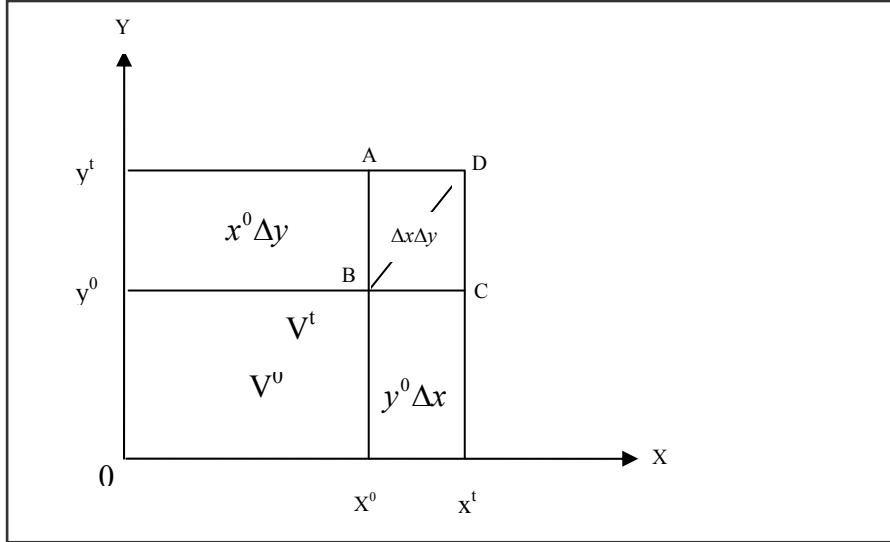
$$\Delta V = (x^t - x^0)y^0 + (y^t - y^0)x^0 + (x^t - x^0)(y^t - y^0) \quad (8)$$

$$\Delta V = y^0 \Delta x + x^0 \Delta y + \Delta x \Delta y \quad (9)$$

6 numaralı denklemde V'deki 0'dan t yılına kadar olan değişim verilmiştir. 7 numaralı denklemde ise sırasıyla V'nin t ve 0 yılındaki büyüklükleri verilmiştir. 9 numaralı denklemdeki “ $y^0 \Delta x$ ” ve “ $x^0 \Delta y$ ” ifadesi sırasıyla x ve y deki değişimden kaynaklanan etkidir, son terim ise ayrıştırma modelindeki artık değerdir, yani tam

olarak ne x, ne de y'de meydana gelen değişim tarafından açıklanabilen etkidir (Ang, 2005: 867–871)

Şekil 4.1. İki Değişkenli Durumda Ayrıştırma



Kaynak: Liu (2006), p.76

Şekil 4.1'de de görüldüğü gibi V büyüklüğünün ilk değerini ‘ $y^0 Bx^0$ ’ dikdörtgeni yani  $V^0$  göstermektedir. x ve y'deki değişim sonucunda bu büyüklük ‘ $y^t D x^t$ ’ dikdörtgenine yani  $V^t$ ’ye çıkmaktadır.  $V^0$ ’dan  $V^t$ ’ye meydana gelen toplam değişimde, y’den kaynaklanan etki  $x^0 \Delta y$  ( $y^t A B y^0$  dikdörtgeni) büyüklüğü iken, x’ten kaynaklanan etki  $y^0 \Delta x$  ( $B C x^0 x^t$  dikdörtgeni)’tir. ABCD dikdörtgeni  $\Delta x \Delta y$  ise tam olarak ne x ne de y tarafından açıklanabilen değişimdir. Bu bilinemediği için her iki değişkenin bu noktada katkısının eşit olduğu kabul edilmiştir. Artık değer her iki değişkenin büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir ve ancak herhangi bir değişkendeki değişim sıfır olduğunda ortadan kaybolur (Sun, 1998; 85–100). Bu durumda x ve y etkisi şu şekilde ifade edilir;

$$x_{etkisi} = y^0 \Delta x + \frac{1}{2} \Delta x \Delta y \quad (10)$$

$$y_{etkisi} = x^0 \Delta y + \frac{1}{2} \Delta x \Delta y \quad (11)$$

$$\Delta V = x_{etkisi} + y_{etkisi} \quad (12)$$

$$V^t - V^0 = x_{etkisi} + y_{etkisi} \quad (13)$$

$$\frac{V^t}{V^0} = 1 + \frac{x_{etkisi}}{V^0} + \frac{y_{etkisi}}{V^0} \quad (14)$$

Eğer modelde  $V=x*y*z$  şeklinde üç değişken olursa, bu durumda V'de meydana gelen bir değişimde bu değişkenlerin etkileri sırasıyla şu şekilde olur;

$$x_{etkisi} = y^0 z^0 \Delta x + \frac{1}{2} \Delta x (z^0 \Delta y + y^0 \Delta z) + \frac{1}{3} \Delta x \Delta y \Delta z \quad (15)$$

$$y_{etkisi} = x^0 z^0 \Delta y + \frac{1}{2} \Delta y (z^0 \Delta x + x^0 \Delta z) + \frac{1}{3} \Delta x \Delta y \Delta z \quad (16)$$

$$z_{etkisi} = x^0 y^0 \Delta z + \frac{1}{2} \Delta z (y^0 \Delta x + x^0 \Delta y) + \frac{1}{3} \Delta x \Delta y \Delta z \quad (17)$$

$$\Delta V = x_{etkisi} + y_{etkisi} + z_{etkisi} \quad (18)$$

$$V^t - V^0 = x_{etkisi} + y_{etkisi} + z_{etkisi} \quad (19)$$

$$\frac{V^t}{V^0} = 1 + \frac{x_{etkisi}}{V^0} + \frac{y_{etkisi}}{V^0} + \frac{z_{etkisi}}{V^0} \quad (20)$$

Bu tez çalışmasında Türkiye ekonomisinin geneli ve sanayi sektörü için LDMI yöntemi ile ayrıştırma yapılmıştır. Aynı örnek logaritmik yöntemlerle ifade edilmek istenirse, çarpımsal ve toplamsal ayrıştırma yöntemleri için formülüzasyon sırasıyla şu şekilde olacaktır;

$$D_{x_k} = \exp\left(\sum_i \frac{(V_i^t - V_i^0)/(\ln V_i^t - \ln V_i^0)}{(V^t - V^0)/(\ln V^t - \ln V^0)} \ln\left(\frac{x_{k_j}^t}{x_{k_j}^0}\right)\right) \quad (21)$$

$$\Delta V_{x_k} = \sum_i \frac{(V_i^t - V_i^0)}{(\ln V^t - \ln V^0)} \ln\left(\frac{x_{k_j}^t}{x_{k_j}^0}\right) \quad (22)$$



Burada  $D_{x,k}$ , incelenecek ilgili büyüklüğün logaritmik değerini,  $V_i^t$ ,  $i$  alt kategorisinde ilgili büyüklüğün  $t$  yılındaki değerini,  $V_i^0$ ,  $i$  alt kategorisinde ilgili büyüklüğün 0 yılındaki değerini,  $x_{k,i}^t$ ,  $V$ 'yi etkileyen  $i$  alt kategorisindeki  $k$ 'nci faktörün  $t$  yılındaki değerini,  $x_{k,i}^0$ ,  $V$ 'yi etkileyen  $i$  alt kategorisindeki  $k$ 'nci faktörün 0 yılındaki değerini gösterir.

LDMI metodu ‘aritmetic mean divisia index’ (AMDI) ve ‘logaritmik mean divisia index’ (LMDI) olarak ikiye ayrılır. LMDI yöntemini tez çalışması ile ilgili olarak, sırasıyla *enerji tüketimindeki değişimin ayrıştırılması* amacıyla kullanılmak istenirse, çarpımsal ve toplamsal olmak üzere sırasıyla Tablo 4.1.’deki şu formüller kullanılır;

Tablo 4.1. Çarpımsal ve Toplamsal Ayrıştırma

Çarpımsal Ayrıştırma	Toplamsal Ayrıştırma
$D_{act} = \exp \left( \sum_i \frac{(E_i^t - E_i^0) / (\ln E_i^t - \ln E_i^0)}{(E^t - E^0) / (\ln E^t - \ln E^0)} \ln \left( \frac{Q^t}{Q^0} \right) \right)$	$\Delta E_{act} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0} \ln \left( \frac{Q^t}{Q^0} \right)$
$D_{str} = \exp \left( \sum_i \frac{(E_i^t - E_i^0) / (\ln E_i^t - \ln E_i^0)}{(E^t - E^0) / (\ln E^t - \ln E^0)} \ln \left( \frac{S_i^t}{S_i^0} \right) \right)$	$\Delta E_{str} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0} \ln \left( \frac{S_i^t}{S_i^0} \right)$
$D_{int} = \exp \left( \sum_i \frac{(E_i^t - E_i^0) / (\ln E_i^t - \ln E_i^0)}{(E^t - E^0) / (\ln E^t - \ln E^0)} \ln \left( \frac{I_i^t}{I_i^0} \right) \right)$	$\Delta E_{int} = \sum_i \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0} \ln \left( \frac{I_i^t}{I_i^0} \right)$

Kaynakça; Ang (2005), p.869

Ayrıştırma analizinin amacı enerji tüketimi ve emisyon üretimindeki değişiklikleri modellemektir. Açıklayıcı değişkenler: ekonomideki aktivite düzeyi, sektörel yoğunluk ve yapısal değişimdir. Burada  $D_{act}$ ,  $D_{str}$ ,  $D_{int}$  sırasıyla multiplicative (çarpımsal) formda çıktı etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkisini göstermektedir.  $E_i^t$   $i$  alt sektörünün  $t$  yılındaki enerji tüketimini,  $E_i^0$   $i$  alt sektörünün 0 yılındaki enerji tüketimini,  $E^t$  ekonominin  $t$  yılındaki genel enerji tüketimini,  $E^0$  ekonominin 0 yılındaki genel enerji tüketimini,  $Q^t$   $t$  yılındaki çıktı miktarı (GDP),  $Q^0$  0 yılındaki çıktı miktarını (GDP) gösterir.  $S_i^t$ ,  $i$  alt sektörünün  $t$  yılındaki üretim payı (örneğin sanayi sektörünün GDP içindeki payı, eğer sanayideki enerji tüketimi inceleniyorsa, sanayinin alt

sektörlerinden mesela kimya sektörünün toplam sanayi üretimi içindeki payı).  $S_i^0$ , i alt sektörünün 0 yılındaki üretim payını gösterir.  $I_i^t$ , i alt sektörünün t yılındaki enerji yoğunluğu (E/Q),  $I_i^0$ , i alt sektörünün 0 yılındaki enerji yoğunluğunu gösterir.

Toplamsal (Additive) tipteki ayrıştırma analizi tablo 4.2.'de sağ kolonda gösterilmiştir. Buna göre toplam enerji tüketiminde başlangıç bir yıldan, t yılına kadar olan artışa toplam etki ( $\Delta E_{tot}$ ) dersek, bu etki şu üç kısma ayrılabilir; üretim etkisi ( $\Delta E_{prd}$ ), yapısal etki ( $\Delta E_{str}$ ), yoğunluk etkisi ( $\Delta E_{int}$ ) ve artık kısım ( $\Delta E_{rsd}$ ) olarak ifade edilebilir (Ediger, Huvaz, 2006; 732–745).

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_{prd} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} + \Delta E_{rsd} \quad (23)$$

Bu eşitlikteki her bir etki LMDI (Logarithmic Mean Divisia Index) metoduyla şöyle hesaplanır;

$$\Delta E_{prd} = \sum_i L(E_{i,t}, E_{i,0}) \ln(Y_t / Y_0) \quad (24)$$

$$\Delta E_{str} = \sum_i L(E_{i,t}, E_{i,0}) \ln(S_{i,t} / S_0) \quad (25)$$

$$\Delta E_{int} = \sum_i L(E_{i,t}, E_{i,0}) \ln(I_{i,t} / I_0) \quad (26)$$

Burada  $E_i$  sektör i'nin Mtep olarak birincil enerji tüketimini, Y milli geliri,  $S_i$   $i(Y_i/Y)$  sektörünün üretimdeki payını ve  $I_i$  ise sektör i'nin Mtep/TL cinsinden enerji yoğunluğunu ( $E_i/Y_i$ ) verir. Eşitlik 24, 25 ve 26'daki  $L(E_{i,t}, E_{i,0})$  terimi şöyle hesaplanır.

L limit, a ve b'de değişkenler olmak üzere;

$$L(a; b) = \frac{(a - b)}{(\ln a - \ln b)} \quad (27)$$

$$L(E_{i,t}; E_{i,0}) = \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \quad (28)$$

Buradaki  $L(E_{i,t}, E_{i,0}) = E_{i,t}$  eşitliği,  $E_{i,t} \rightarrow E_{i,0}$ 'a giderken  $L(E_{i,t}, E_{i,0})$ 'nin limitidir. Her bir sektör  $i$ ' (tarım sanayi ve hizmetler) için toplam etki içindeki üretim, yapısal ve yoğunluk etkisi şöyle hesaplanır;

$$\Delta E_{i,prd} = \sum_i \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \quad (29)$$

$$\Delta E_{i,str} = \sum_i \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \ln\left(\frac{S^T}{S^0}\right) \quad (30)$$

$$\Delta E_{i,int} = \sum_i \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \ln\left(\frac{I^T}{I^0}\right) \quad (31)$$

LMDI yönteminin tek dezavantajı, zaman serisi veri setinde sıfır değeri ile karşılaşıldığında, formülasyondaki loagaritmik yapı nedeniyle analiz yapmanın zorlaşmasıdır. Ang ve Choi (1997) yaptıkları bir çalışmada sıfır değeri yerine  $\delta$  gibi küçük bir sayı ile ikame edilebileceğini ve bu değer sıfıra yaklaştıkça da sonuçların gerçek sonuca yakınsama göstereceğini belirtmiştir. Özellikle  $\delta$  için  $10^{-10}$  ile  $10^{-20}$  arası değerlerde tatmin edici sonuçlar vermektedir. Yazarlar bu yöntemi SV (small value) stratejisi olarak adlandırmışlardır. Ang ve diğerleri (1998) ise bu yönteme alternatif olarak AL (analytical limit) yöntemini geliştirmiştir. Yapılan pek çok çalışmada SV yönteminin kolay uygulanabildiği ve sağlıklı sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Ancak bazı yazarlar (Wood and Lenzen) SV yönteminin çok sayıda sıfır değere sahip bir zaman serisine uygulandığında sağlıklı sonuçlar vermeyeceğini söylemişler, bu yüzden böyle durumlarda AL yöntemini tavsiye etmişlerdir (Liu, Ang, 2005: 238).

#### 4.1.2.1.2. Laspeyers Yöntemi

Diğer yöntem Laspeyers Index'idir. Basic Laspeyers, Modified Fischer Index, Marshall Edgeworth Method, Convventional Fischer Ideal Endeks, Shapley-Sun method, Paasche Index, Drobish ve Walsh metodu olmak üzere sekize ayrılır. Laspeyers İndeksi aslında fiyat indekslerinin oluşturulmasında kullanılır ve "weighted laspeyers index", yani ağırlıklandırılmış toplam indeks olarak ifade edilir. Burada endeks değeri cari dönemde yapılan harcamanın, baz yılda yapılan harcamaya oranlanmasıyla bulunur.

$$L = \frac{p_{t_1} q_{0_1} + p_{t_1} q_{0_2}}{p_{0_1} q_{0_1} + p_{0_2} q_{0_2}} \quad (32)$$

$p_{t_1}$ , t dönemdeki  $x_1$  malının fiyatını,  $q_{0_1}$ , baz dönemde tüketilen  $x_1$  mal miktarı,  $p_{0_2}$ , baz dönemde  $x_2$  malının fiyatını ve  $q_{0_2}$ , baz dönemde tüketilen  $x_2$  mal miktarını gösterir. Endeks bize, cari dönemde tükettiğimiz mal miktarını baz yılda tüketseydik ne kadar daha az veya daha çok harcama yaptık? sorusunun yanıtını verir. Bu ifadeyi genelleştirirsek  $E_0$  ve  $E_t$  sırasıyla baz yılda ve t'inci dönemdeki harcamaları göstermek üzere  $I_0$  endeks değeri (Roberts, 04.06.2010, <http://tigger.uic.edu>)

$$E_0(u_0) = \sum_{i=1}^n p_{0_i} q_{0_i} \quad E_t(u_0) = \sum_{i=1}^n p_{t_i} q_{0_i}^* \quad (33)$$

Laspeyres endeksi enerji tüketimindeki değişmeyi açıklamak için kullanıldığında aynı şekilde  $E_0$  ve  $E_t$  sırasıyla baz yılda ve t'inci yılda toplam enerji tüketimini göstermek üzere veya eğer sanayi sektörü inceleniyorsa, sanayi alt sektörlerinde tüketilen enerji miktarı olmak üzere enerji tüketiminde baz yıl (0) ve t yılları arasında meydana gelen toplam değişme;

$\Delta E_0 = E_t - E_0$  aşağıdaki gibi ayrıştırılabilir;

$$\Delta E_{\text{tot}} = \Delta E_{\text{prd}} + \Delta E_{\text{str}} + \Delta E_{\text{int}} + \Delta E_{\text{rsd}} \quad (34)$$

$$\Delta E = E^t - E^0 \quad (35)$$

$$\begin{aligned} EQ_{\text{effect}}^t &= (Q^t - Q^0) \sum_i eI_i^0 s_i^0 + \frac{1}{2} (Q^t - Q^0) \sum_i (eI_i^0 (s_i^t - s_i^0) + s_i^0 (eI_i^t - eI_i^0)) \\ &+ \frac{1}{3} (Q^t - Q^0) \sum_i (eI_i^t - eI_i^0) (s_i^t - s_i^0) \\ EI_{\text{effect}}^t &= Q^0 \sum_i s_i^0 (eI_i^t - eI_i^0) + \frac{1}{2} \sum_i (eI_i^t - eI_i^0) [s_i^0 (Q^t - Q^0) + Q^0 (s_i^t - s_i^0)] \\ &+ \frac{1}{3} (Q^t - Q^0) \sum_i (eI_i^t - eI_i^0) (s_i^t - s_i^0) \\ ES_{\text{effect}}^t &= Q^0 \sum_i eI_i^0 (s_i^t - s_i^0) + \frac{1}{2} \sum_i (s_i^t - s_i^0) [eI_i^0 (Q^t - Q^0) + Q^0 (eI_i^t - eI_i^0)] \\ &+ \frac{1}{3} (Q^t - Q^0) \sum_i (eI_i^t - eI_i^0) (s_i^t - s_i^0) \end{aligned}$$

Denklemden EQ<sub>etkisi</sub> çıktı etkisini EI<sub>etkisi</sub> yoğunluk etkisini ve ES<sub>etkisi</sub> ise yapısal etkiyi gösterir. Buradan çıktı etkisini, yapısal etkiyi ve yoğunluk etkisini, i'inci alt sektörün j'inci alt sektörü için (örneğin imalat sanayi alt sektöründeki petrokimya alt sektörü gibi) aşağıdaki formülleri kullanarak hesaplanabilir;

$$E_i^t = Q_i^t \sum_j S_{ij}^t I_{ij}^t \quad E_i^0 = Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 \quad I_0 = \frac{E_t(u_0)}{E_0(u_0)} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{t_i} q_{t_i}^*}{\sum_{i=1}^n p_{0_i} q_{0_i}} \quad (35)$$

Burada  $E_i^t$  i alt sektöründe t yılında tüketilen enerjiyi,  $E_i^0$  ise 0 yılında (baz yılda) tüketilen enerjiyi göstermektedir. Buna göre çıktı etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkisi sırasıyla şöyle ifade edilebilir;

$$Q_{\text{sektör } i \text{ 'deki çıktı etkisi}} e = Q_i^t \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 - Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 = (Q_i^t - Q_i^0) \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 = \Delta Q_i \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 \quad (36)$$

$$S_{\text{sektör } i \text{ 'deki yapısal etki}} = Q_i^0 \sum_j S_{ij}^t I_{ij}^0 - Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 = Q_i^0 \sum_j (S_{ij}^t - S_{ij}^0) I_{ij}^0 = Q_i^0 \sum_j I_{ij}^0 \Delta S_{ij} \quad (37)$$

$$I_{\text{sektör } i \text{ 'deki yoğunluk etkisi}} = Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^t - Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 I_{ij}^0 = Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 (I_{ij}^t - I_{ij}^0) = Q_i^0 \sum_j S_{ij}^0 \Delta I_{ij} \quad (38)$$

Böylece sonuçta bu üç etkinin toplamı  $\Delta E_i$ 'yi yani toplam değişimi verecektir;

$$\Delta E_i = Q_{\text{effect in sector } i} + I_{\text{effect in sector } i} + S_{\text{effect in sector } i} \quad (39)$$

Eğer toplamsal tipte ifade edilmek istenirse;

$$PE_{out} = \sum_i Q_t S_{i,0} I_{i,0} / E_0 \quad (40)$$

$$PE_{str} = \sum_i (Q_t S_{i,t} I_{i,t} / Q_t S_{i,0} I_{i,t}) \quad (41)$$

$$PE_{int} = \sum_i (Q_t S_{i,t} I_{i,t} / Q_t S_{i,t} I_{i,0}) \quad (42)$$

Ancak hem Laspeyers metodunda, hem de diğer ayrıştırma yöntemlerinde tek sorun artık değerdir. Artık değer, toplam enerji tüketimindeki değişimin ayrıştırma yöntemi tarafından açıklanamayan kısmıdır. Bu bağlamda literatürde bir kısım

çalışmalar artık değeri ihmal ederken, bir kısım çalışmalar artık değeri karşılıklı etki olarak değerlendirmiştir. Yani x ve y gibi iki değişkenli bir ayrıştırma modelinde artık değer her iki etkinin ürünüdür. Bu noktada Sun (1996) birlikte yaratılmış eşit dağıtılmış (jointly created equally distributed) prensibini benimsemiştir. Formül 10 ve 11'deki  $\frac{1}{2}$  ifadesi bunu göstermektedir. Artık değer, seçilen baz yılın hangi yıl olduğuna göre sonuçları etkileyebilir. Yine t dönemi uzadıkça, artık değer R (residual)'de büyür. İşte yapısal etki ve yoğunluk etkisi yukarıda belirtilen (additive veya multiplicative tip) şekilde hesaplanırsa Laspeyers İndeksi artık değer üretmez. (Çermikli ve Öztürkler, 2009: 63-76). Böylelikle enerji tüketimindeki değişimin sektörler itibariyle ne kadarının yapısal, ne kadarının üretim ve ne kadarının da yoğunluk etkisinden kaynaklandığı bulunur.

#### 4.1.2.1.3 Sonuçların Yorumlanması

Ayrıştırma analizindeki üretim etkisi, enerji tüketiminde üretim miktarındaki artıştan kaynaklanan etkiyi gösterir. Artan ekonomik çıktı faaliyet etkisini artırır, enerji tüketimindeki büyüme oranını artıracı etki yapar. Enerji tüketimindeki artışa pozitif katkıda bulunur. Eğer çıktı düşerse bu durum enerji talebi artış oranını düşürür ve çıktı etkisi enerji tüketimine negatif olarak etki eder. Örneğin bu etkinin 1994 ve 2001 kriz yıllarında azalması beklenir (Zhang, 2003: 625–638).

Yoğunluk etkisi, sosyo ekonomik gelişmelerin, teknolojik değişimin ve üretim sistemlerindeki değişikliğin enerji tüketimi üzerindeki etkisidir. Eğer çıktıdaki artış oranı, enerji girdisindeki artış oranından büyükse yoğunluk etkisi azalmaktadır. Daha etkin, verimli üretim tekniklerinin uygulanması, etkin enerji yönetimi, o alt sektörün içinde veya alt sektörler arasında ürün karmasında meydana gelen değişimler, malzeme ve yakıt girdisinin kalitesinde meydana gelen iyileşmeler yoğunluk etkisini azaltır. Teknolojik değişim hızlandıkça yoğunluk etkisi daha hızlı düşer. Negatif teknolojik ilerleme ise enerji yoğunluğunu artırır. Enerji üretiminde kapasite kullanım oranının artması yoğunluk etkisini artırır. Üretim faktörlerinin sektörler arası değişimine neden olan yapısal değişimde de yoğunluk etkisini etkiler. Diğer yandan ülkelerin sanayileşme oranlarının artması, elektrikli alet ve edevatın daha çok kullanılması, elektrikli ev aletlerinin yaygınlaşması yoğunluk etkisini artırıcı etki yapar. Bu yüzden gelişmekte olan ülkelere enerji yoğunluğu, gelişmiş ülkelere göre daha fazladır. Ayrıca gelişmiş

ülkelerde enerji kullanımı, gelişmekte olan ülkelere göre daha verimli ve etkindir. Son olarak enerji fiyatlarının düşük ve istikrarlı seyir izlemesi yapısal ve yoğunluk etkilerini pozitif dönüştürür, arttırır. Yani negatif eğimli fiyat hareketi, pozitif eğimli yoğunluk etkisine yol açar (Steenhof, 2006: 370–384).

Yapısal etki, enerji tüketimi üzerindeki toplam üretimin sektörel payı içindeki değişimin etkisini ortaya çıkaran etkidir. Örneğin sanayi sektörünün toplam üretim kompozisyonundaki değişmeden kaynaklanan toplam enerji tüketimi değişimidir. Eğer sanayi alt sektörleri içinde, (alt sektör yoksa sanayi sektörünün milli gelir içindeki payı) daha enerji yoğun sektörlerin payı, daha az enerji yoğun sektörlerin payına oranla artarsa, onun yapısal etkisi de artmaktadır ve böyle bir değişme toplam enerji talebi üzerinde arttırıcı etki yapar ve enerji tüketimindeki büyüme oranı artar. Tam tersine sektör içinde daha az enerji yoğun sektörlerin payı düşerse böyle bir yapısal değişme bu sefer toplam enerji talebi üzerinde düşürücü etki yapacak ve enerji tüketimindeki büyüme oranı azalacaktır (Vehmas, 06.05.2010: <http://www.upav.org.tr>). Bu çalışmada Türkiye ekonomisi için enerji tüketimi LMDI yöntemiyle üç temel sektör (tarım, sanayi ve hizmetler) bazında incelenmiş, ayrıca sanayi sektörü demir-çelik, kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde, gübre, şeker, çimento, demir dışı metaller ve diğer sanayi kolları şeklinde yedi alt kategoriye ayrılarak yine aynı yöntemle incelenmiştir.

#### **4.1.3.Ampirik Literatür**

Ayrıştırma analizi özellikle 1973 petrol krizinden sonra, batılı ülkelerde daha etkin, verimli, enerji krizi dönemlerinde krizi yönetebilecek enerji politikalarına ihtiyaç duyulmasından sonra geliştirilmiştir. Son yıllarda küresel ısınmanın etkilerinin iyice hissedilmesiyle ayrıştırma analizi, sera gazı emisyonlarının analizinde ve küresel ısınmaya karşı daha etkin politikaların geliştirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise enerji fiyatlarındaki hızlı artış, fosil tabanlı yakıtların giderek azalan rezervleri, enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisinin etkileri gibi nedenlerle ayrıştırma analizi, enerji ile ilgili araştırmalarda kullanılmaya devam edilmektedir.

Ayrıştırma analizi, metodolojisinin basit ve esnek olması nedeniyle (örneğin IDA-Endeks Ayrıştırma Analizi yöntemi) enerji ile ilgili konulara rahatlıkla uygulanabilir. Bu nedenle özellikle enerji arz-talebi, enerji ile ilgili gaz emisyonları, verimlilik arttırma teknikleri, ulusal enerji verimliliğini arttırma ve ülkeler arası

verimlilik karşılaştırması yapma gibi konularda kullanılmaktadır. Enerji arz talebi konusu, özellikle 1990'lı yıllardan itibaren ulaştırma, konut gibi hizmetler sektörü ile ilgili alanlara genişletilmiş, elektrik üretiminde kullanılan yakıt karmasında meydana gelebilecek değişikliklerin sonuçları irdelenmiştir. Ayrıştırma analizi küresel ısınmanın etkilerinin giderek hissedilmesiyle, karbondioksit gazı salınımı ile ilgili konularda analiz yapılmak için de kullanılmış, yapısal etkinin ve enerji yoğunluğundaki değişimin etkileri çeşitli şekillerde incelenmiştir. Son olarak ayrıştırma analizi verimlilik artırıcı teknikler ve ülkeler arası verimlilik karşılaştırılması yapılmasında da kullanılmıştır. Bu analizlerde çıktı başı kaynak kullanım yoğunluğu, enerji yoğunluğu ile ikame edilmiş ve bu kapsamda kaynak verimliliğini artırıcı yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Verimlilik konusundaki uygulamalarla hem ekonomideki kaynak kullanımını arttırmaya çalışılmış, hem de geliştirilen yeni göstergelerle verimlilik hedefleri daha ölçülebilir hale getirilmiştir. Diğer yandan ülkeler arasında enerji arz-telep farklılıklarının nedenleri, ülkelerin neden farklı emisyon değerlerine sahip olduğu ve verimlilik farklılıklarının hangi faktörlerden kaynaklandığı, ayrıştırma analizi yöntemlerinin uygulanmaya başlanmasıyla yeni bir boyut kazanmıştır (Ang, 2004:1132–1133).

Ayrıştırma analizinin belirtilen bu avantajları nedeniyle literatürdeki örnek sayısı hızla artmıştır. Ang ve Zhang (2000), yaptıkları bir çalışmada, 1979–1999 arasında, çeşitli bilimsel dergilerde ayrıştırma analizi ile ilgili yüzden fazla makale yayımlandığını belirtmişlerdir. Sadece 2000 ve 2001 yılındaki sayı 40 adettir. Çalışmalarda daha çok toplamsal tipteki ayrıştırma analizi yöntemleri kullanılmış ve yapılan bu çalışmalar da daha çok enerji tüketimi ve yoğunluğu, bu tüketimle ilgili sera gazı salınımları ve çeşitli ayrıştırma analizi yöntemlerinin birbiri ile karşılaştırılmaları üzerine olmuştur (Choi, Ang, 2003: 615–616).

Yapılan çalışma örneklerine bakılacak olursa, Cornillie ve Frankhauser (2004) geçiş ekonomilerinde 1992–1998 yılları için enerji yoğunluğundaki değişimi ve nedenlerini incelemiştir. Buna göre kömünist blokun yıkılmasından sonra başlayan geçiş dönemi ile enerji yoğunlukları düşüş göstermiştir. Ancak katedilen seviye yeterli değildir, yoğunluk değerleri hala OECD ülkelerinin üstündedir. Buna göre Macaristan Letonya, Litvanya, Slovenya gibi ülkelere oluşan birinci grup için sanayi sektöründe yoğunluk hızlı düşmüş ancak konutlar, ulaştırma gibi diğer sektörlerde enerji yoğunluğundaki düşüş yavaş seyretmiştir. Bu gruptaki ülkeler özelleştirmede,



piyasaların serbestleşmesinde ve yeniden yapılanmada diğer ülkelere göre daha hızlı hareket etmişlerdir. Bu yüzden sanayi sektörü enerji yoğunluğu daha hızlı düşmüştür. Polonya, Romanya ve Slovakya gibi ülkelerden oluşan ikinci gruptaki ülkeler için tam tersine sanayi sektöründe enerji yoğunluğu önemli bir iyileşme göstermezken, konutlar ve ulaştırma gibi diğer sektörlerde iyileşme görülmüştür. Bu ülkelerde ağır sanayi milli gelirin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Geçiş sürecinde özelleştirme, yeniden yapılanma, teknolojik yenileme gibi konularda yeterli yol alınamamıştır. Kafkas ülkeleri ve Orta Asya ülkelerinden oluşan üçüncü grupta ise yoğunluk değerleri düşüş yerine artış göstermiştir. Geçiş sürecinde özelleştirmeler aksamış, teknolojik gelişmelerden uzak kalmış, devlet desteklerine dayanan (vergi indirimleri, sübvansiyonlar ve teşvikler gibi) eski kapalı yapı tam olarak kırılmamıştır. Bu yüzden de enerji yoğunluğunda beklenen iyileşme görülmemiştir (Cornillie, Frankhauser, 2004: 292-294).

Ang, Liu Chung (2004), yaptıkları çalışmada çeşitli ayrıştırma nalizi yöntemlerini (LMDI-I, LMDI-II, Fischer Endeksi, Laspeyers Endeksi, Paasche Endeksi) karşılaştırmışlardır. Birden fazla değişken olduğu durumlarda geleneksel endeks analiz yöntemleri yetersiz kalmaktadır. İşte böyle durumlarda çoklu değişken kullanımına izin veren Fischer Endeksi yöntemini G.Kore karbondioksit salınımı örneği ile incelemişler ve en iyi sonuçların Fischer Endeksi, LMDI ve Laspeyers yöntemleri ile alındığını bulmuşlardır (Ang, Liu, Chung, 2004: 757-763)

Fernandez ve Fernandez (2007) ayrıştırma analizlerinden Path Based (PB) yaklaşımı ile Sun's Periodwise metodlarını 1992-2002 yılları EU 15 karbondioksit salınımları örneğinde karşılaştırmış ve PB yaklaşımının daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Aynı şekilde karbondioksit salınımı çıktı etkisi, yapısal etki ve yoğunluk etkisi şeklinde üç kısma ayrılmış ve belirtilen yıllar arasında karbondioksit salınımının 107,4 milyon ton azaldığı görülmüştür. Buna göre daha üstün teknolojilerin kullanımının sonuçlarını gösteren yoğunluk etkisi nedeniyle karbondioksit salınımı 2.415 milyon ton azalırken, üretimdeki artıştan kaynaklanan çıktı etkisi nedeniyle karbondioksit salınımı 2.233 milyon ton artmış, aynı şekilde yapısal etki nedeniyle de 74,2 milyon tonluk artış meydana gelmiştir. Sonuçta net olarak toplam salınım 107,4 milyon ton azalmıştır (Fernandez, Fernandez, 2004: 1020-1036)

J.W. Sun (1998) dünya enerji tüketimi üzerinden ayrıştırma analizi yapmıştır. Buna göre 1973-1990 arasında dünya enerji tüketimi 4.138 Mtep'den 1990 yılında

5.517 Mtep'e çıkmıştır. Enerji yoğunluğu ise 455.9 kgpe/Bin usd'den 1990 yılında 363 kgpe/Bin usd'ye inmiştir. Tüm dönemi 1973–1980, 1980–1985, 1985-1990 ve 1973-1990 şeklinde dört kısma ayırmış ve sonuçları bir tablo şeklinde vermiştir. Buna göre tüm dönem için gelişmiş ülkelerde hem yoğunluk hem yapısal etki enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde ise tam tersine arttırıcı etkide bulunmuştur. Çin ve eski Sovyet bloku için yapısal etki enerji tüketimini arttırıcı, yoğunluk etkisi ise düşürücü etkide bulunmuştur.

Greening ve diğerleri (1997) 10 OECD ülkesi üzerinde 6 farklı ayrıştırma analizini (Laspeyers Fixed, Lapeyers Rolling, Divisia Fixed, Divisia Rolling, AWD Fixed, AWD Rolling) karşılaştırmışlardır. Bunlar içinde en iyi sonuçları ve en düşük artış değeri AWD ve Divisia yöntemleri vermektedir. Ülkelerin enerji yoğunluğundaki azalma esas olarak alt sektörlerdeki enerji yoğunluğunun azalmasından kaynaklanmaktadır. Yapısal etki ise ülkeden ülkeye arttırıcı yada azaltıcı etkide bulunmuştur. Yoğunluk değerlerindeki azalmayı ise petrol krizleri ile yaşanan fiyat artışlarına, enerji koruma politikalarına daha çok önem verilmesine, yakıt karmasında katı ve sıvı yakıtlar yerine daha ucuz yakıtların (doğal gaz, elektrik gibi) ağırlığının artmasına ve teknoloji yoğun üretim tekniklerinin daha çok kullanılmasına bağlamışlardır (Greening ve Diğerleri, 1997: 375–390).

Fernandez ve Fernandez (2003), 15 AB ülkesi için 1990–2002 arası sera gazı değişimlerini, Sun (1998) 1973–1990 arası gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeler, eski doğu bloku ülkeleri, Çin ve tüm dünya toplamı bazında toplam enerji tüketimindeki değişimi, Ma ve Stern (2008) Çin ekonomisinin 1980–2003 yılları arasındaki enerji tüketimini incelemişlerdir. Ayrıca Çin ekonomisi için Huang (1993), Sinton ve Levine (1994), Lin ve Polenske (1995), Garbaccio ve diğerleri (1999), Zhang (2003), Fisher-Vanden ve diğerleri (2003) enerji yoğunluğundaki değişimin analizini yapmışlardır. Greening ve diğerleri (1997), 10 OECD ülkesi için 1960–1995 yılları arasında enerji yoğunluğundaki değişimi, altı farklı ayrıştırma yöntemine göre analiz edip sonuçları karşılaştırmıştır. Howarth ve Schipper (1991), Howarth ve Diğerleri (1991), Howarth (1989), Schipper ve Diğerleri (1990, 1992, 1993) ABD ekonomisi için enerji tüketimindeki değişimi incelemişlerdir. Ang (2004), hipotetik veriler üzerinden Laspeyers ve Divisia endeks metodlarını karşılaştırarak sonuçları yorumlamıştır (Ang, 2004: 867–871). Steenhof (2006), Çin ekonomisi için 1998–2002 yılları arası

sanayileşme kaynaklı elektrik enerjisi talebindeki artışı Laspeyers yöntemiyle incelemiştir. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak Türkiye ekonomisi için 1970–2009 yılları arası tarım, sanayi ve hizmetler olmak üzere sektörel bazda enerji tüketimindeki değişimin analizi yapılmış, buna ilaveten sanayi sektörü 7 alt sektöre ayrılarak ayrıca incelenmiştir.

Steenhof (2006) 1998–2002 yılları arası Çin ekonomisi için elektrik tüketimini ayrıştırma analizi yöntemiyle incelemiştir. Bu ülkede Elektrik tüketiminin %70'i sanayi sektöründe gerçekleşmektedir. Söz konusu yıllar için Çin ekonomisinde sanayi sektöründeki üretim artışı, gelir artışı, elektrikli alet ve edevatın kullanımının yaygınlaşması ve yakıt karmasında meydana gelen değişimler neticesinde elektrik talebi ve üretimi artmış, ancak verimlilik değerlerinde de önemli oranda artış görülmüştür (Steenhof, 2006:370–384).

Ediger ve Huvaz (2005) 1980–2000 döneminde Türkiye ekonomisinde üç temel sektör bazında enerji kullanımını ayrıştırma yöntemi ile analiz etmişlerdir. Çıktı etkisi her üç sektörde de pozitif olarak gerçekleşmiştir. Yani her üç sektörde de üretim ve enerji kullanımı yakın ilişkili ve doğru orantılıdır. 1980–1990 döneminde ekonomik büyüme performansı da iyi gittiği için enerji tüketimi hızla artmıştır. Ancak ekonomi büyürken sanayi ve hizmetler sektörünün milli gelir içindeki payı artmış, tarım sektörününki gerilemiştir. Ayrıca 1980 sonrasında dışa açılımın da etkisi ile tarımda makineleşme artmıştır. Böylece tarım sektöründe enerji yoğunluğu artmıştır. Hizmetler ve sanayi sektöründe ise devletin ekonomideki payının azalması, piyasa odaklılığın artması, artan dış rekabet, enerji fiyatlarının artması, teknolojik gelişmelerin hızlanması ve daha yakından takip edilmesi, nihai tüketicilerdeki verimlilik bilincinin artması gibi nedenlerle enerji yoğunluğu düşüş göstermiştir. Ancak Türkiye ekonomisi hala gelişmiş ülkelerin gerisindedir. Bu yüzden enerji tüketiminde, milli gelirden daha hızlı artmaya devam edecektir.

#### **4.1.4. Analiz Bulguları**

##### **4.1.4.1. LMDI Yöntemiyle Sektörel Ayrıştırma Analizi**

###### **4.1.4.1.1. Toplam Etki**

Türkiye ekonomisi 1970–2008 yılları arası enerji tüketimindeki değişimi yıllık dönemler halinde ayrıştırma analizi yöntemi ile incelemek için öncelikle milli gelir,

milli gelirin sektörel dağılımı ve sektörel enerji tüketimlerine ait zaman serisi verileri istatistiksel veri kaynaklarından temin edilmiştir. Veriler LMDI yöntemine göre aşağıdaki formüller kullanılarak ayrıştırılmıştır;

$$\Delta E_{i,prd} = \sum_i \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \quad (43)$$

$$\Delta E_{i,str} = \sum_i \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \ln\left(\frac{S^T}{S^0}\right) \quad (44)$$

$$\Delta E_{i,int} = \sum_i \frac{(E_{i,t} - E_{i,0})}{(\ln E_{i,t} - \ln E_{i,0})} \ln\left(\frac{I^T}{I^0}\right) \quad (45)$$

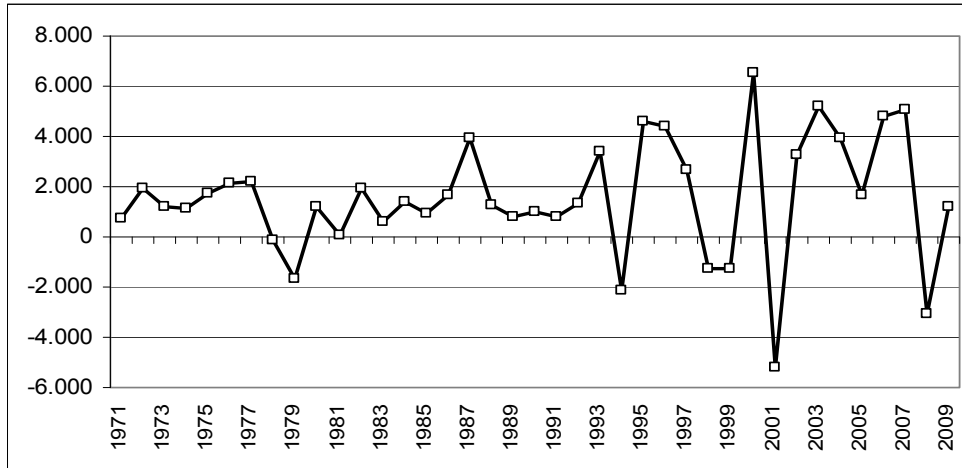
Tablo 4.2. Genel Ekonomi Ayrıştırma Analizi (Btep)

Yıllar	Çıktı Etkisi	Yapısal Etki	Yoğunluk Etkisi	Toplam Etki
1971	1,149	122	-529	742
1972	1,596	497	-144	1,949
1973	948	801	-520	1,229
1974	673	-166	603	1,110
1975	1,315	189	198	1,702
1976	2,091	-55	87	2,123
1977	778	565	876	2,219
1978	336	-81	-409	-154
1979	-131	-70	-1,458	-1,659
1980	-743	-281	2,248	1,224
1981	1,269	486	-1,704	51
1982	851	6	1,070	1,927
1983	1,207	340	-954	593
1984	2,077	404	-1,066	1,415
1985	1,324	282	-655	951
1986	2,141	218	-713	1,647
1987	3,321	479	103	3,904
1988	549	-336	1,063	1,276
1989	632	602	-423	812
1990	3,587	108	-2,671	1,023
1991	143	143	510	796
1992	2,609	92	-1,369	1,332
1993	3,476	404	-451	3,428
1994	-2,829	-230	916	-2,143
1995	3,539	426	632	4,597
1996	3,492	79	847	4,417

1997	4,326	558	-2,235	2,648
1998	2,082	-357	-2,960	-1,235
1999	-3,375	46	2,032	-1,296
2000	3,459	84	2,972	6,515
2001	-5,710	26	455	-5,229
2002	4,277	101	-1,108	3,270
2003	3,435	510	1,267	5,212
2004	6,097	221	-2,380	3,938
2005	4,983	-38	-3,272	1,673
2006	4,107	272	392	4,772
2007	3,335	447	1,258	5,040
2008	802	-191	-3,707	-3,096
2009	-3,533	-282	5,018	1,203

İstatistiksel verilere göre Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketimi (enerji dışı hariç) 1970 yılından 2009 yılına yaklaşık 59.925 Btep artmıştır. Bu artış çıktı, yapısal ve yoğunluk etkisi olarak üç kısma ayrıldığında tüm dönem için, çıktı ve yapısal etki nedeniyle toplam nihai enerji tüketimi artarken, yoğunluk etkisi nedeniyle enerji tüketiminin düştüğü görülür. Buna göre toplam nihai enerji tüketimi çıktı etkisinden dolayı 59.684 Btep ve yapısal etkiden dolayı 6423 Btep artarken, yoğunluk etkisinden dolayı 6182 Btep'lik tasarruf sağlanmıştır.

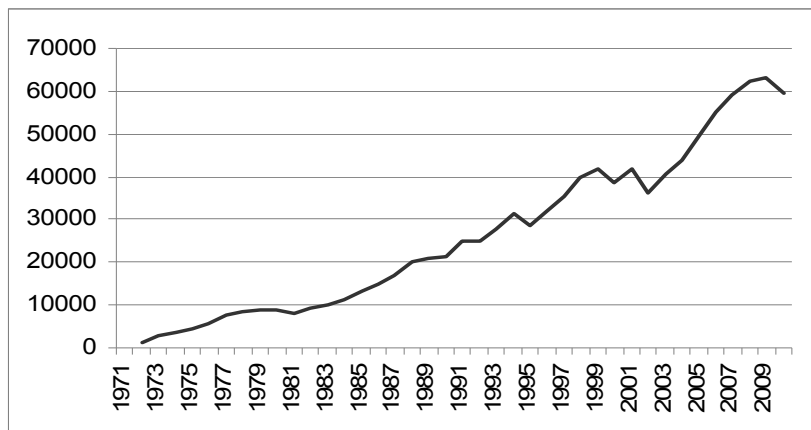
Şekil 4.2 Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Toplam Etki, Btep)



Bu değişim dönemler itibariyle incelendiğinde 1980 öncesi dönemde toplam etkide önemli bir artış görülmemiş ve 1980 sonrası döneme göre nispeten daha az dalgalı bir seyir izlemiştir. 1980–1987 arası dönemde ise toplam etki, ekonominin dışa açılmasına ve ihracatın artmasına paralel olarak enerji ihtiyacının artması ile hızla

yükselmiş ve 1987 yılında 3904 Btep değerine ulaşmıştır. 1994 krizine kadar düzgün yatay bir seyir izleyen değer, 1994 krizinde çıktı etkisi nedeniyle negatif değerlere (2143 Btep) gerilemiştir. İlerleyen yıllarda artarak tekrar pozitif değerlere ulaşan toplam etki, 2001 krizi ile -5229 Btep'ye düşmüştür. 2001 krizinden sonra 2000–5000 Btep arasında dalgalanan değer, 2008 yılında küresel ekonomik krizin Türkiye ekonomisini de etkilemeye başlamasıyla beraber -3096 Btep olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılında gerçekleşen düşüş, ağırlıklı olarak yoğunluk etkisi (-3707 Btep) ve belli ölçüde de yapısal etki (-191 Btep) nedeniyle gerçekleşmiştir. Söz konusu yılda sanayi sektöründe çıktı %1 artarken, enerji tüketimi %4 düşmüş ve sanayi sektöründeki enerji yoğunluğunun düşmesi ile 3097 Btep'lik bir enerji tasarrufu sağlanmıştır. 2009 yılında ise krizin etkisiyle daralan üretim, çıktı etkisi kaynaklı enerji tüketiminde 3533 btep'lik tasarruf sağlamıştır. Yapısal etki ise 5018 btep'lik tüketim artışına neden olmuştur. Sonuç olarak 2009 yılında toplam etki pozitif dönerek 1203 Btep olarak gerçekleşmiştir. Genelde pozitif bölgede seyreden toplam etki, Türkiye ekonomisinde toplam enerji kullanımındaki artışı göstermektedir. Dikkati çeken diğer bir nokta 1980–2000 arası dönemdeki iniş çıkışlar, 1970–1980 dönemine göre daha keskin hale gelmiştir. Özellikle 1980 yılından sonra liberalleşme politikalarına paralel olarak, enerji piyasasının da serbestlik düzenlemelerinden etkilenmesi, enerji piyasasında devletin etkisinin azalması, ekonomik dalgalanmaların daha sık yaşanması ve enerji tüketiminin artması bunda etkili olmuştur. Toplam etki 1979'da her üç etki nedeniyle, 1994, 1999 ve 2001 yıllarında çıktı etkisi nedeniyle, 1998 ve 2008 yıllarında ise yoğunluk etkisi nedeniyle negatif değerler almıştır. Bu da toplam etki içinde çıktı etkisinin, diğer iki etkiye göre daha belirleyici olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.3 Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Toplam Etki Btep)

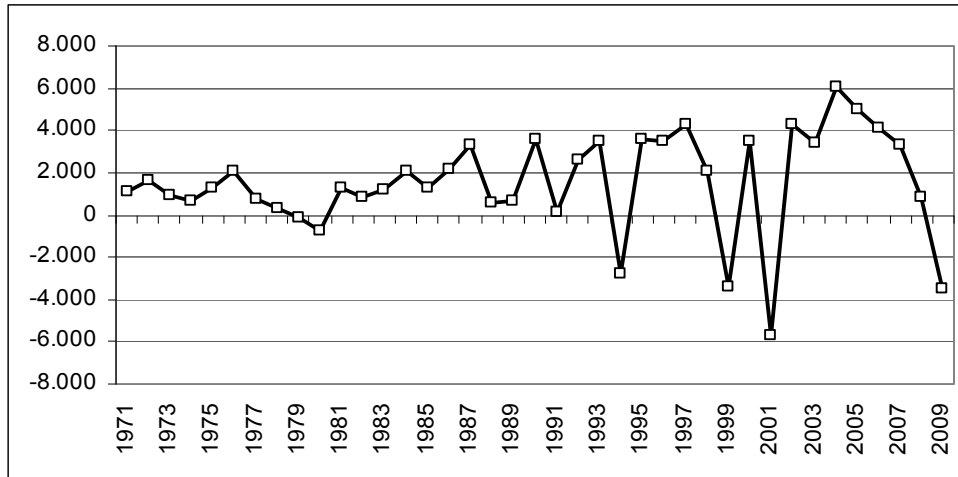


Şekil 4.3'te ise enerji dışı hariç toplam birincil enerji tüketiminin kümülatif artış toplamı verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi 1971 yılında 742 Btep'lik artışla 17.238 Btep'e çıkan toplam birincil enerji tüketimi uzun dönemde ortalama %4 büyüme oranıyla 2009 yılında 76421 Btep'e çıkmıştır. Enerji tüketimi 1977–1981, 1994, 1999, 2001 ve 2009 gibi kriz yılları hariç sürekli artmıştır. 1970 yılından petrol krizine kadar olan dönemde enerji tüketimi ortalama %7,6 artarak 1977 yılında 27.570 Btep'e çıkmış ilerleyen yıllarda hem kötü ekonomik gidişatın hem de 1979 petrol krizinin etkisiyle düşerek 1979 yılında 25.757 Btep'e gerilemiştir. 1980–1989 döneminde enerji tüketiminde mutlak seviyede gerileme olmadan ortalama %4,4 artışla 1980 yılında 26.981 Btep'ten 1989 yılında 39.557 Btep'e çıkmıştır. 1990–1999 yılları ise inişli çıkışlı ve tüm dönem içinde en düşük ortalamaya (%3,1) sahip dönemdir. Bu dönemde enerji tüketimi 1990 yılında 40.580 Btep'den 1999 yılında 53.124 Btep'e çıkmıştır. Son dönemde ise 2001 krizinden 2008 yılının ortalarında başlayan küresel finansal krize kadar olan dönemde artış oranı %6,1 olmuş, ancak tüm dünyayı etkisi altına alan krizin Türkiye ekonomisini de etkilemeye başlamasıyla birlikte 2007 yılında 78.315 Btep olan enerji tüketimi 2008 yılında %4 düşerek 75.218 Btep'e düşmüştür. 2009 yılında krizin etkilerinin artması ile beraber çıktı etkisi (3533 btep) ve yapısal etki (281 btep) toplam enerji tüketiminde tasarruf edici etki yaparken, yoğunluk etkisi (5018 btep) enerji tüketimini arttırıcı etki yapmış ve toplam birincil enerji tüketimi (enerji dışı hariç) 76.421 btep'e çıkmıştır.

#### 4.1.4.1.2. Çıktı Etkisi

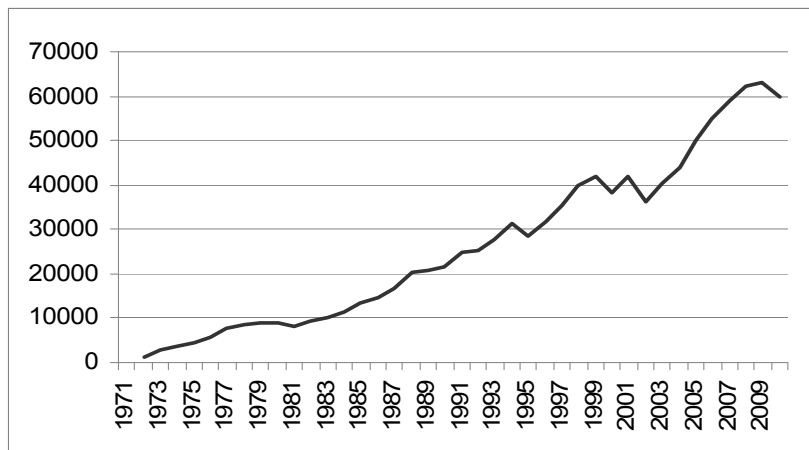
Çıktı etkisine bakıldığında 1980 öncesi ve sonrası iki farklı eğilim gösterdiği görülür. 1971–1976 arası dönemde çıktı etkisi artış trendinde iken, 1979 petrol krizine doğru kademeli olarak azalmış ve krizin etkisiyle 1979 yılında aldığı -131 Btep ve 1980 yılında aldığı -743 Btep ile negatif değerlere gerilemiştir. İlerleyen yıllarda, 1980 yapısal dönüşümü ile uygulanan ihracata dayalı ekonomi politikalarına bağlı olarak, üretim ve ihracatta meydana gelen yükselişle birlikte çıktı etkisi tekrar artış trendine girmiş, 1987 yılına kadar hızla artarak 3321 Btep'ye ulaşmış ve 1993 krizine kadar pozitif değerlerde seyretmiştir. 1994 krizi ile birlikte tekrar negatife düşen (-2828 Btep) çıktı etkisi, krizden sonra tekrar artışa geçmiş ve 1999 yılına kadar hızla yükselmiştir. Ancak 1997 yılında Asya krizi ve ardından 1998'de de Rusya krizi yaşanmıştır.

Şekil 4.4 Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Çıktı Etkisi, Btep)



1999 yılına doğru ihracat artış hızı oldukça yavaşlamış ve ekonomik durgunluk kendisini iyice hissettirerek milli geliri yaklaşık %6 oranında küçültmüştür. Böylece çıktı etkisi -3374 Btep'e düşmüştür. Diğer yandan 1999 yılında uygulanan istikrar programları başarısızlığa uğramış ve 2001 yılında da Türkiye ağır bir ekonomik kriz yaşamıştır. Üretim de meydana gelen azalmayla çıktı etkisi 2001 yılında tekrar negatif değerlere (-5709 Btep) gerilemiştir. 2002–2008 arası dönemde hem dünya ekonomilerinde hem de Türkiye ekonomisinde yaşanan ekonomik genişleme, uluslar arası piyasalardaki likidite bolluğu ve artan talep ile birlikte üretimde meydana gelen artış, çıktı etkisi artış eğilimine girmiştir. Ancak 2009'da küresel kriz nedeniyle azalarak -3533 Btep'e düşmüştür.

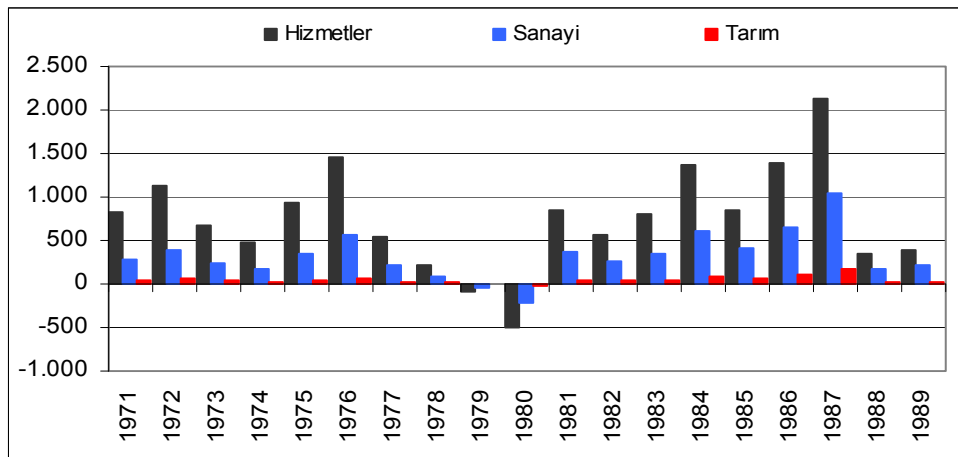
Şekil 4.5 Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Çıktı Etkisi, Btep)



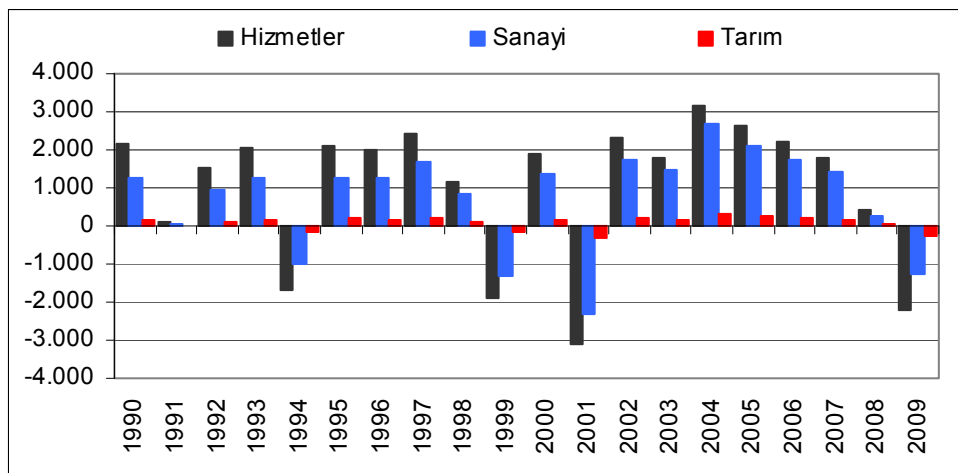


Şekil 4.5'te pozitif eğimli çıktı etkisi artış eğrisi verilmiştir. Çıktı etkisinden kaynaklanan tüketim artışı kriz yılları hariç hep pozitif olmuştur. 1970–1979 döneminde yıllık ortalama 972 Btep olan çıktı etkisi 1980–1989 döneminde 1262 Btep, 1990–1999 döneminde 1704 Btep ve son dönemde 2102 Btep olarak gerçekleşmiştir. Yani çıktı etkisinin ağırlığı artmış, enerji tüketimi, üretimdeki değişmelerden daha çok etkilenir hale gelmiştir. Ancak çıktı etkisinin enerji tüketimindeki artışa yaptığı katkı hızı yıldan yıla azalmıştır. 1970–1979 döneminde yıllık ortalama %18,8 oranıyla artan kümülatif toplam 1971 yılında 1149 Btep'ten 1979 yılında 8754 Btep'e, 1980–1989 döneminde ortalama %9,6 artış oranıyla 1980 yılında 8011 Btep'ten 1989 yılında 21.383 Btep'e, 1990–1999 yılları arasında ortalama %6,4 artışla 1990 yılında 24.969 Btep'ten 1999'da 38.432 Btep'e ve son dönemde %4,8 artışla 2000 yılında 41.890 Btep'ten 2009 yılında 59.684 Btep'e çıkmıştır.

Şekil 4.6 Sektörlere Göre Çıktı Etkisinin Ayrıştırması (1970–1989, Btep)



Şekil 4.7 Sektörlere Göre Çıktı Etkisinin Ayrıştırması (1990–2009, Btep)

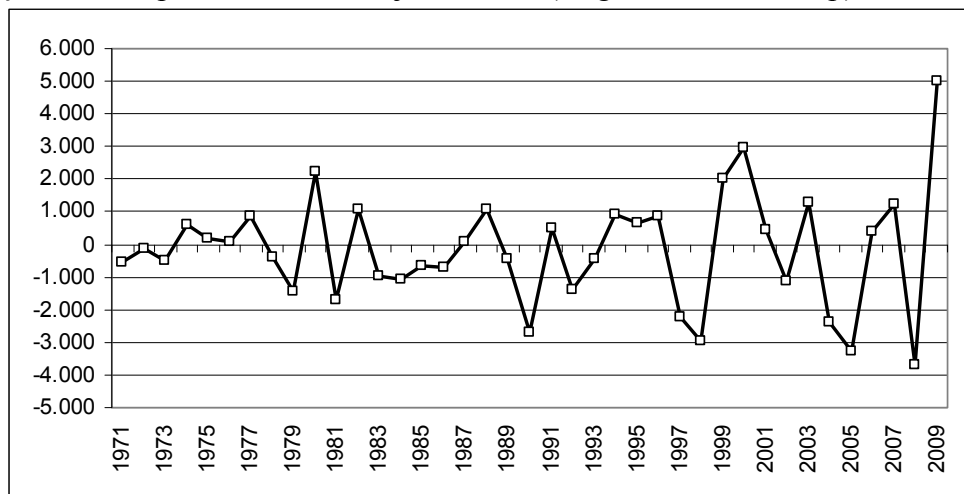


Şekil 4.6 ve 4.7’de ise çıktı etkisi sektörel bazda incelenmiştir. Hizmetler ve sanayi sektörlerinde çıktı etkisi, tarım sektörüne göre daha belirgindir. Bu etki hizmetler sektöründe ise sanayi sektörüne göre daha fazladır. 1979 petrol krizi, 1994 krizi, 1999 yılında yaşanan %6’lık daralma, 2001 ekonomik krizi ve son olarak yaşanan 2009 küresel finans krizde görüldüğü gibi çıktı etkisi bu yıllarda negatif değerler almış, diğer yıllarda pozitif seyretmiştir. Nedeni kriz dolayısıyla çıktıda meydana gelen düşüştür. Tarım sektöründe çıktı etkisinin zayıf olmasının nedeni, tarımın milli gelir içindeki payının düşük olması ve enerji yoğun bir sektör olmamasıdır. Ayrıca 1970–1980 döneminde hizmetler sektöründe çıktı etkisi daha büyükken, 1980–2008 döneminde sanayi sektöründeki çıktı etkisinin büyüklüğü, hizmetler sektöründekine yaklaşmıştır. Bunun nedeni sanayinin milli gelir içindeki payının artmasına bağlı olarak enerji kullanımının daha çok artmasıdır.

#### 4.1.4.1.3. Yoğunluk Etkisi

İkinci olarak yoğunluk etkisi gelir. Ekonomik çıktıdaki artış, enerji girdisindeki artıştan büyükse yoğunluk etkisi azalmaktadır. Daha etkin, verimli üretim tekniklerinin uygulanması, etkin enerji yönetimi, o alt sektörün içinde veya alt sektörler arasında ürün karmasında meydana gelen değişimler, malzeme ve yakıt girdisinin kalitesinde meydana gelen iyileşmeler yoğunluk etkisini düşürür. Yani artık daha az enerji ile daha çok çıktı üretiliyor demektir veya aynı miktarda enerji ile eskiye göre üretilen çıktı daha fazladır.

Şekil 4.8 Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Yoğunluk Etkisi, Btep)



Şekil 4.8’de tüm dönem göz önüne alındığında, yoğunluk etkisi daha çok negatif değerler olarak enerji tüketimindeki artışa düşürücü etki yapmıştır. İlk olarak 1970–1977 arasında yoğunluk etkisi enerji tüketimini artırıcı etkide bulunduğu görülür. Yani bu dönemde enerji girdisindeki artış, üretimdeki artıştan fazla olmuştur. Söz konusu dönemde uygulanan ithal ikameci ekonomi politikaları ve ekonomideki devlet desteği nedeniyle enerji verimliliği ikinci planda kalmıştır. Enerji fiyatlarının (özellikle petrolün) ucuz olduğu ilk petrol krizine kadar olan dönemde, nitelikli işgücü kıtlığı ve sendikal hareketlere bağlı olarak yükselen emek fiyatlarının yerine görece ucuz olan enerji ve sermaye ikame edilmiş, bu da sektörler, aşırı enerji bağımlı üretim yapma alışkanlığını getirmiştir. Böylelikle ülkeler enerjiye sıkı sıkıya bağlanarak, enerjiyi ekonomik büyümenin önemli faktörlerinden biri haline getirmişlerdir. Zaten 1979 petrol krizi ile ülkelerin büyük bir şok yaşaması bu yüzdendir.

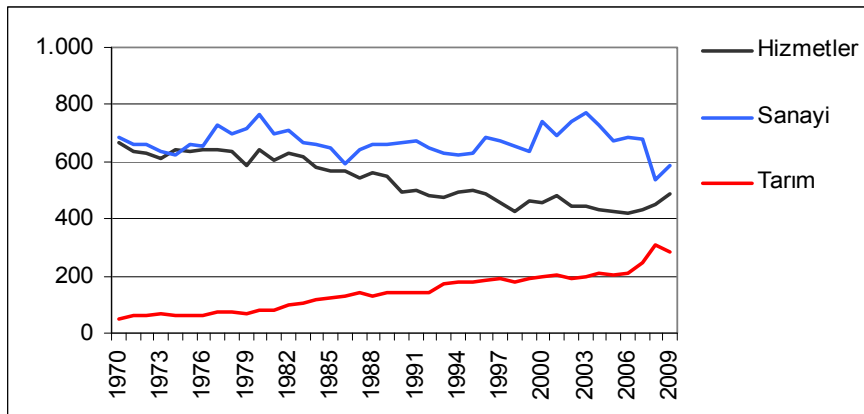
1978–1979 yıllarında ise korumacı politikalar tıkanma noktasına gelmiş, üretim yavaşlamış, değerli TL yüzünden ihracat durma noktasına gelmiş, ithalat ise hızla artmıştır. Bu dönemde yoğunluk etkisinin negatif değerler olarak azalması, enerji verimliliği ve etkinliğindeki gelişmeler değil, daha çok çıktıdaki hızlı azalmadır. Bu gelişmelerle yoğunluk etkisi 1979 yılında, sanayi ve tarım sektörlerinde enerji tüketiminin düşmesiyle -1457 Btep olmuştur. 1980 yılında tüm sektörlerde enerji yoğunluğunun artmasına bağlı olarak 2247 Btep’e çıkan değer önündeki 10 yıllık dönemde 1982, 1987 ve 1988 yılları hariç hep negatif değerler almıştır. 1987 yılında 103 Btep, 1988 yılında 1063 Btep değerini alan yoğunluk etkisi, böylelikle enerji tüketimindeki artış hızını artırıcı etkide bulunmuştur. Ancak 1980–1989 dönemi bütün olarak değerlendirildiğinde yoğunluk etkisi -1029 Btep ile enerji tüketimindeki artış hızını düşürücü etkide bulunmuştur, çünkü 1980 sonrası uygulamaya konan ekonomik dönüşüm programıyla kapasite kullanımı artmış, arge harcamalarının artması ve ekonominin dışa açılmasıyla rekabetin şiddetlenmesi verimlilik düzeyini olumlu etkilemiştir.

1989–1993 yılları arasında daha çok negatif değer alan yoğunluk etkisi 1994 krizinde, üretimdeki sert düşüş nedeniyle hızla artarak 1994 yılında 915 Btep’e çıkmıştır. İlerleyen yıllarda pozitif değerler olarak enerji tüketimindeki artışa artırıcı etkide bulunan yoğunluk etkisi 1996–1999 arasında hizmetler ve sanayi sektörünün etkisiyle 1997 yılında -2235, 1998 yılında -2905 ve 1999 yılında 2032 Btep olmuştur.

Özellikle hizmetler sektöründe, bilişim teknolojilerinde yaşanan hızlı gelişmenin etkisiyle enerji tüketiminin hemen hemen aynı kalmasına rağmen üretilen çıktı %4 artmıştır. 1970–1980 döneminde hizmetler sektörü enerji tüketimi %45, 1980–1990 döneminde %35, 1990–2000 döneminde %25 artmış ancak son periyotta artış oranı %42 olmuştur. Dolayısıyla 2000 yılına kadar olan dönemde yoğunluk etkisi enerji tüketimini düşürücü etki yapmıştır.

Ancak 2001 krizine doğru yine sert bir artış yaşanmıştır. Tüm sektörlerde enerji tüketimi %12 artmasına rağmen çıktı %0,5 düşmüştür. Böylelikle 2000 yılında 2971 Btep olmuştur. 2005 yılına kadar tekrar düşme trendi içine giren değer yine hizmetler ve sanayi sektörlerinde enerji yoğunluğunun düşmesine bağlı olarak -3272 Btep ile enerji tüketimindeki artış hızını düşürücü etkide bulunmuştur. 2001 krizinden çıkışın etkisi, hızlı teknolojik ilerleme, bilişim sektöründeki gelişmeler gibi nedenlerle toplam enerji tüketimi %22 artmasına rağmen, toplam çıktı %39 artmıştır. Çıktıdaki artış hızı daha yüksek olduğu için doğal olarak yoğunluk etkisi de azalmıştır. 2006 ve 2007 yılında pozitif değerler alan yoğunluk etkisi 2008 yılında özellikle sanayi sektöründe enerji tüketiminde yaşanan hızlı düşüşle beraber -3707 Btep değerini alarak toplam enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuştur. 2009 yılında ise küresel finansal krizin Türkiye ekonomisindeki etkilerinin iyice hissedilmesiyle tüm dönem içinde en yüksek değerlerden biri olan 5232 Btep'e çıkmıştır. 2009 yılında enerji tüketimi %1,2 artarken, toplam çıktı %4,7 düşmüştür. Tüm dönemler itibariyle değerlendirildiğinde yoğunluk etkisinin, -6181 Btep ile enerji tasarrufunu arttırıcı etkide bulunduğu söylenebilir.

Şekil 4.9 Sektörel Enerji Yoğunluğu (Btep/Milyon TL)



Türkiye ekonomisinin enerji yoğunluğunun gelişimine bakıldığında Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, 1970–1980 döneminde söz konusu değerde belirli ölçüde iyileşme

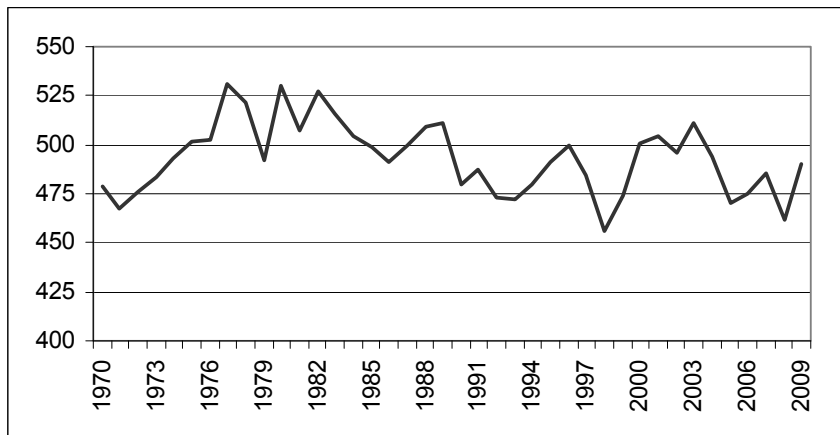
sağlanmış, tarım sektöründe ise enerji yoğunluğunda artış görülmüştür. Hizmetler sektörü düzgün bir azalma eğilimi içinde günümüze kadar gelmiştir. Sanayi sektörü ise 2000 yılına kadar önemli bir değişim göstermemiş ve 600–800 Btep/Milyon TL aralığında sabit kalmıştır.

Tablo 4.3. Enerji Yoğunluğu Göstergelerindeki Değişim (1970–2009 %)

	Sanayi	Hizmetler	Tarım
A)- GSMH	633,8	423,0	64,0
B)- Enerji Tüketimi	529,9	282,5	894,7
A / B	1,20	1,50	0,07

Oransal olarak bakıldığında Tablo 4.3’de görüldüğü gibi sanayi sektöründe sabit fiyatlarla yaratılan milli gelir 1970 yılından 2009 yılına kadar %633 artarken kullanılan enerji tüketimi %529 artmıştır. İki değer arasında 1,2 katlık oran vardır. Hizmetler sektörü için milli gelir %423 artarken kullanılan enerji miktarı %282 artmış ve 1,5 katlık fark oluşmuştur. Tarım sektörü için aynı değerler sırasıyla %64, %894 ve 0,07’dir. İşte bu nedenle tarım sektöründe enerji yoğunluğu, gelir/enerji tüketimi oranı birden küçük olduğu için artarken, hizmetler sektöründe birden büyük olması nedeniyle belirgin şekilde düşmüştür. Sanayi sektörü içinse söz konusu değer birden büyük ancak bire yakın olduğu için enerji yoğunluğundaki azalma sınırlı kalmıştır.

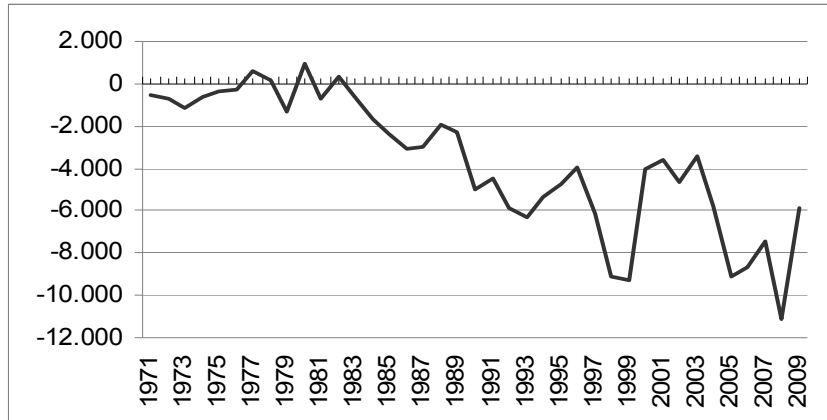
Şekil 4.10 Türkiye Ekonomisi Enerji Yoğunluğu (Btep/Milyon TL)



Şekil 4.10’da ise Türkiye ekonomisinin genel enerji yoğunluğu verilmiştir. Görüldüğü gibi 1970–1980 döneminde enerji yoğunluğu artmıştır. Bu dönemde korumacı ekonomi politikaları, düşük enerji fiyatları ve enerji fiyatlarındaki devlet desteği, verimsiz bir enerji ekonomisi oluşturmuş, sanayi kuruluşları bu noktada yeteri

kadar motive olamamışlardır. 1980 sonrası dönemde ise yoğunluk etkisinde yavaş bir düşüş gözlemlenmektedir. 1970 yılından 2010 yılına sabit fiyatlarla milli gelir yaklaşık %390 artarken enerji tüketimi %408 artmıştır. Hâlbuki A.B.D.'den örnek verecek olursak 1980 yılında 1 kabul edilen enerji yoğunluğu endeksi 2010 yılında %45 düşüşle 0,55'e gerilemiştir. Sadece A.B.D.'de değil gelişmiş batılı ülkelerde de belirgin bir düşüş gözlemlenmektedir. Gelişmiş ülkelerde enerji verimliliğini arttırmak, enerji yoğunluğunu azaltmak ve enerji tasarrufu sağlama konusunda ilerleme kaydederken, Türkiye ekonomisinde yeteri kadar ilerleme sağlanamamıştır. Çağdaş enerji politikalarında hedef yalnızca kişi başı enerji tüketim miktarını arttırmak değil enerjiyi verimli şekilde kullanmaktır.

Şekil 4.11 Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Yoğunluk Etkisi, Btep)

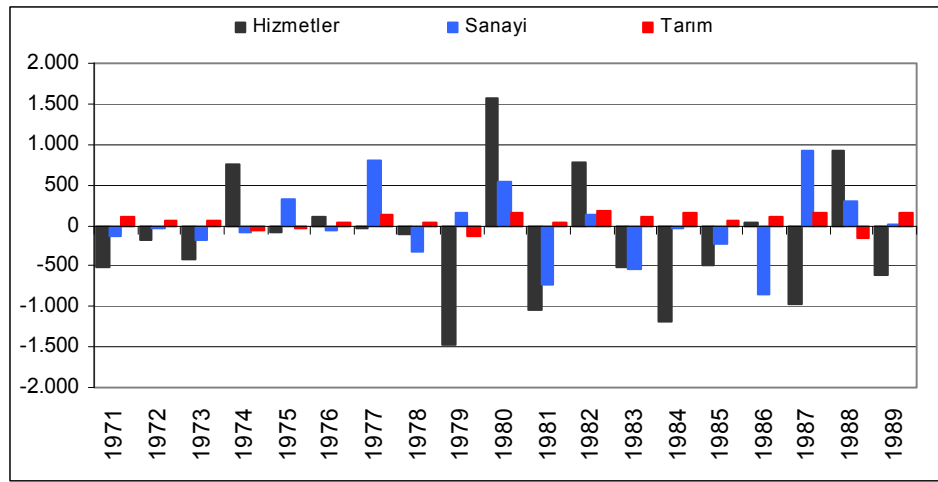


Şekil 4.11'de negatif eğimli yoğunluk artış eğrisi verilmiştir. Görüldüğü gibi eğri yoğunluk etkisinin enerji tüketimindeki tasarruf edici etkisini göstermektedir. 1970–1979 döneminde yıllık ortalama -144 Btep olan değer, 1980–1989 döneminde ortalama -103 Btep, 1990–1999 yıllarında -475 ve son dönemde ise 85 Btep olarak gerçekleşmiştir. İlk üç dönemde enerji tüketiminde tasarruf edici yönde etkide bulunan yoğunluk etkisi, son dönemde enerji tüketimini arttırıcı etkide bulunmuştur. Zaten şekilde görüldüğü gibi 2007 yılından sonra eğrinin eğimi pozitif dönmetedir. Ayrıca yoğunluk etkisinin tasarruf edici etkisi 1970–1979 döneminde yatay seyir izlerken 1980 yapısal dönüşümünden sonra belirgin bir azalma eğilimi içine girmiştir.

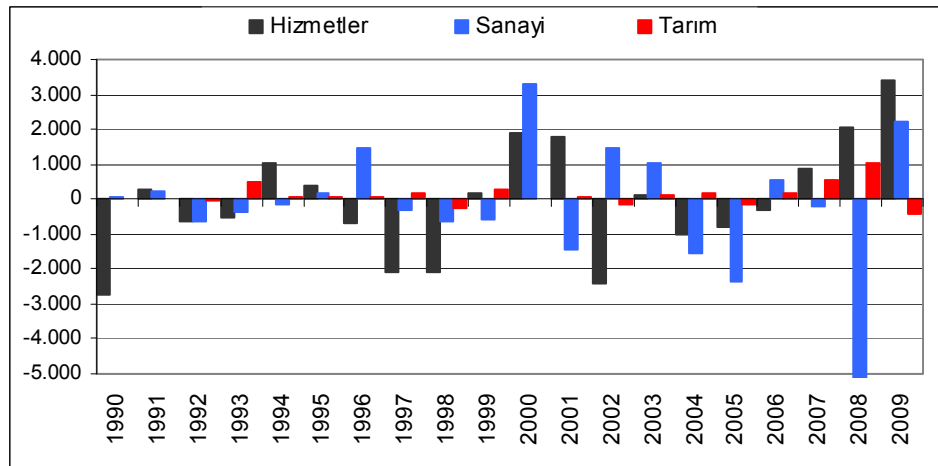
1971 yılında -529 Btep olan yoğunluk etkisi 1979 petrol krizine doğru artarak 1977 yılında 571 Btep ile enerji tüketimine pozitif katkı yapmıştır. 1978 yılında 162 Btep'e düşmüş ancak 1979 yılında da yaşanan petrol krizi hem de yurt içi ekonomide yaşanan makroekonomik dengesizlikler nedeniyle çıktındaki hızlı düşüşle birlikte aynı

yıl -1296 Btep'e gerilemiştir. 1980 yılında 952 Btep ile tekrar pozitifte dönen yoğunluk etkisi 1989 yılında -2326 Btep ile enerji tüketimindeki tasarruf etkisini arttırmıştır. 1990–1999 döneminde ortalama %20,6 düşüşle 1999 yılında -7076 Btep olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılındaki küresel krize kadar negatif yönde küçülmeye devam eden yoğunluk etkisi aynı yıl tüm dönemler içinde en küçük değer olan -11.200 Btep'e düşmüştür. Son olarak ekonomik krizle birlikte çıktındaki sert düşüş enerji yoğunluğunu arttırmış ve yoğunluk etkisi pozitif yönde büyüyerek -6182 Btep'e çıkmış ve tüm dönem itibariyle enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuştur.

Şekil 4.12 Sektörlere Göre Yoğunluk Etkisinin Ayrıştırması (1970–1989, Btep)



Şekil 4.13 Sektörlere Göre Yoğunluk Etkisinin Ayrıştırması (1990–2009, Btep)



Şekil 4.12 ve 4.13'de yoğunluk etkisinin sektörel dağılımı verilmiştir. Buna göre hizmetler sektöründeki pozitif ve negatif etkiler, diğer iki sektöre göre daha fazladır. 1970–2008 dönemi için, dönem sonlarına doğru yoğunluk etkisi içinde sanayi sektörünün payı artarken, hizmetler sektörünün payı gerilemiştir. Bunda sanayi

sektöründe kullanılan enerjinin artış oranının daha fazla olması etkili olmuştur. Tüm dönem itibariyle bakıldığında hizmetler sektörünün yoğunluk etkisi daha çok negatif değerler olarak azalmış, bu da toplam enerji talebi üzerinde ve enerji talebi büyüme oranı üzerinde azaltıcı etki yapmıştır. Buna göre ilk üç dönem negatif değerler alan yoğunluk etkisi sadece son on yıllık dönemde pozitif olmuştur. Ancak 1971–2009 dönemi değerlendirildiğinde hizmetler sektöründeki yoğunluk etkisinin, enerji tüketiminde -6181 Btep'lik bir tasarruf sağladığı söylenebilir.

Tarım sektörü ise 1974, 1975, 1979, 1988, 1990, 1992, 1998, 2002, 2005 ve 2009 yılları hariç pozitif değerler almıştır. Zaten 4.9'da Sektörel enerji yoğunluğunu gösteren şekilde de belirtildiği gibi tarım sektörünün enerji yoğunluğu düzgün bir artış trendi içindedir. 1970–1980 döneminde bu artış eğilimi nispeten daha yavaşken 1980–2009 arasında hızlanmıştır. Özellikle 1988–2009 arası dönemde iniş çıkışlar daha belirgindir. Buna göre 1970–2009 arası dönemde tarım sektörünün enerji yoğunluğunun artmasına paralel olarak yoğunluk etkisinin artması, toplam enerji talebi üzerinde ve enerji talebi büyüme oranı üzerinde arttırıcı etki yapmıştır.

Sanayi sektörü de aynı şekilde 1970–1990 arası dönemde daha az iniş çıkışlı bir seyir gösterirken, 1990–2009 arası dönemde dalgalanmalar artmıştır. İlk olarak 1970–1979 arası dönemde devletin sanayi sektörü için verdiği teşvik ve sübvansiyonlar, düşük enerji fiyatları ve rekabet eksikliği gibi nedenlerle verimsiz bir enerji ekonomisi oluşmuş, böylelikle sanayi kesiminde enerji yoğunluğu artmış ve yoğunluk etkisi enerji tüketiminde 461 Btep'lik bir artışa neden olmuştur. Ancak 1980 sonrası dönemde piyasa odaklılığın ve rekabetin artması, enerji fiyatlarının yükselmesi, sanayi sektöründeki teknolojik gelişmelerin hızlanması gibi nedenlerle enerji verimliliği yükselmiş ve yoğunluk etkisi 1980–2009 döneminde 5018 Btep'lik tasarrufa neden olmuştur.

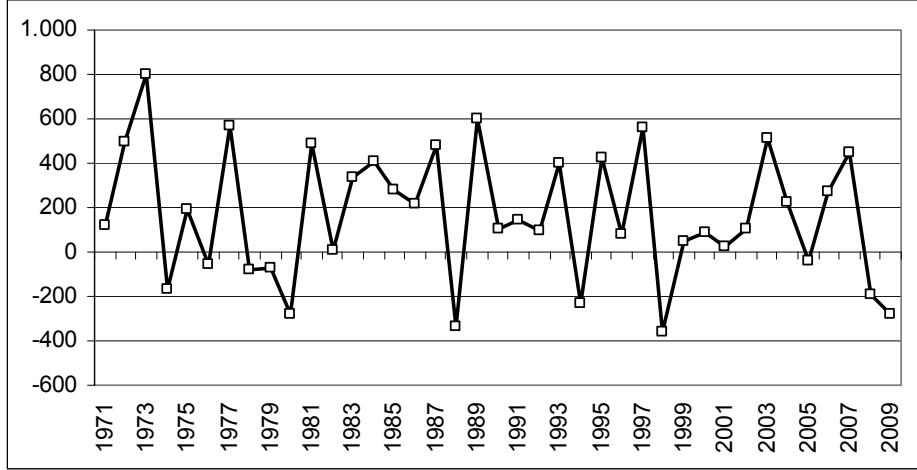
#### **4.1.4.1.4.Yapısal Etki**

Üçüncü olarak yapısal etki gelir. Yapısal etki, toplam enerji tüketimi üzerinde, üretimin sektörel payındaki değişimden kaynaklanan etkidir. Türkiye ekonomisi, üç temel sektör (tarım, sanayi ve hizmetler) bazında düşünüldüğünde sanayi sektörü, diğer sektörlerle göre enerji yoğunluğu daha fazla olan bir sektördür. Dolayısıyla sanayi



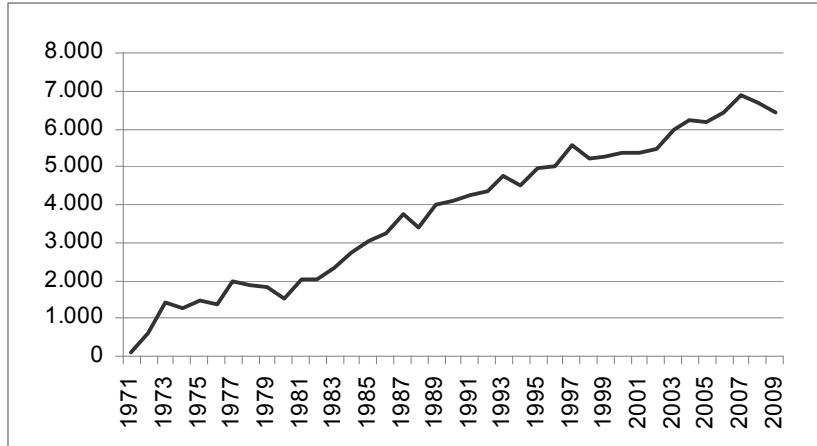
sektörünün enerji tüketimindeki ve üretimdeki payının artması onun yapısal etkisini de arttıracak ve böyle bir yapısal değişme enerji tüketimini arttırıcı etki yapacaktır.

Şekil 4.14. Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Yapısal Etki, Btep)



Şekil 4.14 ve 4.15’de gösterildiği gibi tüm dönem itibariyle yapısal etki, toplam enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etki yapmıştır.

Şekil 4.15 Birincil Enerji Tüketimindeki Artış (Yapısal Etki, Btep)

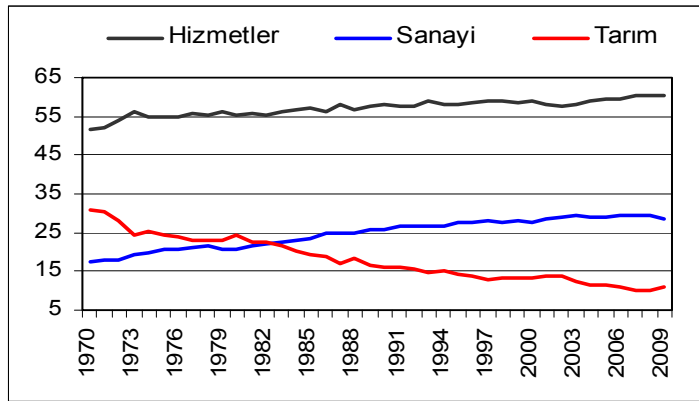


Şekil 4.15’te yapısal etkinin kümülatif toplamı verilmiştir. Gösterdiği pozitif eğimle enerji tüketimini arttırıcı etkide bulunmuştur. 1970–1979 döneminde ortalama 1319 Btep olan yapısal etki, 1980–1989 döneminde 2809 Btep, 1990–1999 döneminde 4804 Btep ve son dönemde 6070 Btep olarak gerçekleşmiştir. 1971 yılında 122 Btep olan yapısal etki 1972 yılında 619 Btep’e çıkmış ve dönem sonuna kadar ortalama %23 artışla 1978 yılında 1873 Btep’e yükselmiş ancak 1979 yılında yaşanan petrol krizinin etkisiyle sanayi kesimindeki daralma yapısal etkiyi aynı yıl 1803 Btep’e geriletmiştir. Sanayi ve hizmetler kesimindeki daralmanın etkisiyle 1980 yılında 1522 Btep’e

gerilemeye devam eden değer 1989 yılına kadar ortalama %9,2 artışla 4004 Btep'e çıkmıştır. Bunda sanayi kesiminin milli gelir içindeki payının artması etkili olmuştur. 1990 yılında 4112 Btep olan yapısal etki 1999 yılına kadar %2,9 artışla 5272 Btep'e çıkmış son dönemde ise artış hızı %2'ye düşerek 2007 yılında 6896 Btep'e olmuştur. Aynı şekilde küresel ekonomik krizin hizmetler ve sanayi kesimini daha olumsuz etkilemesi nedeniyle yapısal etki önce 2008 yılında 6705 Btep'e çıkmış, 2009 yılında da 6423 Btep'lik büyüklüğe gerilemiştir. Şekilde görüldüğü gibi 1970'li yıllardaki yavaş artış eğiliminin aksine 1980 yapısal dönüşümü ile yapısal etki daha hızlı artmış ancak yıllar itibariyle artış oranı azalmıştır.

Tüm dönem incelendiğinde, hizmetler ve sanayi sektörü pozitif katkı sağlarken, tarım sektöründeki yapısal değişim enerji tüketimi artış hızını düşürücü etkide bulunmuştur. Nedeni tarım sektörünün milli gelir içindeki payının zamanla azalmasıdır. Sanayi sektörünün payı ise hizmetler sektörüne göre daha çok artmıştır. 1971 yılından 2009 yılına sanayi sektörünün milli gelir içindeki payında 10,84 puanlık artış görülürken, hizmetler sektörü payını 8,88 puan arttırabilmiştir. Bu yüzden yapısal değişimden kaynaklanan enerji tüketimindeki değişim, sanayi sektöründe 4755 Btep iken, hizmetler sektöründe 3243 Btep olmuştur.

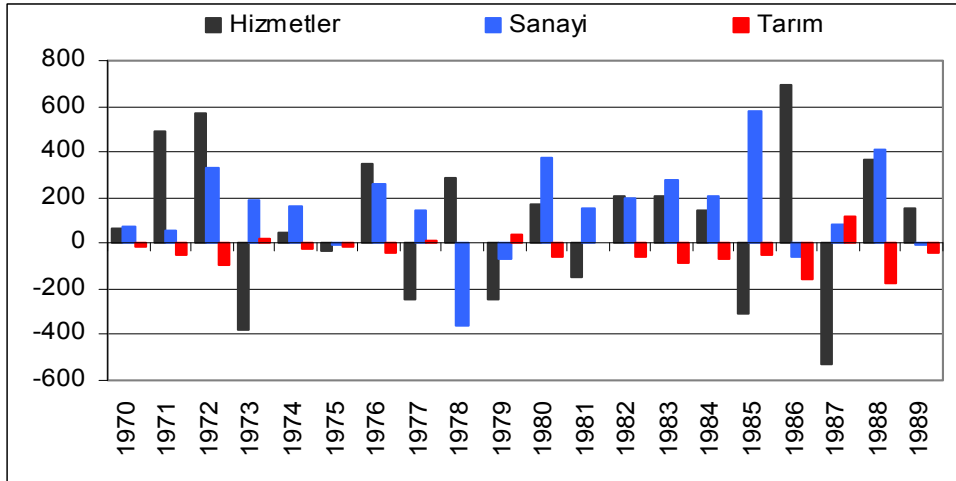
Şekil 4.16 Sektörlerin Üretim Payları (%)



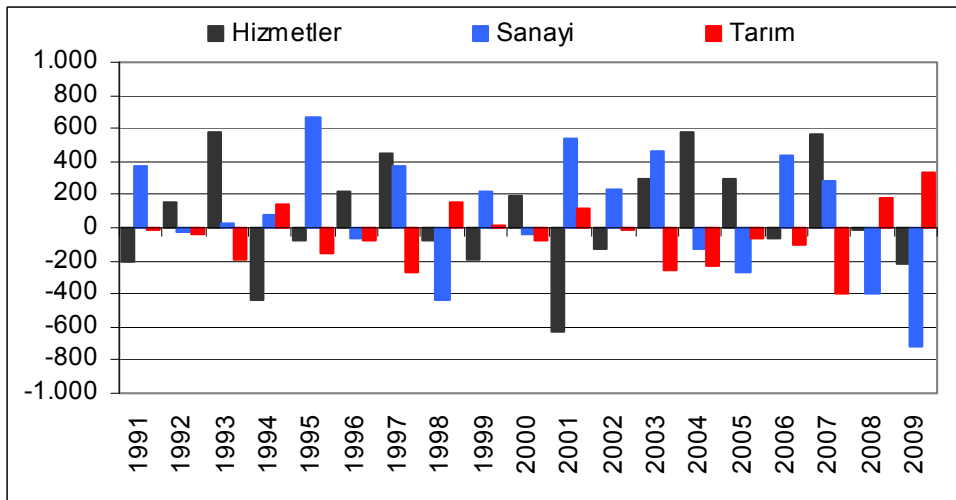
Tarihsel süreç içinde tarım toplumundan sanayi toplumuna, oradan bilgi toplumuna geçiş başlamıştır. Günümüzde bilgi, ekonomilerin en önemli girdisi olmuş ve üretim sürecinde diğer üretim faktörlerinden daha ön plana çıkmıştır, çünkü artık diğer girdiler bilgi sayesinde elde edilebilir kaynaklar haline gelmiştir. Bilgi toplumunda artık bilgisayarlara ve bilişim teknolojilerine dayalı üretime geçilmiştir. Sanayi toplumunda maddi ürünler ön plandayken artık bilgi toplumunda bilgi üretimi

öne çıkmıştır. Bilgi toplumunda, üretim ve ekonomi açısından merkezi mevki, ağır sanayi değil bilişim teknolojileridir. Dolayısıyla ağır sanayi ikinci planda kalmıştır (Canaktan, <http://www.canaktan.org>). Bu da beraberinde milli gelir içinde sermaye yoğun sektörlerin payının azalması, daha az sermaye yoğun sektörlerin payının artmasını beraberinde getirmiştir. Böyle bir ekonomik yapı içinde aynı miktarda ekonomik çıktıyı üretmek için daha az enerjiye ihtiyaç duyulacaktır.

Şekil 4.17 Sektörlere Göre Yapısal Etkinin Ayrıştırması (1970–1990, Btep)



Şekil 4.18 Sektörlere Göre Yapısal Etkinin Ayrıştırması (1991–2009, Btep)



Şekil 4.17 ve 4.18’de ise yapısal etkinin Sektörel bazda ayrıştırması verilmiştir. Sanayi sektörü üzerinde yapısal etki daha fazladır. Onu sırasıyla hizmetler sektörü ve tarım sektörü takip etmektedir. Sanayi sektörü üzerinde yapısal etki 1976, 1979, 1980, 1987, 1990, 1992, 1996, 1998, 2000, 2004, 2005, 2008 ve 2009 yıllarında negatif, diğer yıllar pozitif değerler almıştır. Bu sektör, enerji yoğun sektör olduğu için yıllar itibariyle

onun toplam üretim içindeki payının artması, onun yapısal etkisini de arttırmış ve bu değişme de toplam enerji talebi üzerinde ve enerji tüketimindeki büyüme oranı üzerinde arttırıcı etki yapmıştır. Dikkat edilirse kriz yıllarında sanayi sektörünün toplam gelir içindeki payının azalması onun yapısal etkisini negatife döndürdüğü görülür. Tarım sektöründe ise yapısal etki negatif etkide bulunmuştur. Tarım sektörünün milli gelir içindeki payının sürekli azalması bu şekilde bir yapısal dönüşüme yol açmıştır. Tarım sektörü diğer iki sektöre göre daha az enerji yoğun bir sektördür. Dolayısıyla toplam çıktı içindeki payının yıllar itibariyle azalması onun yapısal etkisini de azaltmış ve enerji tüketimindeki büyüme oranını azaltıcı etki yapmıştır.

Hizmetler sektöründe yapısal etki ise, hizmetler sektörünün milli gelir içindeki payının inişli çıkışlı bir seyir izlemesine paralel olarak negatif veya pozitif değerler almıştır. Sektörde yapısal etki 1974, 1976, 1978, 1980, 1982, 1986 1988, 1991, 1994, 1995, 1998, 1999, 2001, 2002, 2006 ve 2009 yıllarında negatif değer almıştır. Sektörün milli gelir içindeki payı 1970–2008 döneminde arttığından dolayı yapısal etkisi de söz konusu dönemin tümü için toplam enerji talebi üzerinde ve enerji talebi büyüme oranı üzerinde arttırıcı etki yaptığı söylenebilir. Sanayi ve hizmetler sektörlerinde yapısal etki pozitif iken, tarım sektöründe negatif olmuştur. Dolayısıyla tarım sektörünün milli gelir içindeki payının azalması toplam enerji tüketimindeki artışa düşürücü etki yaparken, hizmetler ve sanayi sektörünün milli gelir içindeki payının artması toplam enerji tüketimindeki artışa pozitif etki yapmıştır.

Tüm dönem itibariyle düşünüldüğünde Türkiye ekonomisinde 1970 yılında birincil enerji tüketimi 16.496 Btep iken, 2009 yılına kadar 59.925 Btep artarak 76421 Btep'e çıkmıştır. Bu artışta çıktı etkisi 59.684 Btep ve yapısal etki 6423 Btep ile enerji tüketimini artırıcı etkide, yoğunluk etkisi ise -6182 Btep ile düşürücü etkide bulunmuştur.

Çıktı etkisinin pozitif çıkması ve enerji tüketimindeki toplam değişimde en büyük paya sahip olması, toplam çıktının enerji politikalarındaki değişikliklerden önemli ölçüde etkilendiği anlamına gelir. Ancak Türkiye ekonomisinin, enerji tüketiminde kendi kendine yeterliliği düşüktür. Dolayısıyla arz güvenliği üretimin devamı için önemlidir. Bu yüzden enerji politikalarında enerji arz güvenliği ön plana çıkarılmalı, kaynak çeşitliliğine önem verilmeli, yerli enerji kaynakları geliştirilmelidir. Çıktı etkisinin büyüklüğü çevresel açıdan da önemlidir. Küresel ısınmanın etkilerinin

giderek arttığı düşünülürse, hem üretimin doğası gereği hem de çevre ile dost olmayan enerji türlerinin kullanımı sonucu çevre üzerindeki kirlilik baskısı artmaktadır. Ekonomik büyüme hedefinden de vazgeçilemeyeceğine göre üretimde yenilenebilir enerji kaynakları gibi temiz enerji kaynaklarının kullanımına daha çok önem verilmelidir.

İkinci olarak enerji fiyatları endeksine bakıldığında enerji maliyetleri dünya ortalamasının üstündedir. Bu yüzden enerji fiyatları, enerji yoğunluğunu düşürücü, verimlilik ve ekonomik performansı artırıcı şekilde belirlenmelidir. Bu konuda yapılacak iyileştirmeler üretimin rekabet gücünü arttıracaktır.

Yoğunluk etkisi toplam enerji tüketiminde 6181 Btep'lik bir enerji tasarrufu sağlamıştır. Bu durum özellikle hizmetler ve sanayi sektöründe etkin enerji yönetiminden ve enerji verimliliği tekniklerinden yararlanıldığını ve piyasa odaklılığın arttığını göstermektedir. Ancak hizmetler sektöründe yapısal etkinin pozitif çıkması bu konuda sektör için daha yol kat edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Hizmetler sektörü içinde özellikle ulaştırma sektörüne dönük enerji politikaları gözden geçirilmelidir. Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişte Türkiye ekonomisinde, ağır sanayi ikinci plana itilip bilişim teknolojilerine dayalı sanayiler daha ön plana çıkarken hizmetler sektöründe enerji verimliliği tekniklerine ve etkin enerji yönetimine daha çok önem verilmeli, enerji maliyetleri düşük olmalı, yakıt karmasında optimum faydayı sağlayacak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır. Örneğin günümüzde dünya bilişim pazarının büyüklüğü 2,35 trilyon dolar, yurt içinde ise yaklaşık 30 milyar dolardır. İşte bunun gibi enerji yoğunluğu düşük ama katma değeri yüksek sektörler ön plana çıkarılmalıdır. Hizmetler sektörü içinde yer alan ulaştırma sektöründe hem yakıt tipinde hem de ulaşım tiplerinde (demiryolları gibi) çeşitliliğe gidilmeli, karayolları üzerindeki yük azaltılmalıdır. Sadece hizmetler sektöründe değil, Üretimde ve günlük yaşamda enerji yoğunluğunun düşürülmesi, tüm enerji zincirinde verimliliğin artırılması, verimlilik bilincinin geliştirilmesi iletim ve dağıtımda kayıp-kaçakların azaltılması, üretimde verimlilik artırıcı teknolojilerin uygulanması ve rehabilitasyon yatırımlarının yapılması gerekmektedir.

Yapısal etki sanayi ve hizmetler sektörlerinde pozitif, tarım sektöründe negatif çıkmıştır. Tarım sektörünün milli gelir içindeki payının azalması bu şekilde bir yapısal dönüşüme yol açmıştır. Hizmetler ve sanayi sektörlerindeki pozitif değerler ise söz

konusu sektörlerin milli gelir içindeki payının artmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla enerji verimliliği politikalarında hizmetler ve sanayi sektörlerine daha çok önem verilmelidir.

#### **4.1.4.2. LMDI Yöntemiyle Sanayi Sektörünün Ayırıştırma Analizi**

Türkiye ekonomisi için tarım, sanayi ve hizmetler şeklinde ekonomiyi sektörlere ayırarak yapılan analizlere ilave olarak sanayi sektörü ayrıca incelenmiştir, çünkü sanayi sektörü ekonomik büyümeye yaptığı katkı, yarattığı istihdam ve katma değer ile Türkiye ekonomisi içinde önemli bir yere sahiptir. Diğer yandan toplam enerji tüketimi içinde sanayi sektörü payını en çok arttıran sektördür. Zaman içinde hizmetler sektörünün toplam enerji tüketimi içindeki payı azalırken, sanayi sektörünün payı artmıştır. Bu analizde aynı şekilde amaç, sanayi sektöründe tüketilen enerjinin değişimini ve bu değişimin nedenlerini ortaya koymaktır. Burada sanayi sektörü, LMDI endeksine dayalı olarak, yıllık dönemler halinde ve alt sektörler olarak ayrı ayrı incelenmiştir. Söz konusu alt sektörler, çimento, demir çelik, kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde, şeker, gübre, demir dışı metaller ve diğer sanayi şeklindedir.

Teorik literatüre göre enerji tüketimini etkileyen en önemli etkenlerden biri gelir seviyesidir. Buna göre ülkelerin gelir seviyesi arttıkça enerji tüketimleri de artar. Ancak bir noktadan sonra aralarındaki bu ilişki zayıflamaya başlar ve yüksek gelir seviyesindeki ülkeler için gelirin, enerji tüketimindeki değişimi açıklama gücü azalır. Enerji yoğunluğunun azaldığını gösteren bu duruma göre gelirin açıklama gücü, düşük ve orta gelirli ülkelerde daha yüksektir. Bunun en önemli nedenlerinden biri, yapısal değişim sonucunda yüksek katma değerli daha az enerji yoğun sektörlerin gelişmiş ekonomilerde ekonomi içindeki payının artması ve hizmetler sektöründeki hızlı büyümedir. Yani ekonomide ağır sanayinin payının azalmasıdır. Gelişmiş ülkeler özellikle 1979 petrol krizi sonrasında enerji yoğun endüstrilerden uzaklaşmaya başlamışlar, hizmetler sektörüne ağırlık vermişlerdir.

İkinci etki nihai taleptir. Özellikle sanayi ürünlerine artan talep, beraberinde enerji tüketimindeki artışı da getirmiştir, çünkü talep arttıkça üretim de artacak, üretim arttıkça da enerji tüketimi artacaktır. Bu noktada GSYİH ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Yani ülkelerin ekonomik büyüme hedefleri, o ülkenin belli bir seviyede enerji tüketmesini gerektirmektedir. Ülkenin ekonomik büyüme oranının artması, enerji tüketimini arttırmaktadır (Orhan, 2007; 1–2). Kraft ve Kraft (1978) tarafından ABD'nin 1947–1974 dönemini içeren ve Sims'in nedensellik analizi kullanılarak yapılan çalışmada, enerji tüketimi ve GSMH arasındaki ilişki incelenmiş ve GSMH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuşlardır (Kraft and Kraft, 1978; 401–403).

Türkiye için yapılan çalışmalarda da enerji tüketiminden milli gelire doğu bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir, dolayısıyla enerji kullanımındaki değişiklikler, ekonomik büyümeyi doğrudan etkileyecektir. Bu noktada sanayi sektörü enerji tüketiminde önemli paya sahip olduğu için enerji kullanımındaki değişikliklerden en fazla etkilenecek sektörlerin başında gelecektir. Sanayi sektörü alt kategorilerinde, daha önce belirtilen sektörlerin enerji kullanımlarındaki payları da farklı olduğu için alt sektörlerin etkilenme derecesi de farklı olacaktır. Bazı sektörlerin enerji tüketimleri daha fazla olduğu için, çıktı, yoğunluk ve yapısal etki üzerindeki etkisi daha fazla olacaktır.

#### 4.1.4.2.1. Toplam Etki

Toplam etkiye bakıldığında tablo 4.4'te görüldüğü gibi sanayi sektörü birincil enerji tüketimi 1980-2009 döneminde 18.030 btep artmıştır. Bu artışın 14.317 btep'lik kısmı çıktı etkiden, 4794 btep'lik kısmı ise yoğunluk etkisinden kaynaklanan artıştır. Yapısal etki ise diğerlerinin tersine 1081 btep'lik tasarrufa neden olmuştur.

Tablo 4.4. Sanayi Sektörü Ayrıştırma Analizi (Btep)

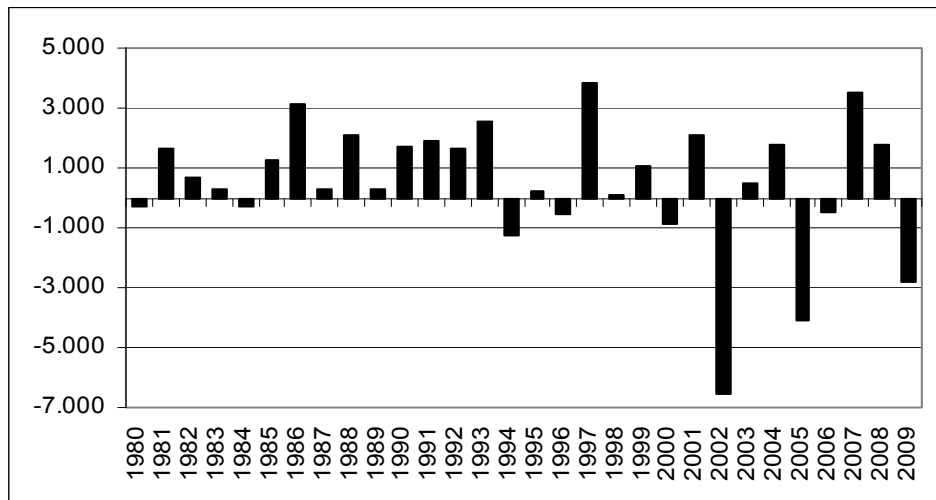
Yıllar	Çıktı Etkisi	Yapısal Etki	Yoğunluk Etkisi	Toplam Etki
1981	1,634.3	-700.0	-902.1	32.3
1982	673.4	-503.7	357.1	526.9
1983	265.4	-448.2	188.2	5.4
1984	-300.4	-35.1	1,205.0	869.4
1985	1,249.1	355.3	-1,213.8	390.5
1986	3,147.6	-703.4	-2,077.9	366.3
1987	249.9	941.9	700.6	1,892.4
1988	2,097.2	-165.3	-1,387.1	544.7
1989	291.4	27.4	317.5	636.3
1990	1,716.3	-940.5	547.7	1,323.6
1991	1,836.7	257.0	-1,455.6	638.2

1992	1,612.3	390.5	-1,729.2	273.6
1993	2,545.9	-241.4	-1,426.2	878.3
1994	-1,255.8	-238.6	433.5	-1,060.8
1995	151.2	-1,290.6	3,240.0	2,100.5
1996	-507.6	-389.7	3,575.4	2,678.0
1997	3,837.9	1,125.8	-3,224.1	1,739.6
1998	82.6	-1,690.5	1,372.7	-235.2
1999	1,013.8	102.6	-2,797.7	-1,681.3
2000	-768.3	903.8	4,492.5	4,628.1
2001	2,005.7	-1,256.0	-3,926.9	-3,177.2
2002	-6,604.7	216.4	9,846.3	3,458.0
2003	1,067.4	-1,471.8	3,399.4	2,995.0
2004	1,404.0	2,633.1	-3,025.0	1,012.1
2005	-4,718.8	866.1	3,345.0	-507.8
2006	3,773.4	1,287.9	-2,346.9	2,714.4
2007	-464.5	-552.1	2,664.6	1,648.0
2008	1,749.1	591.4	-9,307.5	-6,967.0
2009	-3,467.4	-153.7	3,928.5	307.4

#### 4.1.4.2.2. Çıktı Etkisi

Sanayi sektörü LDMI yöntemiyle yıllık olarak değerlendirilmiştir. Bu noktada şekil 4.19’de çıktı etkisinin ayrıştırması verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi çıktı etkisi, toplam birincil enerji tüketiminde üretim miktarındaki artıştan kaynaklanan etkiyi gösterir. Artan ekonomik çıktı faaliyet etkisini artırır, enerji tüketimindeki büyüme oranını artıracı etki yapar. Enerji tüketimindeki artışa pozitif katkıda bulunur. Eğer çıktı düşerse, çıktı etkisi, enerji talebi artış oranını düşürür ve enerji tüketimindeki değişmeye negatif olarak etki eder.

Şekil 4.19 Sanayi Sektöründe Çıktı Etkisi (Btep)



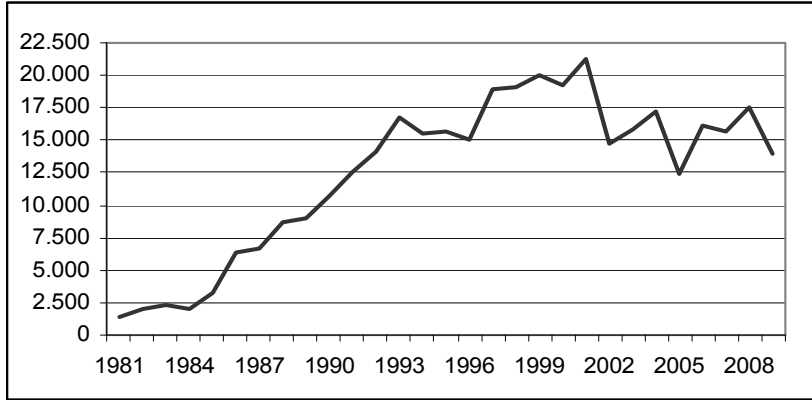


Çıktı etkisine bakıldığında dünya petrol krizi ile birlikte Türkiye ekonomisinin krize girmesi nedeniyle düşerek 1980 yılında -290 Btep değerini almıştır. Söz konusu yılda Kimya-Petrokimya, Gübre, Demir dışı metaller ve diğer sanayi sektörlerinde enerji tüketimi artarken, Demir-Çelik, Petrokimyasal Hammadde, Şeker ve Çimento sektörlerinde enerji tüketimi düşmüştür. İlerleyen yıllarda 24 Ocak istikrar tedbirleriyle uygulamaya konan ihracata dayalı büyüme politikaları ile birlikte ekonomik büyümenin artmasına paralel olarak tekrar artışa geçmiş ve 1981 yılında 1634 Btep'ye çıkmıştır. 80'li yıllar boyunca ekonomik büyümede yaşanan olumlu gidişe paralel olarak sanayi sektörü enerji tüketimi ortalama %5,5 artmış ve 1990 yılına gelindiğinde çıktı etkisi 1716 Btep seviyesine ulaşmıştır.

1994 yılında yaşanan kriz ile birlikte tekrar düşerek -1255 Btep'ye gerilemiştir. Kriz döneminde Petrokimyasal Hammadde, Demir dışı metaller ve Çimento hariç tüm sektörlerde enerji tüketimi düşmüştür. 1994 krizinden sonra toparlanan Türkiye ekonomisinde artan ekonomik büyüme ile birlikte çıktı etkisi 1997 yılında en yüksek değerlerinden biri olan 3837 Btep'e çıkmıştır. Ancak 1999 yılında yaşanan ekonomik daralma ve 2001 yılında yaşanan ağır ekonomik kriz nedeniyle çıktı etkisi 2000 yılında -768 Btep ve 2002 yılında -6604 Btep olarak gerçekleşmiştir. 2001 krizinde Gübre ve Şeker sanayileri hariç tüm sektörlerde enerji tüketimi düşmüştür.

2001 yılından sonra gerek dünya gerekse de Türkiye ekonomisinde görülen ekonomik canlanma ile birlikte çıktı tekrar pozitif değerler almaya başlamıştır. 2004 yılında 1404 Btep ve 2005 yılında ise sanayi sektörü reel çıktısındaki düşüşe bağlı olarak -4718 Btep olmuştur. 2001-2007 arası dönemde yüksek seviyelerde seyreden çıktı etkisi, küresel ekonomik krizin, ülkemizde de ekonomik daralma yönünde etkisini göstermesiyle beraber önce 2007 yılında aldığı -464 Btep'den yükselerek 1749 Btep'e çıkmış sonra küresel krizin etkilerinin tam olarak hissedilmesiyle 2009 yılında -3467 Btep'e düşmüştür. Bu yılda Şeker, Çimento, Gübre ve diğer sanayi sektörlerinde enerji tüketiminde düşüş görülürken, Kimya-Petrokimya, Petrokimyasal Hammadde ve Demir-Çelik sektörlerinde enerji tüketimi artmıştır. Sanayinin alt sektörleri itibariyle çıktı etkisi demir-çelik, çimento ve kimya-petrokimya alt sektörlerinde daha kuvvetli iken, petrokimyasal hammadde, gübre, şeker ve demirdışı metaller sektörlerinde daha zayıftır.

Şekil 4.20 Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi (Çıktı Etkisi, Btep)



Şekil 4.20’de ise sanayi sektöründe, çıktı etkisinden kaynaklanan enerji tüketimindeki değişimin kümülatif toplamı verilmiştir. 1980–1989 döneminde ortalama 1034 Btep olan çıktı etkisi enerji tüketimindeki artışı pozitif yönde etkileyerek 1980 yılında 1634 Btep’den 1989 yılında 9307 Btep’e çıkmıştır. Aynı şekilde 1990–1999 döneminde de çıktı etkisi artış eğilimini koruyarak ortalama 1103 Btep ile 1999 yılında 20341 Btep’e çıkmıştır. 1980–2000 döneminde sadece 1994 krizi nedeniyle olumsuz etkilenen çıktı etkisi söz konusu yılda negatife dönerek enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuştur. Ancak bu artış eğilimini son dönemde devam ettirememiştir. Görüldüğü gibi ortalama 602 Btep düşüşle 2009 yılında 14317 Btep’e gerilemiştir.

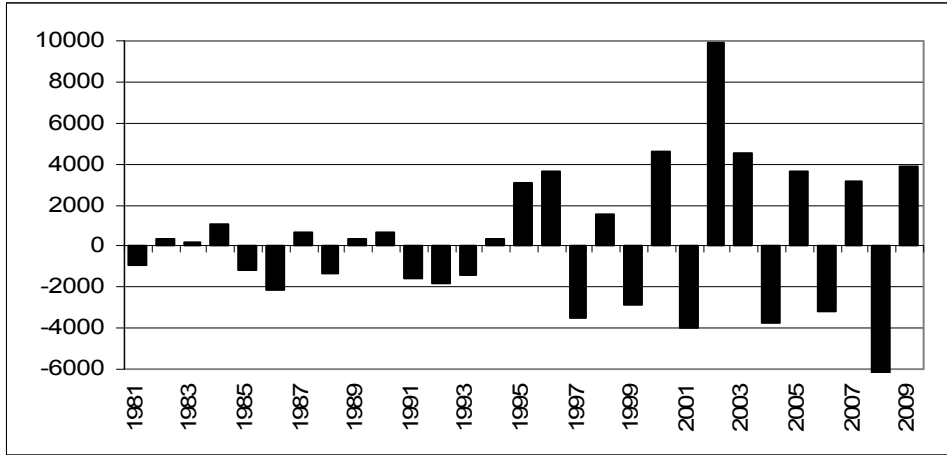
1980–2000 döneminde düzgün artış eğilimini koruyan çıktı etkisi 1994 krizi hariç enerji tüketimini hep arttırıcı yönde etkilemiştir. Ancak 1998 Asya krizi, 1999’da yaşanan ekonomik daralma, 2001 ekonomik krizi, reel çıktı artış hızında meydana gelen yavaşlama ve son olarak 2008 yılının ortalarında başlayan küresel finansal kriz gibi nedenlerle çıktı etkisi son on yıllık dönemde enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuş, tüketim artışı üzerindeki gücü azalmıştır. Ayrıca petrol fiyatlarının hızla artması, hizmetler sektörünün büyümesi nedeniyle enerji yoğunluğunda meydana gelen azalma da bu değişimde etkili olmuştur. Bunun sonucunda son periyotta çıktı etkisi gerilerken, enerji tüketimindeki artış daha çok yapısal etki ve özellikle de yoğunluk etkisinden kaynaklanmıştır.

#### 4.1.4.2.3. Yoğunluk Etkisi

Yoğunluk etkisinde negatif alınan değerler ilgili yılda enerji yoğunluğunun düştüğünü, pozitif alınan değerler ise arttığını gösterir. Enerji yoğunluğunun düşmesi,

artık aynı miktarda çıktı daha az enerji kullanılarak üretilmiş demek olduğu için toplam enerji tüketimindeki artış üzerinde düşürücü etkide olacaktır. Tam tersine enerji yoğunluğunun artması aynı miktarda çıktı artık daha fazla enerji kullanılarak üretilmiş demek olduğu için toplam enerji tüketimindeki artış üzerinde arttırıcı etki yapacaktır.

Şekil 4.21 Sanayi Sektöründe Yoğunluk Etkisi (Yıllık, Btep)



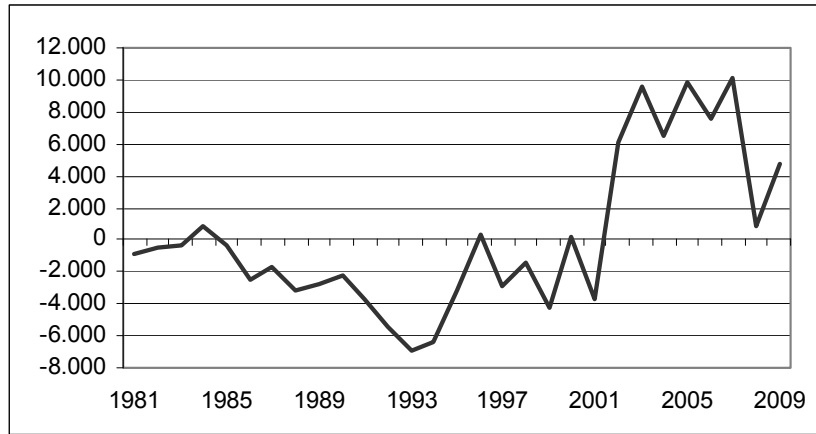
Yoğunluk etkisi bazı yıllarda negatif, bazı yıllarda pozitif değerler almıştır. 1990 öncesinde ekonominin büyüklüğü, sanayi kesimi enerji tüketimi, sanayi sektörünün kapasitesi, milli gelir düzeyi ve buna bağlı olarak değişen toplam talebin 1990 sonrasına nispeten daha az olması nedeniyle, 1980–1990 döneminde yoğunluk etkisi 1990–2009 dönemine göre daha düşüktür. 1980 dönüşümü ile ihracata dayalı büyüme modelini benimseyen Türkiye’de, hızlı üretim artışı dolayısıyla sanayi kesimi enerji tüketimi, artan üretime paralel olarak artmaya başlamıştır. Ancak krizden çıkış dolayısıyla meydana gelen hızlı üretim artışı, enerji yoğunluğunda düşüş getirmiş ve yoğunluk etkisi, Kimya-Petrokimya ve Demirdışı metaller sektörlerindeki arttırıcı etki haricinde diğer sektörlerde düşerek 1981 yılında -902 Btep olmuştur. İlerleyen zamanda 1985,1986 ve 1988 yıllarında negatif, diğer yıllarda pozitif değerler almıştır. Ancak 1980–1990 döneminin tümü değerlendirildiğinde yoğunluk etkisi enerji tüketiminde 2812 Btep’lik bir tasarrufa neden olmuştur. Bu on yıllık dönemde Petrokimyasal hammadde, Şeker ve Kimya – Petrokimya sektörleri hariç diğer tüm sektörlerde yoğunluk etkisi azalmıştır. Kapasite kullanım oranının artması ve hızlı üretim artışına bağlı ekonomik büyüme beraberinde enerji tüketiminde hızlı bir artışa neden olmuştur. Yoğunluk etkisi aldığı negatif değerlerle bu dönemde etkin enerji kullanımı ve teknolojileri ile enerji tasarruf edici tekniklerden yeterince faydalanıldığını göstermiştir.

1991, 1992 ve 1993 yıllarında enerji yoğunluğundaki düşüş nedeniyle yoğunluk etkisi enerji tüketiminde sırasıyla 1455 Btep, 1729 Btep ve 1426 Btep'lik tasarruf sağlamıştır. 1994 yılında ise yaşanan ekonomik krize bağlı olarak sanayi alt sektörlerinin çoğunda enerji tüketimi %6,4 düşmüş ancak reel üretim %8 daralmıştır. Bu nedenle enerji yoğunluğundaki düşüşe bağlı olarak, yoğunluk etkisi enerji tüketiminde 433 Btep'lik artışa neden olmuştur. 1995 yılında ise enerji tüketimi %15 artarken çıktı sadece %1,3 artmış ve yoğunluk etkisi 3239 Btep ile enerji tüketimini artırıcı etkide bulunmuştur. 1996 yılında 3575 Btep seviyesine çıkan yoğunluk etkisi, 1997 yılında demir-çelik, kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde ve diğer sanayi sektörlerinde enerji tüketimi artışından daha büyük oranda çıktı artışının yaşanmasıyla negatife dönmüş ve enerji tüketiminde 3224 Btep'lik tasarrufa neden olmuştur. 1998 yılında 1372 Btep değerini alan yoğunluk etkisi 1999 yılında tekrar negatife dönerek -2797 Btep olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu yılda özellikle demir çelik, kimya petrokimya, petrokimyasal hammadde, gübre, şeker ve diğer sanayi kesiminin etkisiyle sanayi sektörü enerji tüketimi %7,8 düşerken çıktı %5,3 artmıştır. 1990–2000 arası on yıllık dönem bütün olarak değerlendirildiğinde kimya petrokimya, petrokimyasal hammadde, gübre, çimento ve şeker sektörlerinin etkisiyle yoğunluk etkisi sanayi kesimi enerji tüketiminde 1463 Btep'lik tasarruf sağlamıştır.

Son periyotta (2000–2009) ise yoğunluk etkisi enerji tüketimini arttırıcı etki yapmıştır. Öncelikle 1999 yılında yaşanan %6'lık ekonomik daralmanın etkisiyle kimya-petrokimya sanayi hariç diğer sektörlerde üretim düşmüş veya çok az artmış, buna karşılık enerji tüketimi %23 artmıştır. Böylelikle 2000 yılında yoğunluk etkisi 4492 Btep olarak gerçekleşmiştir. 2001 yılında ise enerji tüketimi %13 düşmüş, üretim %10 artmıştır. Bu kapsamda şeker ve gübre sektörleri hariç diğer tüm sektörler enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuş ve 2001 yılında yoğunluk etkisi enerji tüketiminde 3926 Btep'lik tasarruf sağlamıştır. 2002 yılında ise 2001 yılında yaşanan ağır ekonomik krizin etkileri daha fazla görülmeye başlanmış ve sanayi üretimi reel olarak %25 daralmış ancak enerji tüketimi %16 artmıştır. Tüm sektörlerde enerji yoğunluğunun artmasıyla 2002 yılında yoğunluk etkisinden dolayı enerji tüketiminde 9846 Btep'lik artış görülmüştür. 2003 yılında 3399 Btep'e gerileyen değer, 2004 yılında -3024 Btep ile tekrar negatif değere dönmüştür. 2005, 2006 ve 2007 yıllarında sırasıyla 3344 Btep, -2346 Btep ve 2664 Btep olan yoğunluk etkisi 2008 yılında, çimento sektörü hariç diğer

tüm sanayi sektörlerindeki hızlı üretim artışı nedeniyle enerji tüketiminde 9307 Btep'lik bir tasarruf sağlamıştır. 2009 yılında ise küresel finansal krizin etkileri görülmeye başlanmış ve sanayi sektöründe üretim %12 düşmüştür. Şeker, gübre ve çimento sektörlerindeki enerji tüketimi, üretimden daha çok düştüğü için yoğunluk etkisi bu sektörlerde toplam enerji tüketimini arttırıcı etkide bulunurken, diğer sektörlerde enerji tüketimi artmış ve 2009 yılında yoğunluk etkisi 3928 Btep değerini almıştır. 2000–2009 dönemi bütün olarak değerlendirildiğinde demir-çelik, gübre, kimya-petrokimya, şeker ve demir dışı metaller sektörlerinde yoğunluk etkisi negatif değer olarak enerji tüketiminde tasarruf sağlarken, diğer sektörlerde pozitif çıkararak enerji tüketimi artış hızını arttırıcı etkide bulunmuş ve toplam birincil enerji tüketiminde 9070 Btep'lik artışa neden olmuştur.

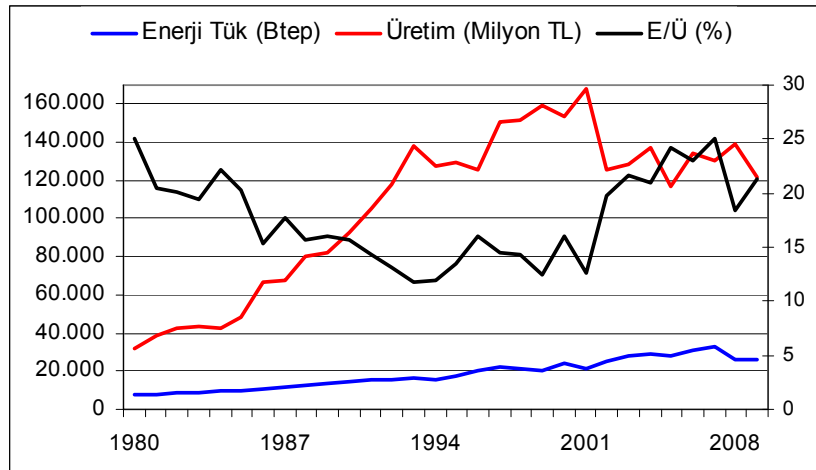
Şekil 4.22 Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi (Yoğunluk Etkisi, Btep)



Şekil 4.22'de sanayi sektörü enerji tüketiminde yoğunluk etkisinden kaynaklanan değişimin kümülatif toplamı verilmiştir. 1980–1989 döneminde enerji tüketimini negatif yönde etkileyen yoğunluk etkisi, tüketimde yıllık ortalama 312 Btep'lik tasarrufa neden olmuş ve dönem başında -902 Btep olan değer 1989 yılına kadar düşerek -2812 Btep'e gerilemiştir. Aynı şekilde 1990–2000 döneminde de enerji tüketimi üzerindeki tasarruf etkisini koruyan yoğunluk etkisi ortalama -146 Btep ile 1999 yılında -4276 seviyesine gerilemiştir. Bu on yıllık dönemde 1994 krizinin etkisi ile 1994, 1995 ve 1996 yıllarında enerji tüketimini pozitif yönde etkilemiştir. Son periyotta ise önceki dönemlerin aksine pozitif bölgede seyreden değer, ortalama 907 Btep ile 2007 yılında en yüksek seviyesi olan 10173 Btep'e çıkmıştır. Ancak 2008 yılının ortalarında başlayan küresel finansal krizin etkilerinin görülmeye başlanması ile beraber

yoğunluk etkisi enerji tüketiminde 9307 Btep'lik tasarruf sağlayarak kümülatif büyüklüğün 865 Btep'e gerilemesine neden olmuştur. Son yıl ise yoğunluk etkisi enerji tüketiminde 3928 Btep artışla 2009 yılında 4794 Btep'lik büyüklüğe ulaşmıştır. Şekilde görüldüğü gibi 1980–2000 döneminde sanayi kesiminde yoğunluk etkisi negatifken 2000–2009 döneminde pozitif dönmüştür. 1980 sonrası ekonomide piyasa odaklılığın artması, ekonominin daha çok dış rekabete açılması, kapasite kullanım oranlarının artması, enerji verimliliği ve etkin enerji yönetimi tekniklerine daha çok önem verilmesi, ekonominin dışa açılması ile teknolojik ilerlemelerin daha yakından takip edilmesi, ar-ge harcamalarının artması ve bu sayede etkin üretim tekniklerinin daha çok uygulanabilmesi ve sanayi kesiminde kullanılan enerji fiyatlarının artması yoğunluk etkisinin tasarruf edici etkisini ortaya çıkarmıştır. 2000 yılından sonra ise özellikle 2001 krizi ile sanayi üretiminde yaşanan büyük daralma enerji yoğunluğunu arttırmış ve yoğunluk etkisinin enerji tüketimindeki tasarruf edici etkisini ortadan kaldırmıştır. İlerleyen yıllarda, küresel piyasalarda yaşanan likidite bolluğunun ham petroldeki fiyat artışlarının etkisini azaltması, enerji tasarrufu ve verimliliğini arttıran teknolojik gelişmelerin ihmal edilmesi, yaratılan reel katma değerde yaşanan yavaşlama ve son olarak 2008 yılının ortalarında başlayan küresel finansal krizle birlikte sanayi sektöründe yaşanan daralma yoğunluk etkisini pozitif dönmüştür.

Şekil 4.23 Sanayi Sektörü Enerji Yoğunluğu (Yıllık, Btep)



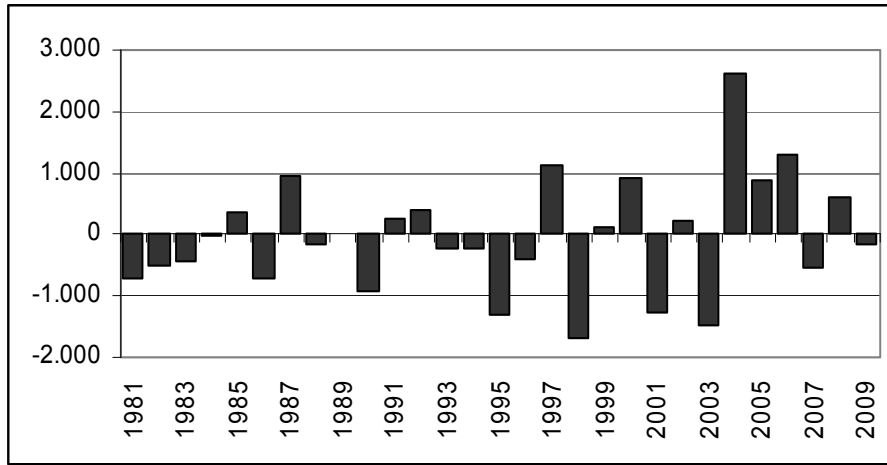
Şekil 4.23'de görüldüğü gibi sanayi kesimi enerji tüketimi 1980 yılından günümüze kadar düzgün bir şekilde artarken, yaratılan reel katma değer (üretim), 2001 yılına kadar 1994 krizi hariç artmış, ancak 2001 krizi ile birlikte düzgün artış trendini kaybetmiş ve iniş çıkışlı yatay bir seyir izlemiştir. Dolayısıyla enerji yoğunluğu ilk iki

periyotta (1980–1990 ve 1990–2000) azalmış, son periyotta (2000–2009) ise artmıştır. Enerji yoğunluğunun düşmesiyle, yoğunluk etkisi ilk iki periyotta enerji tüketimindeki artış hızını düşürücü etkide bulunurken, son periyotta arttırıcı etki yapmıştır.

#### 4.1.4.2.4. Yapısal Etki

Üçüncü olarak yapısal etki gelir. Yapısal etki enerji tüketimi üzerindeki toplam üretimin sektörel payı içindeki değişimin etkisini ortaya çıkaran etkidir. Diğer bir deyişle sanayi sektörünün toplam üretim kompozisyonundaki değişmeden kaynaklanan toplam enerji tüketimi değişimidir. Eğer sanayi alt sektörleri içinde daha enerji yoğun sektörlerin payı (Çimento, Demir-Çelik gibi), daha az enerji yoğun sektörlerin payına oranla artarsa, onun yapısal etkisi de artmaktadır ve böyle bir değişme toplam enerji talebi üzerinde arttırıcı etki yapar ve enerji tüketimindeki büyüme oranı artar. Tam tersine sektör içinde daha az enerji yoğun sektörlerin payı artarsa böyle bir yapısal değişme bu sefer toplam enerji talebi üzerinde düşürücü etki yapacaktır.

Şekil 4.24 Sanayi Sektöründe Yapısal Etki (Yıllık, Btep)



Şekil 4.24’de yapısal etkinin 1980 yılından günümüze kadar enerji tüketimi üzerindeki etkisi verilmiştir. Tıpkı çıktı etkisi ve yoğunluk etkisinde olduğu gibi burada da 1980 yılından günümüze doğru bir artış eğilimi söz konusudur. Aynı şekilde, aldığı negatif ve pozitif değerler günümüze doğru artmıştır. Bunun nedeni enerji tüketimindeki artıştır. Yapısal etkisinin pozitif veya negatif değerler alması, o sektörün sanayi üretimi içindeki payı ile ilgilidir. Eğer o sektörün sanayi üretimi içindeki payı azalır yapısal etkisi negatif, artarsa pozitif değer alacaktır. Bu çalışmada sanayi sektörü 7 alt sektöre ayrılmıştır. Dolayısıyla yapısal etkinin negatif çıkması hem sanayi üretimi içindeki payı

düşen sektör sayısına hem de o sektörün ne kadar enerji tükettiğine bağlıdır. Eğer üretim içindeki payı düşen sektör sayısı fazla ve enerji tüketimleri içindeki payı da yüksekse yapısal etki negatif değer alacaktır. Yapısal etkinin negatif değer alması da, söz konusu yılda toplam enerji tüketim artışı üzerinde düşürücü etki yaptığını gösterir. Tam tersine eğer üretim içindeki payı artan sektör sayısı ne kadar fazla ve yine enerji tüketimi içindeki payı ne kadar artarsa yapısal etkisi o kadar artacaktır. Yapısal etkinin pozitif değer alması ilgili yılda toplam sanayi kesimi enerji tüketimi artışı üzerinde arttırıcı etki yaptığını gösterir.

Şekle bakıldığında ilk on yıllık dönemde yapısal etkinin negatif değer aldığı yıllar (1981, 1982, 1983, 1984, 1986 ve 1988), pozitif değer aldığı yıllara göre (1985, 1987 ve 1989) fazladır. Bu periyotta yapısal etki aldığı -1231 Btep değeri ile örnekte ele alınan sektörler bazında düşünüldüğünde, sanayi sektörü enerji tüketim artışı üzerinde düşürücü etki yaptığı söylenebilir. Bu dönemde gübre, demir çelik ve demir dışı metaller sanayinin toplam içindeki payının artmasına bağlı olarak yapısal etki pozitif değer olarak sanayi sektörü toplam enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etkide bulunurken, şeker, kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde ve diğer sanayi sektörlerinin toplam reel katma değer içindeki payı azalarak sanayi sektörü toplam enerji tüketimi üzerinde düşürücü etkide bulunmuştur.

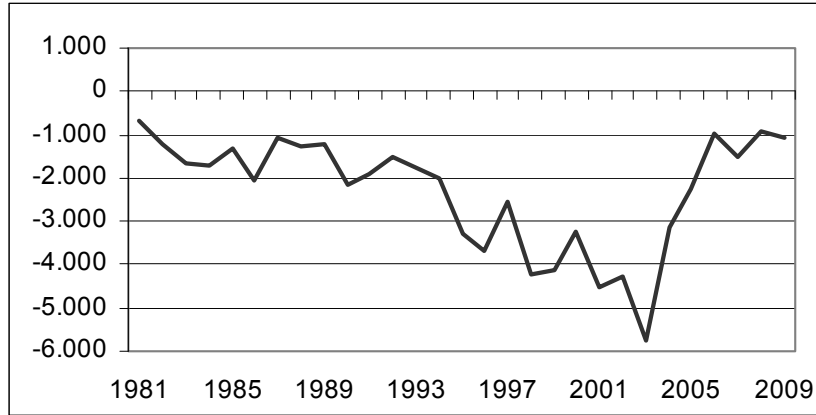
İkinci on yıllık periyotta ise negatif değer alınan yılların sayısı (1990, 1993, 1994 1995, 1996 ve 1998) pozitif değer alınan yılların (1991, 1992, 1997 ve 1999) sayısından fazladır. Mutlak değer olarak da negatif değerler büyük olduğu için ikinci on yıllık dönemde, tüm sanayi dalları için yapısal etkinin sanayi sektörü toplam enerji tüketimi artışı üzerinde düşürücü etki (-2915 Btep) yaptığı söylenebilir. Alt sektörler itibariyle demir çelik, kimya petrokimya, gübre, şeker ve demir dışı metaller sanayilerinin, toplam reel katma değer içinde paylarının düşürerek yapısal etkileri negatife dönmesi ile toplam sanayi enerji tüketimine düşürücü etki yaparken, petrokimyasal hammadde ve diğer sanayi dalları paylarını arttırarak yapısal etkilerini pozitifeye dönüştürmüş ve toplam sanayi enerji tüketimini arttırıcı etki göstermişlerdir.

Son periyotta ise pozitif değer alan yıllarda (2000, 2002, 2004, 2005, 2006 ve 2008) yapısal etki negatif değer alınan yıllardan (2001, 2003, 2007 ve 2009) mutlak değer olarak daha fazla olduğu için yapısal etkinin bu dönemde toplam sanayi sektörü enerji tüketiminde arttırıcı etki yaptığı söylenebilir. Alt sektörler itibariyle kimya-



petrokimya ve petrokimyasal hammadde sektörleri nedeniyle yapısal etki negatif değerler alırken, şeker, demir çelik, gübre, demir dışı metaller ve diğer sanayi dalları toplam katma değer içinde paylarını arttırarak pozitif değerler almışlar ve böylelikle yapısal etki artarak toplam sanayi enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etkide bulunmuştur.

Şekil 4.25 Sanayi Sektöründe Enerji Tüketimi (Yapısal Etki, Btep)



Şekil 4.25'te yapısal etkinin kümülatif toplamı verilmiştir. 1980–1989 döneminde negatif etkide bulunan yapısal etki, yıllık ortalama 137 Btep'lik tasarrufa neden olmuş ve dönem başındaki -700 Btep seviyesinden 1989 yılında -1231 Btep'e gerilemiştir. 1990–1999 döneminde ise düşme eğilimini arttırarak devam ettiren değer yıllık ortalama -219 Btep ile 1990 yılında -2171 Btep'den - 4146 Btep'e düşmüş ve tasarruf edici etkisini sürdürmüştür. Son periyotta ise önceki eğilimlerinin tersine yapısal etki enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etkide bulunmuştur. Yıllık ortalama 306 Btep ile aratarak 2009 yılında -1081 Btep'e yükselmiştir. Şekilde görüldüğü gibi tüm dönem itibariyle yapısal etki enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etki yapmıştır. Sektör içinde demir çelik, kimya-petrokimya, çimento, gübre, şeker ve demir dışı metaller gibi sektörlerin toplam katma değer içindeki yüzdesinin azalması yapısal etkinin sanayi kesimi enerji tüketimi üzerinde düşürücü etki yapmasına neden olmuştur. Son periyotta ise enerji yoğun sektörlerin payının artması yapısal etkiyi pozitif değerlere doğru yönlendirmiştir. Ancak tüm dönem itibariye değerlendirildiğinde yapısal etki sanayi kesimi enerji tüketimi üzerinde 1087 Btep'lik enerji tasarrufuna neden olmuştur.

Sonuç olarak tüm etkiler değerlendirildiğinde sanayi sektöründe 1980 yılında 7955 Btep olan tüketim 18029 Btep artarak 2009 yılında 25984 Btep'e çıktığı görülür. İşte bu artışın 14317 Btep'lik kısmı çıktı etkisi ve 4794 Btep'lik kısmı yoğunluk etkisinden kaynaklanan artıştır. Yapısal etki ise 1081 Btep'lik bir tasarruf sağlamıştır.

Türkiye ekonomisi genelinde olduğu gibi, sanayi sektöründe de çıktı etkisinin en büyük paya sahip olması, sanayi sektöründe kullanılan enerjinin en fazla çıktıdaki artıştan etkilendiğini göstermektedir. Tüm dönemler itibariyle pozitif çıkan çıktı etkisi, üretim arttıkça enerji tüketiminin de arttığını göstermektedir. Dolayısıyla enerji arz güvenliği sanayi üretiminin devamı için hayati öneme sahiptir. Bu yüzden enerji politikalarında enerji arz güvenliği ön plana çıkarılmalı ve kaynak çeşitliliğine önem verilmelidir. Yoğunluk etkisinin ilk iki dönem pozitif çıkması etkin enerji yönetimi ve enerji verimliliği tekniklerinden yararlandığını, 1980 sonrası uygulamaya konan ekonomik dönüşüm programıyla kapasite kullanımının arttığını, arge harcamalarının artması ve ekonominin dışa açılmasıyla rekabetin şiddetlenmesinin verimlilik düzeyini olumlu etkilediğini göstermektedir. Ancak son periyotta yoğunluk etkisinin negatif çıkmıştır. İlk iki dönemde enerji tüketimi sırasıyla ortalama %5,6 ve %4,4 artarken son periyotta %3,5 artmıştır. Diğer yandan reel katma değerdeki artış yavaşlamıştır. Dolayısıyla yoğunluk etkisinin pozitif çıkmasının, hem çıktıdaki yavaşlamadan hem de etkin enerji yönetimi ve verimlilik tekniklerinin yeterince uygulanamamasından kaynaklandığı söylenilebilir. Yapısal etki tüm dönem itibariyle değerlendirildiğinde demir çelik ve diğer sanayi dalları hariç, sanayi sektörü içindeki üretim paylarının azalmasına bağlı olarak negatif değerler olarak enerji tasarruf edici etkide bulunmuştur. Enerji yoğun sektörlerin payının azalıp diğer sektörlerin payının tüketim içinde artması bu şekilde bir yapısal dönüşüme yol açmıştır.

## **4.2.ALTERNATİF ENERJİ POLİTİKASI ÖNERİLERİ**

### **4.2.1.Enerji Politikalarının Önemi**

Tarihin ilk devirlerinden günümüze kadar olan dönemde enerjinin insan hayatındaki önemi ve insanoğlunun enerjiye olan ihtiyacı sürekli artmıştır. Özellikle 19 yy'dan itibaren yaşanan sanayi devrimi, hızlı nüfus artışı, şehirleşmenin artması, teknolojik ilerleme ve modern yaşam tarzının gelişimi, enerjiye olan ihtiyacı daha da arttırmış, enerji artık günlük hayatta bir lüks değil zorunluluk olmaya başlamıştır. Günümüzde enerji stratejik bir kaynaktır. Bir ülkenin yeteri miktarda enerji kaynaklarına sahip olması ve önemli enerji koridorlarına (doğal gaz veya petrol boru hatları) ev sahipliği yapması o ülkenin stratejik öneminin artması demektir. Enerjinin bu şekilde önem kazanması ile birlikte ülkelerin hem siyasi hem de ekonomik

bağımsızlığı giderek daha fazla enerjiye bağımlı hale gelmeye başlamış, böylelikle enerji arz güvenliği önem kazanmıştır. Dolayısıyla enerji, yeterli miktarda zamanında ve düşük maliyetle ekonomiye sağlanmalıdır. Ancak Türkiye enerji kaynakları açısından yeterince zengin değildir. Birincil enerji tüketiminde petrol ve doğal gazın payı çoğunluktadır ve bu kaynaklarda Türkiye dışa bağımlıdır. 2010 yılında %30 olan yerli kaynaklarla tüketimin karşılanma oranı, 2020’de %25’e düşeceği hesaplanmıştır. Türkiye’de yıllık nüfus artışı %2’dir ve %5-7’lik bir ekonomik büyüme hedeflenmektedir. Enerji talebi yılda %7–10 arasında değişen oranlarda artmaktadır. Dolayısıyla Türkiye ekonomisi için enerji politikalarının, ülkenin kendine has özellikleri de dikkate alınarak belirlenmesi gerekir (Özdemir, 2005: 8).

Günümüzde artık gelişmiş ülkeler sanayileşme süreçlerini tamamlayarak bilgi toplumuna geçmişlerdir. Bilgi toplumunda, üretim ve ekonomi açısından merkezi mevki ağır sanayi değil bilişim teknolojilerindedir (Canaktan, <http://www.canaktan.org>). Bu da beraberinde milli gelir içinde sermaye yoğun sektörlerin payının azalması, daha az sermaye yoğun sektörlerin payının artmasını beraberinde getirmiştir. Diğer yandan fosil tabanlı yakıtların ömrü artan tüketim hızı ile beraber azalmış, petrol fiyatlarında 1973 yılındaki krizle başlayan dalgalanma, enerji fiyatlarında yaşanan dalgalanmaları arttırmış, küresel ısınmanın etkilerinin günümüzde giderek daha fazla hissedilmesiyle ülkeler bir dizi çevresel önlemler almaya başlamışlardır.

Bu bağlamda çevre kirliliğini minimuma indiren, fiyat dalgalanmalarından ekonomiyi koruyan, tükenme riski olmayan yenilenebilir enerji kaynakları, güçlü bir alternatif olarak gündeme gelmiştir. Böylece son yüz yılın en önemli enerji kaynağı olan fosil tabanlı yakıtlarda, kömür’den petrole, petrolden doğal gaz’a geçiş olmuş ve doğal gaz’dan da yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüşüm devam etmektedir. Gelecekte de yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrojen enerjisine dönüş beklenmektedir. Dolayısıyla Türkiye ekonomisi için saptanan enerji politikalarının enerji arz güvenliği, sürdürülebilir kalkınma, maliyet, küresel ısınma gibi konuları da göz önünde bulundurarak belirlenmesi son derece önemlidir.

#### **4.2.2. Enerji Politikalarının Uygulanması**

Enerji politikaları belirlenirken öncelikle ulaşılmak istenen hedefler net şekilde belirlenmeli, sonra bu hedeflere ulaşmak için kullanılacak araçlar seçilmelidir.

Hedeflere ulaşmak, araçlar kullanılmadan önce planlı ve programlı çalışabilmek ve başarı yüzdesini arttırmak için gerekli modeller ve mekanizmalar oluşturulmalıdır. Örneğin yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji tüketimi içindeki payın artırılması hedefine, yap-işlet, yap işlet devret modelleri çerçevesinde, teşvik ve vergi mekanizması araçları kullanılarak ulaşılabilir. Yani burada politika belirleyiciler ellerindeki araçlar ile belirlenmiş hedeflere hangi yöntemleri kullanarak ulaşacağını planlar. Uygulama safhasında ise devlet mekanizması içinde ilgili tüm kurum ve kuruluşların ortak hareket etmesi ve uyumlu olması da önemlidir. Örneğin enerji politikalarının belirlenmesinde sadece enerji bakanlığı değil, diyelim vergi teşvikleri kullanılacaksa maliye bakanlığı da sürecin bir parçasında yer almalıdır. Böylelikle kurumlar arasında oluşturulacak koordinasyon ile politikalar daha etkin uygulanacak, sonuçlar daha hızlı alınacaktır. Ancak planların uygulamaya geçirilmesi de yeterli değildir, zira yeterli denetim olmazsa hedeflerden sapma olması kaçınılmazdır. Burada araçlar kullanılırken devlet, araçların hedefler doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığını denetlemeli, bu araçları rantıye sınıfı oluşturmayacak şekilde tasarlamalıdır. Bu yüzden etkin denetim için ölçme çok önemlidir. Ölçülebilir göstergeler, politikalar uygulanmadan önce mutlaka belirlenmelidir (Şanlı, 2009: 1-3)

### **4.2.3. Türkiye'nin Enerji Sorunu**

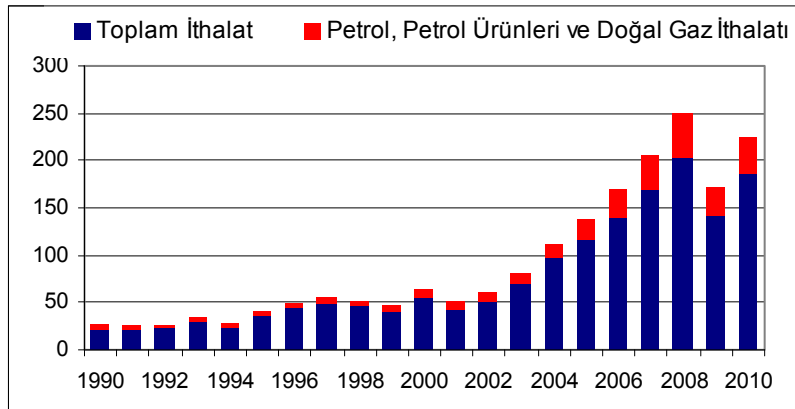
#### **4.2.3.1. Enerji Fiyatlarının Türkiye Ekonomisi Üzerindeki Etkileri**

Bilindiği gibi Türkiye enerji tüketimi açısından kendi kendine yeterli bir ülke değildir. Yenilenebilir enerji potansiyelinden yeterince faydalanamamaktadır. Enerji tasarruf ve verimliliğinde ise hala önemli potansiyele sahiptir. İşte bu koşullar bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Bunların başında fiyat sorunu gelmektedir. Enerji fiyatlarının bir ülke ekonomisi üstündeki etkileri öncelikle, fiyat dalgalanmalarının şiddetine, o ülkenin enerjide ne derece dışa bağlı olduğuna ve ekonominin büyüklüğüne göre değişir. Eğer fiyat dalgalanmaları şiddetli ise, ekonomi yeteri kadar büyük değilse ve enerjide dışa bağımlılık yüksek ise fiyat artışlarının etkisi o denli şiddetli olacaktır.

Türkiye'nin enerji politikalarında temel stratejiler belirlenirken büyüme ihtiyacı nedeniyle enerji arz güvenliği ön plana çıkmış, fiyat etkisi ikinci plana itilmiştir. İç tüketimde petrol ve doğal gazın payı yaklaşık %60'tır ve bu kaynaklar ithal edilmektedir. İşte enerji fiyatlarındaki artışın en önemli etkilerinden biri ithalatın artarak

dış dengenin kötüleşmesidir (Lardic, Mignon, 2008: 848). İstatistiklere bakıldığında petrol fiyatları özellikle 2009 küresel finansal krizden sonra hızla artarak 100 \$/varil seviyelerine, doğal gaz fiyatı ise konutlarda 15 \$/mbtu, kuyu başı fiyatında ise 5 \$/mbtu seviyelerine çıkmıştır. Türkiye'nin ödemeler dengesi mal ithalatında en büyük kalem petrol, petrol ürünleri ve doğal gaz ithalatıdır. Fiyatların ortalama 13 \$/varil civarında seyrettiği 1998 yılında söz konusu enerji kaynakları için yapılan ithalatın toplam içindeki payı %10'dur. Ancak 2008–2009 yıllarında söz konusu ithalatın ödemeler dengesi üzerindeki yükü ağırlaştırmıştır. Nitekim Nisan 2011 itibariyle yapılan 21 milyar dolarlık ithalatın 4,4 milyar doları (%21) petrol, petrol ürünleri ve doğal gaz ithalatına aittir. 2010 yılında yapılan 185,5 milyar dolarlık ithalatın 38,4 milyar doları aynı şekilde petrol ve doğal gaz tüketimi için yapılmıştır.

Şekil 4.26 Türkiye'nin Petrol, Petrol Ürünleri ve D.Gaz İthalatı (Miyon \$)



Kaynak: Dış Ticaret Müsteşarlığı Fasılalara Göre İthalatımız

Fiyat artışlarının diğer bir etkisi ekonomik büyüme üzerinedir. OPEC ve IMF'nin yaptığı hesaplamalara göre petrol fiyatlarındaki 10 \$'lık artış, dünya ekonomik büyümesini %1 oranında düşürmektedir. 1973 ve 1979 petrol krizlerinde dünyada büyük bir resesyon dalgası oluşmuştur (Özhan, 2005: 9–11). Nitekim bu dalga 24 Ocak 1980 dönüşümünün de nedenlerinden biridir. Enerjinin, üretimde giderek artan öneme haiz olmasıyla birlikte, enerji fiyatları önemli bir maliyet kalemi haline gelmiştir. Arz yanlı şok mekanizması ile enerji fiyatlarının artması (petrol, doğal gaz veya elektrik gibi) hem üretim maliyetlerini hem de kar oranlarını azaltacak o da nihai ürün fiyatlarını arttıracaktır. Böylece üretim ve verimlilik düşecektir. Bu geçiş mekanizmasının doğurduğu etki az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde daha çok hissedilecektir. Eğer firmanın içinde bulunduğu piyasada rekabet şiddetli ise, maliyet artışlarını fiyatlara tam olarak yansıtamayacak, bunun yerine maliyet baskısını azaltmak için işçi çıkarma

yoluna gidebilecektir. Yine eğer o sektörde ücretler aşağı yönlü esnek değilse bu da işsizliğin artmasına yol açacaktır. Diğer bir reel etki fiyatların artmasıyla reel ücretlerde düşecektir (Lizardo, Mollick, 2010: 400). İstatistiksel verilere göre Türkiye’de 1979 petrol krizinin de etkisiyle yaşanan ekonomik krizde işsizlik %9,7’den 1980 yılında %14,4’e, enflasyon ise 1978 yılında %52’den 1980 yılında %107’ye çıkmıştır. Ekonomik büyüme ise 1978 yılında %1,2, 1979 yılında %-0,5, 1980 yılında ise %-2,8 olarak gerçekleşmiştir.

Enerji fiyatlarının enerji yoğunluğu üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Enerji fiyatlarının düşük olduğu 1950–1973 döneminde, düşük fiyatlarla beraber sübvansiyon fiyatlama, teknolojik yetersizlikler gibi nedenlerle, enerji verimsiz kullanılmış ve üretim sürecinde emek yerine ikame edilmiştir. Böylece enerjiye bağımlılık artmış, verimsiz bir enerji ekonomisi oluşturmuş, sanayi kuruluşları bu noktada yeteri kadar motive olamamışlardır. Özellikle fosil tabanlı yakıtlara bağımlılık artmış alternatif enerji kaynakları geliştirilmemiştir (Saatçioğlu, Küçükaksoy, 2004: 4). Nitekim yoğunluk etkisinin incelendiği şekil 4.7’de görüldüğü gibi 1970–1978 arası yoğunluk etkisi artış trendi içinde olmuş, günümüze kadar olan dönemde ise Sektörel olarak sadece hizmetler sektöründe enerji yoğunluğu istenildiği gibi düşme göstermiş ancak tarım ve sanayi sektörlerinde beklenen gelişme sağlanamamıştır.

#### **4.2.3.2. Enerji ve Ekonomik Büyüme**

Yapılan pek çok çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Yani ülkelerin ekonomik büyüme hedefleri, o ülkenin belli bir seviyede enerji tüketmesini gerektirmektedir. Sanayi devrimi sürecinde, teknolojik gelişmelerin sanayi sektörüne daha fazla uygulanmasıyla üretim artık kol gücünden çıkıp daha çok makine gücüne dayanmaya başlamış, böylece enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki kuvvetlenmiştir. İstatistiksel olarak gelişmiş ülkelerin enerji tüketim seviyeleri, diğer ülkelere göre daha fazladır (Najam, Cleveland, 2005: 116–118). Gelişmiş ülkelerde yaşam standartlarının yüksek oluşu aslında başta geliştirilen teknolojilerle birlikte tükettikleri enerji miktarına bağlıdır. Ancak günümüzde sadece gelişmiş değil, gelişmekte olan ülkelerde de (BIRC ülkeleri, Çin, Malezya, Tayland, G.Kore) yaşam standartları yükselmektedir. Kişi başı plastik kullanımı, elektrikli ev aletleri, elektronik ürünler, hava yollarının kullanımı ve daha

pek çok modern tüketim alışkanlıkları bir daha geri dönülemeyecek şekilde yaygınlaşmış ve artmıştır. Dolayısıyla ekonomik büyüme ve yaşam standardı artışı beraberinde enerji tüketiminde artışı getirecektir (Tümertekin, Özgüç, 1999: 304).

Ekonomik faaliyetlerin enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar genellikle nedenselliğin enerjiden ekonomik büyümeye doğru olduğunu göstermektedir. Ancak modelde kullanılan değişkenlerin özellikleri, kullanılan modelin kendisi ve ülkelerin farklı yapısal özellikleri nedeniyle bazı sonuçlar ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin varlığına işaret etmiştir. Dolayısıyla bu konuda literatürde henüz tam bir fikir birliği sağlanamamıştır. (Ulusoy, 2006: 147–148).

Stern (1993) enerji girdisini, emek ve sermayeden oluşan üretim fonksiyonuna eklemiş, çıktıyı, emek, sermaye ve enerji ile açıklayıp bu değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi tespit ettikten sonra nedensellik ilişkisini incelemiştir. Enerjinin diğer girdilerle olan ikame etkisi göz ardı edildiği için iki değişkenli modellerde nedensellik ilişkisinin, sağlıklı olmadığını iddia etmiştir. 1947–1990 yılları arasında ABD için yaptığı çalışmasında; toplam enerji tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik bulamamıştır ancak yakıt kompozisyonu değiştirilerek elde edilen nihai yakıt tüketimi ile GSYİH arasında; enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü bir nedensellik bulmuştur (Stern, 1993: 137–150). Glassure ve Lee (1997) Güney Kore ve Singapur için enerji tüketimi ve GSMH arasındaki nedensellik ilişkisini, es bütünleşme ve hata düzeltme modeli ile incelemişler ve her iki ülke içinde enerji tüketimi ve GSMH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiş fakat bu sonuçlar Granger nedensellik testi ile desteklenememiştir. Bilgili (2006), 1954-2003 yılları arası için sanayi sektörü ve konut sektörlerindeki elektrik enerjisi tüketimini incelemiş, seçilen açıklayıcı değişkenlerle (GDP, kişi başı elektrik üretimi, enerji fiyatları) kısa ve uzun dönemde ilişki içinde olup olmadığı irdelenmiştir. Buna göre açıklayıcı değişkenlerden sadece elektrik üretiminin uzun vadede elektrik tüketimi ile ilişkili olduğu sonucuna varmıştır (Bilgili, 2006: 10).

Stern (2000) ABD'nin 1948–1994 yılları için enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki ilişkisini incelemiş ve enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü bir nedensellik bulmuştur (Stern, 2000: 267–283). Shiu ve Lam (2004) 1971–2000 yılları

arasında Çin için yaptıkları çalışmalarında elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü bir nedensellik bulmuşlardır (Shiu and Lam, 2004: 47–54).

Altınay ve Karagöl (2005) Türkiye'de GSYİH ve elektrik tüketimi ilişkisini 1950–2000 yılları için incelenmişler ve elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulmuşlardır (Altınay ve Karagöl, 2005: 849–856). Rufael (2006) 17 Afrika ülkesinin, 1971–2001 yılları için elektrik tüketimi ve GSYİH ilişkisini sınır testi yaklaşımı ile incelemiş ve 9 ülkede Eşbütünleşme ilişkisi, 12 ülkede ise Granger nedensellik ilişkisi ortaya çıkarmıştır. Bunlardan 6 tanesinde GSYİH dan elektrik tüketimine, 3 tanesinde elektrik tüketiminden GSYİH'ye nedensellik bulunurken, 3 ülkede de iki yönlü nedensellik bulmuştur (Ruafel, 2005: 891-903). Mozumder ve Marathe (2007) Bangladeş için 1971–1999 yıllarını kapsayan çalışmalarında, kişi başı GSYİH ile kişi başı elektrik tüketimi ilişkisini incelemişler ve GSYİH'den elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır (Mozumder and Marathe, 2007: 395–402). Stephan Brown ve Mine Yücel, petrol fiyatları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ABD için incelemiş ve 1980 yılındaki son petrol şokundan itibaren petrol fiyat artışlarının ABD ekonomisi üzerindeki olumsuz etkilerinin girek azaldığı kanaatine varmışlardır. Söz konusu etkileşim kanalları içinde en çok arz yanlı etki ve uyarılma maliyetleri (adjustment cost) kanalları etkili olmaktadır. Ayrıca yazarlara göre fiyat artışlarının olumsuz etkisi, fiyat düşüşlerinin olumlu etkisinden daha fazladır. (Brown, Yücel, 2002: 20-21).

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi anlamak enerji politikalarının belirlenmesinde önemlidir, çünkü politika kararlarında bu iki değişken arasındaki ilişkinin kuvveti ve yönü önemli bir göstergedir. Örneğin enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ki ilişki daha kuvvetli olan bir ekonomiden bu ilişkinin daha zayıf olduğu ekonomiye göre, enerji koruma politikalarının (enerji tasarrufu, enerji vergileri ve fiyatlandırma gibi) etkileri daha şiddetli olacak ve ekonomik büyüme daha çok etkilenecektir (Aytaç, 2010: 483).

Bilindiği gibi Türkiye enerji kaynakları bakımından zengin değildir. Hızlı büyüme ihtiyacı ve teknolojik yetersizlikler nedeniyle enerji yoğun büyümeye dayalı bir yapı arz etmektedir. Enerji ihtiyacının çoğunu ise ithalatla karşılamaktadır. Dolayısıyla arz cephesinde kısıtlı olanakları ve talep tarafında ise planlama gereksinimi ile karşı karşıyadır. Yine Türkiye ekonomisi için yapılan enerji tüketimi - ekonomik büyüme



ilişkisi nedensellik analizlerinde, bu iki değişken arasında güçlü bir ilişkinin varlığına işaret edilmiştir. LMDI yöntemine dayalı olarak yapılan ayrıştırma analizinde Türkiye ekonomisi için enerji tüketimindeki değişimin en çok çıktı etkisinden etkilendiği görülmüştür. 1980 öncesi dönemde nispeten düşük seviyede seyreden değer, 1980 sonrasında ihracata dayalı büyüme politikalarının uygulanmasına bağlı olarak üretim ve ihracatın artmasıyla enerji tüketimindeki büyüme de artmış ve çıktı etkisi artmıştır. Kriz yıllarında ise çıktı etkisi, üretimdeki düşmeye bağlı olarak negatif değerler almış krizin etkilerinin geçip, üretimin normale dönmesiyle çıktı etkisi tekrar pozitif değerlere geçmiştir. Dolayısıyla sadece Türkiye ekonomisi için değil, diğer tüm gelişmekte olan ülke ekonomileri için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında gelişmiş ülkelere göre daha güçlü bir ilişki olduğu görülür. Bu kapsamda uygulanacak enerji politikalarında söz konusu yapının dikkate alınması daha sağlıklı politikaların oluşturulmasında yardımcı olacaktır.

#### **4.2.3.3. Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma**

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki kuvvetli ilişkili ile beraber enerji tüketiminin çevresel etkileri de dikkate alınmalıdır. Ekonomik büyüme amacı özellikle gelişmekte olan ülkeler için nihai hedeftir, çünkü büyüme, iktisadi refahı sürekli arttırabilmenin tek yoludur (Parasız, 1991: 3–4). Ancak ekonomik büyüme kavramı, ülkeler arasındaki refah farklılıklarını açıklamak da yetersiz kalınca ekonomik kalkınma kavramı ortaya atılmıştır. Ekonomik kalkınma, ekonomik büyümeyi de içine alacak şekilde ekonomik varlığın yapısı ile olumlu yönde gelişmesidir. Yani bir ülkenin kalkınması, milli gelirdeki artışın yanında ekonomik yapıda, sanayi ve hizmetler sektörü lehine gelişmeleri, sosyal ve kültürel alanlardaki olumlu yöndeki gelişmeleri anlatır. Örneğin yaşam kalitesindeki artışı, mal ve hizmet kalitesindeki artışı, eğitim, sağlık, güvenlik, çevre gibi konulardaki olumlu yönde gelişmeleri, kişi başı sermaye miktarındaki artışı, ülkedeki siyasi iklimin istikrarlı olmasını ifade eder (Byrns and Stone, 1993: 399–409,410).

Ancak dünya nüfusunun artışına paralel olarak sanayileşmenin getirdiği kirlilik, yaşanan çevre problemleri ve doğal kaynakların hızla tükenmesi dikkatleri sürdürülebilir kalkınma kavramına çevirmiştir. Sürdürülebilir kalkınma bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme imkânından

yoksun bırakmaksızın karşılamak, buna göre bugünün ve geleceğin kalkınmasını programlamaktır (Sahah, <http://www.globalissues.org>). Fakat enerji talebi böylesine hızlı artarken, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyüme ihtiyaçları ortadayken, enerji tüketimi ve sürdürülebilir kalınma arasındaki denge nasıl sağlanacaktır. Mevcut enerji talepleri, gelecek kuşaklar üzerine fazla yüklenilmeden nasıl karşılanacaktır.

Enerji tüketiminin sürdürülebilirliği değerlendirilirken, konu ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç açıdan değerlendirilir. Ekonomik açıdan, doğrudan maliyet tasarrufu, arz çeşitliliği ve emniyeti, ödemeler dengesi ve fiyat istikrarı üzerinde durulur. Söz konusu enerji kaynağı öncelikle kullanıcılara maliyet tasarrufu sağlamalıdır. Enerji arz kaynaklarının belirli bölgelerde toplanması hem kartel tipi oluşumlara yol açmakta hem de enerji arz emniyetini tehlikeye atmaktadır. Dolayısıyla arz kaynaklarının çeşitli olması önemlidir. Eğer söz konusu ülkenin (Türkiye gibi), enerjide dışa bağımlılığı yüksekse meydana gelebilecek arz kesintisinin ekonomik ve sosyal sonuçları ağır olacaktır. Enerji kaynağı özellikle gelişmekte olan ülkelerin döviz ihtiyaçları göz önüne alındığında, ödemeler dengesini mümkün olduğu kadar bozucu etkilememesi gerekir. Dolayısıyla burada yerli enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır. Son olarak fiyat istikrarı da sürdürülebilir kalkınma açısından önemlidir, çünkü enerji fiyatlarında yaşanan dalgalanmalar nihai tüketime önemli oranda yansımakta bu da makroekonomik dengesizliklere neden olmaktadır. Çevresel açıdan ise kaynağın kullanılabilirliği, çevresel etkileri ve arzın uzun ömürlü olup olmadığı önemlidir. Buna göre söz konusu enerji kaynağı miktar bakımından çok ve dağılım açısından geniş olmalı, uzun ömürlü olmalı, çevre kirliliğine (sera gazları, asit yağmurları gibi) yol açmamalı, çevreye en az zarar veren enerji kaynakları geliştirilip kullanılmalıdır (TAEK, Nükleer Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma: <http://www.taek.gov.tr>). Burada önemli olan enerji arzının sürdürülebilirliği değil, gelecek kuşakların da ihtiyaçlarını karşılayabileceği maddi çevrenin sağlanması ve devam ettirilmesidir. Enerji üretiminde, enerji arzının aşırıya gidilmeden sadece insan ihtiyaçlarına yetecek kadar olmasına dikkat edilmeli, enerji verimliliği ve tasarrufuna önem verilmeli ve enerji kaynaklarının taşıdığı tehlikelere karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Sosyal açıdan ise konu teknik altyapı ve istihdam ve sosyal kaygılar açısından değerlendirilir. Enerji kaynağının kullanımını noktasında teknik alt yapı yeteri kadar gelişmiş olmalı, istihdam yaratmalı,

patlama, sızıntı gibi nedenlerden kaynaklanabilecek sosyal kaygıları mümkün olduğu kadar en aza indirmelidir (Uğurlu, 2006: 32).

Bu kapsamda uluslararası toplum bazı önlemler almıştır. Bunlardan bazıları 1972 BM Stokholm insan ve çevre konferansı bildirgesi, 1974 OECD enerji ve çevreye ilişkin tavsiye kararı, 1975 AGİK Helsinki nihai senedi, 1987 BM dünya çevre ve kalkınma komisyonu Brundtland raporu, 1989 Atmosferik kirlilik ve iklim değişikliği Nordwijk bildirgesi, 1990 BM Bergen bildirgesi, 1991 OECD çevre bakanları bildirgesi, 1992 Rio bildirgesi-Gündem 21, Brezilyada toplanan 1992 BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (The Earth Summit) 1993 Lüzern Bakanlar Bildirgesi, 1995 Sofya bildirgesi, 1998 Arhus bildirgesidir (UN, 1992: <http://www.un.org/>).

Tüm bu bildirimlerde ortak amaç enerji üretim, iletim ve tüketiminde verimliliğin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına daha çok önem verilmesi, çevre ile dost teknolojilerin geliştirilmesi, çevre ile uyumlu ulaştırma türlerinin geliştirilmesidir. Özellikle Rio konferansında kabul edilen temel sonuç bildirgelerinden Gündem 21 önemli bir kilometre taşıdır. Gündem 21’de enerjinin her açıdan gerekli olduğu, ancak mevcut teknolojinin geliştirilememesi ve arzın yeterince artmaması durumunda tüketimin *sürdürülemez* nitelikte olduğu belirtilmiş, küresel ısınmaya yol açan sera gazlarının kontrol edilmesinde yenilenebilir enerjinin daha çok kullanılmasını ve enerji üretiminin, iletiminin, dağıtımının daha verimli yapılması gerektiği belirtilmiştir. Bildirgeye göre daha ucuz, çevre kirliliğine yol açmayan ve etkin enerji kaynakları ve sistemlerine önem verilmeli, enerji üretim, iletim, dağıtım ve kullanımını daha etkin ve güvenilir hale getirmeli, yenilenebilir enerji kaynakları teşvik edilmeli ve enerji yatırımları arttırılmalıdır (UN-Agenda 21: <http://www.un.org/>). Diğer önemli bir zirve 2002 yılında Johannesburg’da toplanan Dünya Sürdürülebilir Gelişme Zirvesi’dir. Zirvedeki benzer şekilde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun olarak enerjinin düşük maliyetli ve güvenilir şekilde sağlanması, enerji verimliliğine ve tasarrufuna önem verilmesi, yenilenebilir enerji kullanımının arttırılması, temiz çevre için uluslararası işbirliğinin sağlanması ve enerji politikalarının bu hedefleri destekleyecek şekilde belirlenmesi kararlaştırılmıştır (UN, 2002, [www.johannesburgsummit.org](http://www.johannesburgsummit.org)).

Sonuç olarak hızlı nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak artan refah düzeyi ortada iken enerji tüketiminin de artması kaçınılmazdır. Günümüzde enerji tüketimi büyük oranda fosil tabanlı yakıtlara

dayanmaktadır ve bu kaynaklarında ömürleri sınırlıdır. Ayrıca petrol ve doğal gaz fiyatları yüksektir. Mevcut haliyle enerji tüketiminde fosil tabanlı yakıtlara dayalı politikaların uzun vadede sürdürülmesi mümkün değildir. Diğer yandan bu tüketime bağlı olarak sera gazı salınımından kaynaklanan küresel ısınma etkilerini her geçen gün daha fazla hissettirmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir, ekonomik ve sosyal gelişmeyi olumsuz etkilemeyen, çevre kirliliğine yol açmayan enerji üretim ve tüketimi gerçekleştirilmelidir (Akpınar, Kömürcü ve Filiz, 2008: 13).

Sürdürülebilir kalkınmanın gerekliliklerinin yerine getirilmesinde temiz enerji kullanımı, üretim ve tüketimde verimlilikle beraber, ekonominin yapısal dönüşümü de önemlidir. Genel ekonomi için enerji tüketiminin, LMDI yöntemine dayalı analizinde de görüldüğü gibi yapısal etki, enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etki yapmıştır. Günümüzdeki olması gereken eğilim, bilgi toplumuna geçiştir. Günümüzde bilgi, ekonomilerin en önemli hammaddesi ve girdisi olmuş ve üretim sürecinde diğer üretim faktörlerine göre ön plana çıkmıştır. Bilgi toplumunda artık bilişim teknolojilerine dayalı üretime geçilmiş, fabrikalar yerini bilişim teknolojisine dayalı iletişim ağ sistemlerine bırakmıştır. Sanayi toplumunda maddi ürünler ön plandayken, bilgi toplumunda artık bilgi üretimi öne çıkmıştır. Dolayısıyla ağır sanayi ikinci planda kalmıştır (Canaktan, <http://www.canaktan.org>). Bu da beraberinde milli gelir içinde sermaye yoğun sektörlerin payının azalması, daha az sermaye yoğun sektörlerin payının artmasını beraberinde getirmiştir. Böyle bir ekonomik yapı içinde aynı miktarda ekonomik çıktıyı üretmek için daha az enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Çoğu Avrupa ekonomisinde, ağır sanayi ağırlıklı ekonomiden, üçüncül ve ICT ağırlıklı ekonomilere kayma gerçekleşmiş ya da gerçekleşmektedir. Dolayısıyla genel ekonomi içinde, yapısal etkinin pozitif çıkması, bu dönüşümün yeterince yapılamadığını göstermektedir.

Bu noktada Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin önünde bazı engeller vardır. Önümüzdeki dönemlerde enerji tüketimindeki artışın 2/3'sinin Türkiye'nin de aralarında bulunduğu gelişmekte olan ülkelere kaynaklanacaktır ve bu ülkeler, bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı, yüksek katma değer ve teknoloji gerektiren sektörler yerine ağırlıklı olarak fosil tabanlı yakıtlara dayanan, enerji yoğun üretim tekniklerini ağırlıklı olarak kullanmaktadırlar. Ayrıca uluslararası politikada devletlerin çıkar çatışmaları veya çıkar ortaklıkları, ekonomik büyüme ihtiyacı, gerekli yatırımın ve

teşviklerin finansman sıkıntısı, fosil tabanlı yakıtların yüksek fiyatları ve teknolojik yetersizlikler söz konusudur.

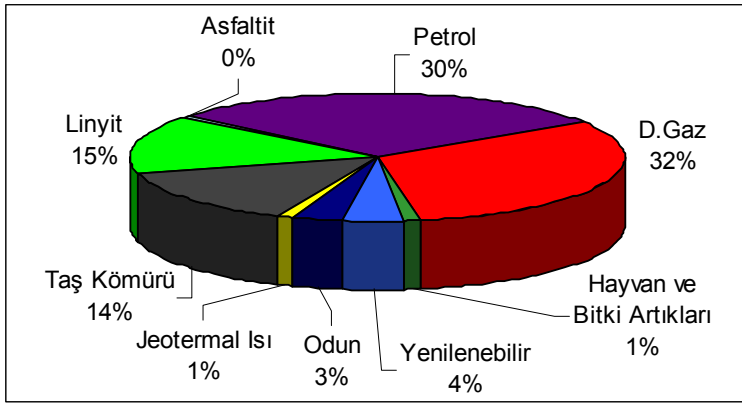
Bu politikaların uygulanması için ülkeler kaynak bulmak zorundadır. Yapılacak yatırımlar sadece sıfırdan yatırım değil, vergi indirimleri, sübvansiyonlar şeklinde de olabilir. Ancak bu ülkelerde zaten sermaye kıttır. Kıt olan bu kaynağın ekonomik büyüme, istihdam yaratma, toplumun temel ihtiyaçları gibi alanlardan kaydırılması zordur. Eğer bu imkânsızlıkların üstesinden gelemeyenler ise uzun vadede bir kısır döngüye gireceklerdir. Bu bir kirlilik-fakirlik kısır döngüsüdür. Buna göre gelişmekte olan ülkelerde enerji yoğun karakterdeki konvansiyonel üretim arttıkça çevresel maliyetler artacak bu da üretimi olumsuz etkileyecektir. Üretimin olumsuz etkilenmesi milli geliri düşürecek, bu sefer fakirleşmeden kurtulmak için yeniden söz konusu üretim tekniklerine başvurulacak ve kısır döngü devam edecektir (Toprak, 2006: 150)

Teknolojik yetersizlikler enerji tüketimindeki dönüşümü parasal yönden etkilemektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin artması, öncelikle bu kaynakların tüketici tarafından kabul görmesine ve nispi maliyetlerine bağlıdır. Günümüz koşullarında yenilenebilir enerjide birim maliyetler, fosil tabanlı yakıtlara göre çok fazla cazip değildir. Ayrıca kullanım alanları fosil yakıtları kadar yaygın değildir. İşte bu konudaki iyileştirmeler geliştirilecek yeni teknolojilerin maliyetlerin düşürmesine bağlıdır. Sürdürülebilir enerji, enerji üretiminin yüksek verimle ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesini, geleneksel yakıtların yerine, çevre dostu kaynakların kullanılmasını, üretimde ağır sanayi yerine, bilgi iletişim teknolojileri gibi yüksek katma değerli, düşük enerji yoğunluklu sektörlerin büyümesini gerektirir. Teknoloji geliştikçe daha kaliteli malzemeler sayesinde, maliyetler düşecek, hidrojen gibi kullanımı henüz mümkün olmayan yeni enerji kaynakları günlük hayata girecek ve yenilenebilir enerjinin kullanımı yaygınlaşacaktır. Böylece hedeflenen kullanım, gelişmiş ülkelere göre gelişmekte olan ülkelere doğru kayacak ve sürdürülebilir kalkınma yolunda önemli kazanımlar elde edilecektir (Tietenberg, 2003: 177-178).

#### **4.2.3.4. Enerjide Dışa Bağımlılık ve Etkileri**

Türkiye ekonomisinin enerji tüketiminde diğer önemli bir sorun dış kaynaklara olan bağımlılıktır. 2010 yılı itibariyle Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 104.416 Btep'dir.

Şekil 4.27 Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kaynakların Payları (2009, %)



Kaynak: ETKB Enerji Dengesi Tabloları 1970-2010

Bu tüketimin dağılımına bakıldığında şekil 4.25’de görüldüğü gibi doğal gazın payı %31,4, petrolün payı %29,3 ve taş kömürünün payı %14,2 dir. Söz konusu kaynakların toplam içindeki payı %75’tir ve bu kaynaklarda Türkiye dışa bağımlıdır. Yani enerji tüketiminde Türkiye’nin kendi kendine yeterli değildir. Örneğin A.B.D. tükettiği birincil enerjinin %77’sini kendi üretmektedir. Enerji tüketiminde var olan bu yüksek dışa bağımlılığın bazı olumsuz sonuçları söz konusudur. Öncelikle birincil enerji tüketiminde ilk sırayı alan doğal gaza bakılırsa, bu kaynak neredeyse tamamen yurt dışından ithal edilmektedir.

Tablo 4.5. Türkiye’nin İmzaladığı D.Gaz Anlaşmaları

Mevcut Anlaşmalar	Miktar (Milyar m <sup>3</sup> /yıl)	İmzalanma Tarihi	Süre (Yıl)	Durumu
Rus.Fed. (Batı)	6	14-02-86	25	Devrede
Cezayir (LNG)	4	14-04-88	20	Devrede
Nijerya (LNG)	1.2	09-11-95	22	Devrede
İran	10	08-08-96	25	Devrede
Rus. Fed. (Karadeniz)	16	15-12-97	25	Devrede
Rus. Fed. (Batı)	8	18-02-98	23	Devrede
Türkmenistan	16	21-05-99	30	-
Azerbaycan	6.6	12-03-01	15	Devrede

Kaynak: BOTAŞ-Gaz Alım Anlaşmaları, <http://www.botas.gov.tr/index.asp>

Türkiye’de doğal gaz ithalatını BOTAŞ yapmaktadır ve tablo 4.5’te BOTAŞ’ın yaptığı doğal gaz alım anlaşmaları görülmektedir. Buna göre yapılacak ithalatın %44’ü Rusya’dan, %15’i İran’dandır. Görüldüğü gibi bu iki ülkenin payı neredeyse %60’a varmaktadır. Doğal gaz ithalatında tek bir ülkeye yüksek oranda bağımlı olunmasının sakıncası 2009 yılı başında Rusya ile Ukrayna arasında fiyat anlaşmazlığından doğan

doğal gaz kesintisi ile yaşanmıştır. Anlaşmazlık sonucu Rusya'nın doğal gaz akışını kesmesiyle, Ukrayna üzerinden doğal gaz satın alan pek çok Avrupa ülkesinde gaz sıkıntısı yaşanmıştır.

Enerji kaynaklarında dışa bağımlı olmanın diğer bir sakıncası dünya piyasalarında enerji fiyatlarında yaşanan dalgalanmalardan daha çok etkilenilmesidir. Kendi kendine yeterlilik oranı yüksek olan ülkelerde yerli üretim söz konusu dalgalanmalardan fazla etkilenmeyeceği için, üretim ve tüketim açısından fazla bir sıkıntı yaşanmayacaktır. Diğer yandan ekonomide enerji tüketimi artmasa bile artan fiyatlar nedeniyle artık daha fazla para ödenecektir. Nitekim ödemeler dengesi istatistiklerine bakıldığında 1990 yılından günümüze, fosil tabanlı yakıtlar için ithalat miktar olarak yaklaşık %40 artarken, yapılan bu ithalat için ödenen parasal tutar %800 artmıştır. Yani büyük bir dengesizlik söz konusudur. Enerji tüketiminde dışa bağımlılığın yarattığı dengesizlik enerji planlarında da kendini göstermiş, bu güne kadar üç temel kaynak (hidrolik, d.gaz, kömür) üzerine inşa edilmiş tüketim kalıbının yerine alternatif kaynaklara önem veren, yerli enerji kaynaklarından daha çok faydalanmayı amaçlayan, nükleer enerjiyi üretim kompozisyonuna dahil etmeyi hedefleyen anlayışa bırakmıştır. Böylelikle hem dış bağımlılığın hem de enerji ithalat faturasının düşmesi beklenmektedir. Bu amaçlara ulaşmak için enerji arzında kaynak, teknoloji ve alt yapı çeşitlendirmesi yapılacak, yurt içi petrol ve doğal gaz arama faaliyetleri arttırılacaktır (ETKB-Stratejik Plan 2011-2014, 2010: 22–23).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın raporuna göre Türkiye'nin enerji konusunda dışa bağımlılığının azaltılması için, öncelikle doğru politikaların, uzun vadeli enerji stratejilerinin saptanması ve bu stratejilerde bilimsel hesaplamalara dayanan, bilinçli, kararlı; ekonomi, çevre ve dış politika gibi sahaların çıkarlarını gözetilen bir yöntemin takip edilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır. (Güner, Albostan, 2007: 48).

#### **4.2.4. Alternatif Enerji Politikası Önerileri**

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı dokuzuncu kalkınma planında, Türkiye'nin enerji politikasının temel amacının, iktisadi kalkınma ve büyümenin, sosyal gelişmenin gerek duyduğu enerjiyi rekabetçi serbest piyasa ortamında, sürekli, kaliteli, düşük maliyetle ve çevresel etkileri de göz önünde bulundurarak sağlanması olduğu belirtilmiştir (DPT-9. Kalkınma Planı, 2009: 113). Ancak Türkiye'nin enerji tüketim

yapısı ile bu tanımlama arasında bazı çelişkiler söz konusudur. Enerjinin asgari maliyetle ve çevresel etkilerin de göz önünde bulundurularak sağlanması bakanlığın amaçları arasındadır. Fakat Türkiye'nin enerji tüketimi büyük ölçüde fosil tabanlı yakıtlara (petrol doğal gaz) dayanmaktadır ve bu kaynaklarda da dışa bağımlılık söz konusudur. Petrol ve doğal gaz kullanımı küresel ısınmaya yol açan sera gazı salınımının en büyük nedenidir. Ayrıca bu enerji kaynakların fiyatları uluslar arası piyasalarda oldukça dalgalanma göstermektedir ve 2008 küresel finansal krizle beraber petrol fiyatları hiç olmadığı kadar yükselmiştir. Dolayısıyla Türkiye ekonomisinin enerji tüketim yapısı, bu tanımlamada belirtilen enerjinin asgari maliyetle ve çevresel etkilerin göz önünde bulundurularak sağlanması prensipleriyle çelişmektedir.

Enerji, sosyal, ekonomik, politik ve askeri yönleri olan çok boyutlu stratejik bir olgudur. Böylesine önemli bir konuda belirlenecek politikaların, geleneksel şekilde sadece enerji arzının artırılmasına dönük bir anlayış içinde, ülkenin kendine özgü koşulları ve yerli potansiyeli dikkate alınmadan değerlendirilmesi yeterli olmayacaktır. Türkiye ekonomisi genç dinamik nüfusu, gelişmeye açık sektörleri ile önemli büyüme potansiyeli olan bir ülkedir. Böylesine dinamik bir ekonominin büyüme ihtiyacı da yüksek olacaktır. İşte bu ihtiyaca göre belirlenecek enerji politikaları, ekonomik, sosyal, teknolojik ve çevresel unsurları dengeleyecek, optimize edecek şekilde, uzun dönemli ve kararlı olmalı, iktidardaki hükümetlere bağlı olarak değişmemeli, yerli enerji potansiyeline önem vermeli ve bu sayede dışa bağımlılığı azaltmalı, enerji tasarrufunu ve enerji verimliliği açısından teknoloji ve ar-ge faaliyetlerini desteklemeli, temiz ve çevre ile dost enerji teknolojileri geliştirilmelidir (Güner, Albostan, 2007: 47).

#### **4.2.4.1.Enerji Tasarrufu**

##### **4.2.4.1.1.Enerji Tasarrufu Nedir**

Sürdürülebilir kalkınma olgusu, Türkiye ekonomisinin enerjide dışa bağımlılığı, petrol ve doğal gaz gibi fosil tabanlı yakıtların yüksek fiyatları, hızla tükenen doğal kaynaklar, yurt içi enerji üretiminin talebi karşılamaktan uzak olması gibi nedenlerle enerji tasarrufunun, alternatif enerji politikalarında mutlaka dikkate alınması gerekir. Enerji tasarrufu, üretimde, konforda ve iş gücünde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli kullanmak, israf etmemektir. Aynı işi daha az enerji kullanarak yapmaktır (EİEİ-Enerji Tasarrufu Nedir, <http://www.eie.gov.tr>). Diğer bir tanımda enerji



atıklarının değerlendirilmesi ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden enerji ihtiyacının en aza indirilmesi şeklinde belirtilmiştir (Kavak, 2005: 8). Özellikle 1973 petrol krizinden sonra önem kazanmaya başlayan enerji tasarruf politikaları kapsamında dünya ülkeleri öncelikle milli enerji politikalarını enerji tasarrufuna daha önem verecek şekilde revize etmiş, daha verimli yanma teknolojileri için ar-ge harcamalarını arttırmış, yapılarda ısı yalıtım denetimleri ve kuralları revize edilmiş ve eğitim yoluyla toplumsal bilinçlendirme arttırılmıştır (Dağsöz, Ulusal Enerji Tasarruf Politikası 2011: 2–3).

Enerji tasarrufu aynı zamanda bireylerin davranış biçimlerinin ve yaşam tarzlarının da bir sonucudur. Bu kapsamda enerji tasarrufu, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekildedir. İlki daha verimli enerji uygulamalarını kullanmak, günlük hayatta kullandığımız araç ve gereçleri, günlük alışkanlık ve davranışları enerji verimliliğini arttıracak şekilde değiştirmek, çeşitli nihai kullanım teknoloji stoklarını sınırlandırmak gibi maliyet düşürücü somut tedbirleri içerir. Dolaylı tasarruf ise insanları, her türlü eşyanın (kılık-kıyafet, ayakkabı, mobilya gibi) uzun süre kullanımına teşvik ederek yenilerinin üretim hızını düşürmeyi, şehir planlamasında yerleşim ve iş yerlerini enerji sarfiyatını minimize edecek şekilde konumlandırmayı, parasal ekonomi içinde yoğun hammadde tüketiminin olmadığı faaliyetlere (turizm, dil eğitimi, eğlence gibi) geçiş yapmayı, yani hizmetler sektörüne önem vermeyi içerir (Norgard, 2001: 271).

#### **4.2.4.1.2. Enerji Tasarrufu Önlemleri**

Türkiye’de de enerji tasarrufu ile ilgili olarak çeşitli standart ve yönetmelikler getirilmiştir. Yapılan ilk planlı enerji tasarrufu çalışmaları, 1981 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nce başlatılmıştır. Bu kapsamda kurum 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile sanayi, ulaşım ve enerji sektörleri ile binalarda enerjinin verimli kullanılmasına yönelik çalışmalarda yeni görevler üstlenmiştir (UETM, <http://www.eie.gov.tr>).

Enerji tasarrufu faaliyetlerinin, yurt çapında daha etkili ve kapsamlı olarak yürütülebilmesi için 1992 yılı sonunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından, EİE bünyesinde Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) oluşturulmuştur. Bu kapsamda kurumun görevleri tüm enerji kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik

ölçümler yapmak, fizibilite projeleri hazırlamak; araştırma kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları ile işbirliği yaparak pilot sistemler geliştirmek, tanıtım ve danışmanlık faaliyetleri yürütmektir. İkinci olarak EİE, eğitim hizmetleri vermekte, üniversiteleri, meslek odalarını ve tüzel kişileri, aynı hizmetleri verebilmeleri için yetkilendirmekte ve denetlemekte, enerji verimliliği koordinasyon kurulu tarafından onaylanan enerji verimliliği uygulama projelerini ve ar-ge projelerini izlemekte ve denetlemektedir. Üçüncü olarak söz konusu alanda dünyadaki gelişmeleri izlemekte, ülkenin ihtiyaç ve şartlarına da uygun olarak ar-ge hedef ve öncelikleri belirlemektedir. Son olarak kurum, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesine ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik projeksiyonlar geliştirmekte, enerji verimliliği ile ilgili olarak kamu özel sektör ve sivil toplum örgütleri arasında işbirliğinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (UETM, <http://www.eie.gov.tr>).

Enerji tasarrufunda amaç hedeflenen amaca daha az enerji tüketerek ulaşmaktır. Kullanılan enerjiyi, mümkün olan en düşük miktarda tutarak en yüksek faydayı sağlamaktır. Bu konuda TSE tarafından Mayıs 2008’de yayımlanan Bina Isı Yalıtım kurallarında, binalarda net ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama kuralları ve binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisi değerleri belirlenmiştir. Bu kapsamda ısı kaybı değerlerinin belli bir miktarın altında tutulması, ısıtmada kullanılan enerji miktarının sınırlandırılması, ideal enerji performansını belirleyecek bina tasarımı, mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlenmesi ve bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacının milli seviyede tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Yönetmeliğin uygulanması için, yapı ruhsatı alımında yönetmeliğin uygulanması şartı konmuştur, ancak Türkiye’de ruhsatsız bina yaygın olduğu için uygulamada yönetmelik pek etkili olamamaktadır. (TSE, 2008: 3-4).

Enerji tasarrufu çalışmalarında enerji tasarrufu bilinci yaygınlaştırılmalı, gereken eğitimler verilmeli, bedava teknik bilgi ve denetim hizmeti sağlanmalı, fiyatlandırma politikası tasarrufu teşvik edecek şekilde olmalıdır. Örneğin fiyatları sadece üretim ve ithal maliyeti değil, aynı zamanda mala ve çevreye olan negatif dışsallıkları da içerecek şekilde belirlenmelidir. Böylelikle hem enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde yarattığı etki maliyetlendirilecek, hem de enerji tasarrufu teşvik edilecektir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı CED ve Planlama Genel Müdürlüğü, 2004: 185).

Bireysel olarak ilgili kuruluşların ısı yalıtımı ile ilgili yayımladığı standartlara uyulmalı, günlük hayatta hususi araç yerine toplu taşıma tercih edilmeli, konut ve sokak aydınlatmalarında tasarruflu ampuller tercih edilmeli, ısı sistemlerinde otomatik termostatlı olanlar seçilmeli, elektronik eşyalarda verimliliği yüksek (A sınıfı) olanlar tercih edilmeli, aletlerin koruyucu bakımları yapılmalı, evlerde çatı, duvar ve pencere vb. yerler için izolasyon yapılmalı, evlerde güneş alan yerler için gölgeleme yapılmalı, konutlarda ve iş yerlerinde gereksiz yere enerji kullanmamalı, ilgili doküman ve yayımları takip ederek birey hem kendini eğitmeli hem de etrafındakileri bilinçlendirmelidir (EPA, 1997: www.epa.gov ).

Enerji tasarrufu sanayi sektörü için ayrıca önemlidir, çünkü sanayi sektörü birincil enerji tüketiminde %34, elektrik tüketiminde %44, toplam katı yakıt ve doğal gaz tüketiminde %43 paya sahiptir. Sektör için enerji önemli bir girdidir ve bu girdide sağlanacak avantajlar rekabet gücünü etkileyecektir. Son yıllarda özellikle ham petrol olmak üzere enerji fiyatlarındaki (ham petrol, d.gaz ve kömür) artış yüksektir ve sektörde dış kaynak bağımlılığı yaklaşık %50'dir. İşte yapacağı enerji tasarrufu ile sanayici, enerji maliyetlerini düşürecek, rekabet gücünü arttıracaktır. (Özgür, Heperkan, 1995: 661–663). Bu amaçla sanayi üretiminde yüksek verimli motorlar kullanılmalı basınçlı hava sistemlerindeki (kompresörler, kurutucular gibi) hava kaçakları önlenmeli, ısı geri kazanım sistemleri ile ısı kullanıldıktan sonra atmosfere salınmak yerine tekrar kullanılmalı, yakıt karşılaştırması yapılarak alternatif yakıt tiplerini fiyat ve kullanıma uygunluğa göre değerlendirilmeli, kazanlarda verim arttırılmalı, ısı yalıtımı iyi yapılmalıdır. Elektrik tüketiminde ise aydınlatma, alet ve ekipmanların çalıştırılmasında tasarruf söz konusudur. İşyeri aydınlatması ihtiyaçlara göre doğru tespit edilmeli, elektrik motorlarının bakımı düzenli yapılmalı ve optimum tasarım değerlerinde çalıştırılmalıdır. Son olarak enerji tasarrufunda fiyatlandırma da etkili bir teşvik aracıdır. Burada gerek konutlarda gerekse sanayi kuruluşlarında olsun devlet, kademeli fiyat tarifelerini tasarruf ihtiyacına da cevap verecek şekilde kullanabilir (Özgür, Heperkan, 1995: 663).

Yapılan çalışmalar Türkiye ekonomisi için önemli bir enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu ortaya koymuştur. Tasarruf önlemlerinin yeteri kadar uygulanmasıyla 2020 yılında ulaşılması beklenen 222 Mtep'lik birincil enerji tüketiminin %15 altında gerçekleşebileceği tahmin edilmektedir. Böylelikle enerjide dış bağımlılık azalacak,

enerji maliyetleri düşecek, sanayicinin rekabet gücü artacaktır (MMO-Enerji Verimliliği Oda Raporu, 2008: 18).

#### **4.2.4.2. Enerji Girdi Kompozisyonundaki Değişmeler ve Enerjinin Kalitesi**

Enerjinin kalitesi çeşitli yakıt türlerinin ısı eşdeğer birimlerinin göreceli ekonomik faydasıdır ve marjinal ürün ile ölçülür. Marjinal ürün kullanılan enerji bir birim arttırıldığında üretilen ürün miktarında meydana gelen artıştır. Burada bazı yakıt türleri çok çeşitli ve yüksek katma değerli alanlarda kullanılabilirken (elektrik gibi) bazı yakıt türlerinin (kömür gibi) kullanım alanları sınırlı, verimliliği ve yarattığı katma değeri düşüktür. Buna göre bir yakıtın marjinal ürünü o yakıtın fiziksel kıtlığına, katma değer yaratma gücüne, enerji yoğunluğuna, temizliğine, depolanabilme kolaylığına, alternatif kullanım alanlarına, güvenilirliğine ve dönüşüm maliyetlerine bağlıdır. Ayrıca o ürünün üretim sürecinde kullanılan hammadde, sermaye ve emek miktarına, bunların niteliğine ve birlikte kullanılan emek miktarına bağlıdır. Dolayısıyla enerjinin kalitesi pek çok faktöre göre değişmektedir. Genel olarak elektriğin en kaliteli enerji olduğu onu sırasıyla doğal gaz, petrol, kömür, biyoyakıtların takip ettiği kabul edilir. Enerji kalitesinin iktisadi değeri hakkında ilk bahseden Schurr ve Netschert'dir. Yazarlar ABD enerji yoğunluğundaki azalmanın sebebini ekonomideki yapısal değişmelerle, düşük kaliteli yakıtlardan yüksek kaliteli yakıtlara dönülmesine bağlamaktadır. Daha yüksek kaliteli yakıtlar kullanıldıkça birim başı çıktı artacaktır. Kauffman (2004) ABD için Enerji/GDP oranı (enerji yoğunluğu), hane halkı enerji harcamaları, enerji tüketimi ve enerji fiyatlarından oluşan bir VAR modeli tahmin etmiştir. Çalışmasında kömür kullanımından petrol kullanımına geçişin enerji yoğunluğunu azalttığını belirtmiştir. Bu dönüşüm enerji yoğunluğunun 1929–1999 döneminde azalmasına katkı yapmış ve aynı iş miktarı için daha az enerji kullanılarak enerji tasarrufu sağlamıştır. (Stern, Cleveland, 2004: 23-24).

#### **4.2.4.3. Enerji Verimliliği**

##### **4.2.4.3.1. Enerji Verimliliğinin Gerekliliği**

Enerji verimliliği, enerji politikasının en önemli hedeflerinden biridir. Bu öneminin artmasında ilk olarak enerji tüketimi artış hızı karşımıza çıkar. Uluslararası

enerji kuruluşları tarafından hazırlanan raporlara göre dünya enerji tüketimi 11 milyar tep'den 2030 yılında 17 milyar tep'ye çıkacaktır. Küresel ısınma, iklim değişiklikleri, bozulan çevre kalitesine rağmen, artan bu tüketim içinde fosil tabanlı yakıtların payının %85'ten en fazla %80'e düşmesi beklenmektedir. Yakın gelecekte, özellikle ulaştırma sektöründe petrole alternatif yakıt kaynağı görünmemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında ise hala istenen maliyet ve miktarlarda üretim söz konusu değildir (IEA-Energy Efficiency, 2008: 78–80). Uluslararası Enerji Ajansı tarafından hazırlanan World Energy Outlook (2010) raporunda, tüm dünyada enerji sektöründe yapılması gereken yatırım tutarının 16 trilyon usd olduğu ve bu yatırımın yarısının gelişmekte olan ülkelerde yapılması gerektiği belirtilmiştir. Buna rağmen yapılacak bu yatırımın yaklaşık yarısı mevcut arz seviyesinin devam ettirilmesine gidecektir. Gelişmekte olan ülkelerin çektiği dış kaynak ve sermaye yetersizliği düşünüldüğünde durumun ciddiyeti artmaktadır, çünkü enerji kaynakları için gereken mali kaynakların geçmişte olduğundan daha fazla oranda *özel* ve *yabancı* kaynaklardan temin edilmesi gerekmektedir (Kavak, 2005: 6).

Türkiye ekonomisi içinde aynı şartlar geçerlidir. Ekonomik büyüme ihtiyacı ve sanayileşme isteği, hızlı nüfus artışı, artan şehirleşme, yeni teknolojilere yönelim ve artan hayat standartları enerji tüketimini yıldan yıla arttırmaktadır. Hızlı tüketim artışı sonucu ekonominin enerji tüketiminde kendi kendine yeterlilik oranının 2020 yılında %20'ye düşmesi beklenmektedir. Diğer yandan AB uyum sürecinde üstlendiği yükümlülükler ve Mayıs 2008'de kabul edilen Kyoto protokolü bulunmaktadır. (İşler, 2009: 17). Enerji fiyatlarının yüksekliği de ortadadır. Yüksek fiyatlar nedeniyle enerji ithalatı, ülkenin döviz ihtiyacını arttırmakta, ihracat gelirinin yaklaşık %30'u kaybolmaktadır. Zaten kıt olan sermaye kaynağı dolayısıyla enerji için ayrılacak yatırım kaynakları da sınırlıdır. İşte bu gerçekler ışığında alternatif enerji politikalarından biri enerji verimliliğidir.

#### **4.2.4.3.2. Enerji Verimliliği Nedir**

Enerji verimliliği, enerji tasarrufunu da içerecek şekilde, enerji üretim ve iletiminden tüketimine enerji etkinliğini arttırıcı bir dizi uygulamayı içerir. Tüm bu safhalarda ısı, gaz, buhar ve elektrik gibi enerji türlerinin ileri teknoloji altındaki kullanımı aşamasında oluşabilecek kayıpların azaltılmasını, atıkların geri kazanılmasını,

böylelikle üretimi düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Kavak, 2005: 9). Enerji Verimliliği, hizmet veya ürün başına harcanan enerjinin düşmesi demektir. Böylece aynı miktarda mal veya hizmet daha az enerji kullanılarak üretilecek veya aynı miktarda enerji kullanılarak daha çok mal veya hizmet üretilecektir (MMO, Enerji Verimliliği Oda Raporu 2008: 5–6). Doğru uygulandığı takdirde enerji talebi artış hızı ve dışa bağımlılık azalacak, yakıt maliyetlerinin bütçe içindeki payı düşecek, sanayicinin rekabet gücü artacak ve tüketici refahı iyileşecektir. Daha da önemlisi karbon emisyonunu düşürmek suretiyle küresel ısınmanın etkileri hafifleyecek, enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkileri azalacaktır. Çevre faktörü bu şekilde korunurken ekonomik büyüme hedefinden de sapma olmayacaktır. Enerji tüketiminde Türkiye gibi dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler için enerji arz güvenliğine olumlu katkıda bulunacaktır (IEA, Energy Efficiency: <http://www.iea.org>)

#### **4.2.4.3.3. Enerji Verimliliğinin Kurumsal Yapısı**

Enerji verimliliği uygulamalarında politika yapıcılar, araçlar ve nihai kullanıcılar olmak üzere üç kesim vardır. Politika belirleyicileri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, EİEİ ve UETM'dir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi, enerji verimliliğinin uygulayıcısı ve denetleyicisi konumundadır. Burada bakanlık ulusal enerji politikaları çerçevesinde uygulanacak politikaları formüle edip denetlerken, EİEİ ve UETM, politikaların uygulanmasından ve koordine edilmesinden sorumludur. Bu çerçevede EİEİ ve UETM, tüm sektörlerde enerji verimliliğini arttırmak için eğitim, etüt, mevzuat, bilgilendirme ve toplumu bilinçlendirme faaliyetlerinde bulunmaktadır. Enerji verimliliği politikalarının belirlenmesi, işbirliği yapılması ve destek sağlanması konularında bakanlık sorumludur. Kullanıcıların bilinçlendirilmesi çalışmalarından sorumlu kurum ise Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kuruludur. Kurul üniversiteler, kamu kurumları ve özel sektör temsilcilerinden oluşmaktadır. Amacı toplumu enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirmek ve enerji tasarrufu önlemlerinin uygulamaya konulmasını sağlamak amacıyla bakanlığa danışmanlık yapmaktır. Araçlar ise sanayi sektöründe enerji verimliliği programlarının geliştirilip uygulanmasında sorumlu sanayi ve ticaret odaları, enerji tasarruf potansiyelinin saptanıp, ilgili ar-ge çalışmalarını yapmaktan sorumlu üniversiteler, teknik okullar, araştırma enstitüleri, enerji verimliliği konusunda teşvik

mekanizmasını işletmek ve bilgilendirme faaliyetlerini yürütmekten sorumlu Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Sanayi ve Ticaret Odalarından oluşmaktadır. Nihai kullanıcılar ise kamu kurumları sanayi kuruluşları ve hane halklarıdır (NECC-EIE, 2004: 5-7).

#### 4.2.4.3.4. Enerji Yoğunluğu

Enerji verimliliğinin önemli göstergelerinden birisi enerji yoğunluğudur. Tüm dünyada enerji verimliliğinin izlenmesinde ve ülkeler arası karşılaştırma yapılmasında yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Enerji yoğunluğu, çıktı (GSYİH) başına tüketilen birincil enerji miktarını gösterir. Yani örneğin 1000 usd'lik çıktı üretmek için milyon tep cinsinden tüketilen enerji miktarını verir. Ekonomik çıktıdaki artış, enerji girdisindeki artıştan büyükse yoğunluk azalmaktadır. Daha etkin, verimli üretim tekniklerinin uygulanması, etkin enerji yönetimi, o alt sektörün içinde veya alt sektörler arasında ürün karmasında meydana gelen değişimler, malzeme ve yakıt girdisinin kalitesinde meydana gelen iyileşmeler yoğunluk etkisini düşürür. Yani artık daha az enerji ile daha çok çıktı üretiliyor demektir veya aynı miktarda enerji ile eskiye göre üretilen çıktı daha fazladır. Bu da o ekonomide enerjinin daha verimli kullanıldığını gösterir (Kavak, 2005: 10-11).

#### 4.2.4.3.5. Enerji Verimliliği İle İlgili Yapılan Düzenlemeler ve Uygulamalar

Enerji verimliliği ile ilgili düzenleme ve uygulamalar, iklim değişikliği konusunda olduğu kadar düzenli, organize ve etkili değildir. Enerji ve enerji verimliliği ile ilgili uluslararası kuruluşlar dağınık bir görünüm arz etmekte, alınan kararlar yeteri kadar uygulanmamaktadır. Yönetim düzeyindeki bu yetersizlik örneğin akademik yayınlarda da kendini göstermektedir. Yapılan araştırma ve yayınların çoğu gelişmekte olan ülkeler dahil, belli ülkelerde uygulanan enerji politikaları, politika araçları ve bu politikaların gelecekte ne derece başarılı olacağını analiz eden çalışmalardır. Burada daha çok enerji arz güvenliği, enerji arz politikaları, incelenmiş, enerji verimliliği ve yönetimi ikinci planda kalmıştır. Hâlbuki enerji verimliliği ve enerji koruma politikaları, hükümetlerin enerji konusunda karşı karşıya oldukları *dört temel problemin* (enerji ve çevre, enerji güvenliği, enerji ve ekonomik kalkınma, enerji arz yetersizliği) çözümünde önemli bir yere sahiptir. Nükleer enerji, yenilenebilir enerji, hidrolik enerji

gibi kaynaklar, temel enerji problemlerine alternatif çözüm seçeneklerinden biri olarak gösterilirken bu kaynakların olumsuz yan etkileri, sosyal maliyetleri unutulmaktadır. Ancak enerji verimliliğinin ve enerji koruma politikalarının hemen hemen hiçbir olumsuz etkisinin olmadığı söylenebilir. Söz konusu politikalar daha eşitlikçi ve sürdürülebilirdir. Yüksek enerji fiyatları düşünüldüğünde, düşük gelirli ülkeler için, daha pahalı seçenek olan enerji arzını arttırmak yerine, verimlilik ve koruma politikalarına önem vermek daha ucuz ve kolay bir alternatiftir (Gupta, Ivanova, 2009: 339–340). Hâlbuki gelişmekte olan ülkelerde yaygın eğilim, enerji problemi karşısında arzı arttırmaya çalışmak, verimlilik ve tasarrufu ikinci plana itmektir.

Verimlilik ve koruma politikaları küresel düzeyde bütünleştiricidir. Örneğin enerji arz güvenliği, daha çok ulusal terimlerle tanımlanır, enerji politikaları genelde ulusal düzeyde ele alınır. Buna karşın enerji verimliliği politikaları küresel düzeyde de ele alınır. Başta BM çatısı altında olmak üzere pek çok kuruluş, çeşitli tarihlerde imzalanmış anlaşmalar, hazırlanmış projeler, yapılmış toplantı ve kongreler ve buralarda alınmış kararlar mevcuttur. BM çatısı altına enerji ile doğrudan ilgili olarak Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA), BM dışında ise Uluslararası Enerji (IEA) çalışmaktadır. Bu kuruluşların ortak amacı enerji konusunda temel problemlere alternatif çözümler üretmek, ülkesel bazda yürütülen politikaları uyumlaştırmak, tüm dünyada enerji verimliliğini arttırıcı çalışmalar yapmak, bilgi paylaşımını arttırmak ve yenilenebilir enerjiyi teşvik etmektedir (Gupta, Ivanova, 2009: 339–340).

Kurumsal düzeyin dışında enerji ve enerji verimliliği yönetimi ile ilgili Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1987), Gündem 21 (1992), BM Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu (2001) ve Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (2002) gibi pek çok komisyon ve toplantı da düzenlenmiştir. Burada ortak amaçlardan biri enerji verimliliğini arttırmak ve küresel düzeyde enerji yönetimini geliştirmektir. Ancak buna rağmen, enerji yönetimi ve enerji verimliliği konusunda hedefleri gerçekleştirebilmek için küresel düzeyde hukuksal yaptırım gücü olan anlaşmalar yeterli değildir. Bunu yerine bölgesel enerji anlaşmaları mevcuttur. İşte bu eksikliği gidermek için G-8 ülkeleri tarafından 1991 yılında Energy Charter (EC), 1994 yılında Energy Charter Protocol (ECP) ve Energy Efficiency and Related Environmental Aspect (PEEREA) gibi anlaşmalar imzalanmıştır. Burada amaç anlaşmayı imzalayan ülkelerin kendi aralarında, enerji verimliliği ve çevre gibi konularda hukuksal yaptırımlara daha çok



dayanarak, enerji yatırımları ve ticareti üzerindeki riskleri hafifleterek ilerleme kaydetmektedir. Enerji verimliliğini destekleyen bazı uluslararası mekanizmalarda mevcuttur. Örneğin Küresel Çevre Fonu (GEF), 1991–2008 yılları arasında enerji verimliliği ile ilgili 5'i küresel 12'si bölgesel ve 96'sı yerel olmak üzere 113 tane projeyi finanse (toplamda yaklaşık 710 milyon dolar) etmiştir. Yine 2001 yılından beri Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM), gelişmiş ülkelere, gelişmekte olan ülkelerde karbon emisyonunu azaltıcı yatırımlar yaptıklarında, Kyoto protokolü karşısındaki yükümlülüklerini düzenleyen mekanizmalar geliştirmektedir (Gupta, Ivanova, 2009: 342–345).

Enerji verimliliği ile ilgili uluslararası düzeyde yapılan bu çalışmalar yanında yerel olarak Türkiye'de de, enerji verimliliği ile ilgili farklı tarihlerde çeşitli kanunlar ve yönetmelikler hazırlanmıştır. İlk olarak 1979 tarihinde ‘‘Bina Isı Yalıtım Kuralları’’ standartları getirilmiştir. Daha sonra 1988 yılında gözden geçirilerek 29 Nisan 1988 tarihinde yürürlüğe girmiş, Bayındırlık ve İskan bakanlığı tarafından 14 Haziran 1999 tarihinde 23725 sayılı resmi gazete’de yayımlanarak mecburi standart tebliği statüsü kazandırılmıştır. Bu standart için 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren de zorunlu uygulama başlanmıştır (Dağsöz, Bayraktar: <http://www.mmo.org.tr>). 1995 yılında çıkarılan sanayide enerji verimliliği yönetmeliği, 2000 yılında çıkarılan binalarda ısı yalıtım yönetmeliği ve elektrikli ev aletleri için enerji verimliliği etiketleri, binek otomobillerin yakıt ekonomisi ve CO<sub>2</sub> emisyonu konusunda tüketicilerin bilgilendirilmesine ilişkin yönetmelik”, yine 2000 yılında çıkarılan binalarda sıcak su üretimi ve ortam ısıtması için kullanılan ısı jeneratörlerinin performansı, sıcak su dağıtımı ve ısı yalıtımına dair yönetmelik bunlara örnektir. Ancak tüm bu yönetmelikler gerekli politik desteğin yetersizliği yüzünden uygulamada zayıf kalmıştır. İşte bu nedenle 2007 yılında 5627 sayılı ‘‘Enerji Verimliliği Kanunu’’ yürürlüğe girmiştir. Böylece daha önce çıkarılan tüm yönetmelikler bütüncül bir yaklaşımla yeniden ele alınmıştır.

Kanun genel olarak; enerji verimliliğinin etkin yürütülmesi ve izlenmesi konusunda idari yapının oluşturulmasını, yapılacak yetkilendirmeleri, görev ve sorumlulukları, toplumun bilinçlendirilmesine yönelik çeşitli destekleme mekanizmalarını, verilecek teşvikleri ve yasal gerekleri yerine getirmeyenlere uygulanacak para cezalarını kapsamaktadır (MMO, 2008: 24–25). Ayrıca verimlilik

çalışmalarına sivil toplum kuruluşlarının, meslek odalarının ve diğer ilgili kuruluşların katılımını sağlamak için “Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu” kurulmuştur. Kanunla getirilen en önemli yenilik toplam inşaat alanı en az yirmi bin m<sup>2</sup> veya yıllık enerji tutarı 500 tep olan binalarda ve yıllık enerji tüketimi 1000 tep’den fazla olan işletmelerde enerji yöneticisinin görevlendirilmesi veya enerji yöneticilerinden hizmet alınmasına karar verilmiştir. Yıllık tüketimi 1000 tep’den küçük OSB’lerde yer alan işletmeler için merkezi bir enerji yönetim biriminin kurulması ve kapsamındaki tüm işletmelere hizmet vermesi kararlaştırılmıştır (MMO, 2008: 25).

Kanun kapsamında öncelikle nihai kullanıcıların verimlilik bilincini artırmak amacıyla çeşitli etkinlikler düzenlenmesi, ders programlarına konunun eklenmesi, kamu kuruluşlarının hizmet içi eğitimlerinde bu konuya yer verilmesi, televizyon ve radyo kanallarında ilgili eğitim programlarının, yarışmaların, kısa süreli film ve/veya çizgi filmlerin gösterilmesi kararlaştırılmıştır.

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik “Enerji Performans Belgesi” düzenlenmesi öngörülmüştür. Elektrik tüketen ekipmanların (klima, elektrik motorları, elektrikli ev aletleri gibi) sınıflandırılması ve asgari verimlerinin belirlenmesi kararlaştırılmış ve bu kapsamda enerji kullanım limitleri, verimlilik değerleri, eşik enerji tüketim değerleri belirlenmiştir. Kanunda enerji hizmetlerinde verimlilik ayrıntılı olarak ele alınmış, elektrik üretim, iletim ve dağıtım şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılmasına, talep tarafı yönetimine, termik santrallerin atık ısılarından yararlanılmasına, dış aydınlatmalara, biyo yakıt ve hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesine ilişkin usul ve esasların belirlenmiştir.

Kanunda teşvik ve cezalarda düzenlenmiştir. Buna göre enerji verimliliğini artırıcı her türlü proje ve yatırım (kojenerasyon gibi) desteklenecek, yönetmeliklerde belirlenen standartlara uymayan uygulamalar cezalandırılacaktır (MMO, 2008: 27–30).

Bulvar, cadde, yol gibi kamuya açık yerlerin aydınlatmasında, aydınlatma tekniklerine uygun olarak nasıl yapılacağı belirtilmiş, sistemlerinin, hem tesis hem de uzun vadede işletme ve bakım açısından ekonomik olması gerektiği ifade edilmiştir. Böylelikle enerji tasarrufuna uygun, farklı aydınlatma ihtiyacına göre enerji tüketimini (toplam sistem maliyetinin %40’ı) ayarlayabilen armatürlerin kullanımı ile tüketim düşecektir. (MMO, 2008: 36–37).

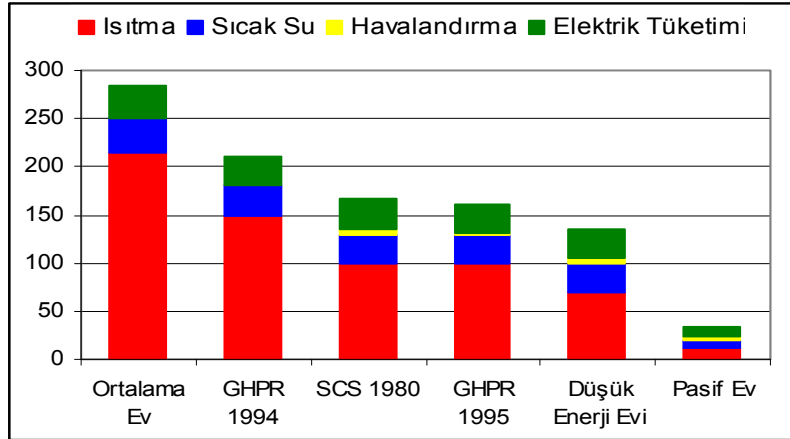
Kanunda sanayi kesiminde enerji verimliliği de düzenlenmiştir. Sanayi kuruluşları, teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli yenilenme ihtiyacı içindedir ve bu durum daima geriye kazanılabilecek bir enerji tasarrufu potansiyeli ortaya çıkarmaktadır. Bu kuruluşların toplam girdilerinin %60-70'ini enerji giderleri oluşturmakta ve çoğu işletme yılın büyük bölümünde faaliyette bulunmaktadır. Enerji girdisinde meydana gelecek iyileşmeler, hem çıktı kalitesini arttıracak, hem de maliyetleri düşürecektir. Bu kapsamda yardımcı hizmetler (ısı yalıtımı, yakma sistemleri, buhar üretimi ve dağıtımı, elektrik kullanımı, aydınlatma, enerji yönetimi) ve proses kademeleri (kullanılan üretim teknolojisinin ve teçhizat teknolojisinin yenilenmesi, atıkların yeniden değerlendirilmesi) alanlarında alınacak önlemlerle sanayi sektöründe enerji verimliliği arttırılabilecektir. (MMO, 2008: 37–42).

Binalarda enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik, daha önce 1985 yılında yayımlanan TS 825 “Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları” standardı takip edilmiştir. Kanunda, tüketimin %75'inin gerçekleştiği ısı amaçlı kullanım şekli için binalarda ısı yalıtımı düzenlenmiştir. Isı yalıtımı her ne kadar ilk başta maliyeti arttırıcı olsa da uzun vadede getirisi yüksek olacaktır. Türkiye için yönetmeliğin doğru uygulanması halinde sadece bina sektöründen yılda yaklaşık 3,8 Milyon tep enerji tasarrufu sağlanabileceği hesaplanmıştır. Ancak Türkiye’de uygulamada yeterlilik yoktur. AB ülkelerinde çift cam kullanımı minimum % 50 oranında (Finlandiya ve İsveç’te % 99)iken Türkiye’de bu oran çok düşüktür. Amerika’da kişi başına yalıtım malzemesi miktarı 1 m<sup>3</sup>/ kişi, Avrupa’da 0,6 m<sup>3</sup>/ kişi iken, Türkiye’de sadece 0,06 m<sup>3</sup>/kişidir. Dolayısıyla ısı yalıtımı ile beraber ısıtma amaçlı enerji tüketimlerinin azaltılması yönünde çalışmalar yapılması gereklidir. Bunların başında, kojenerasyon sistemleri ile entegre edilmiş bölgesel ısıtma sistemlerinin yaygınlaştırılması olmalı, jeotermal kaynağın yeterli olduğu bölgelerde öncelik doğal gaz değil jeotermal enerjiye verilmelidir (MMO, 2008: 43–46).

Binalarda enerji verimliliği için kullanılan cihazların verimliliğine doğrudan odaklanmak yerine, öncelikle enerji kullanan tüm araç ve gereçlerin nasıl bir sistem içinde bir araya getirilip kullanıldığına bakılması gerekir. Sistemsel düzeyde yapılacak tasarruflar bireysel düzeyde yapılan düzenlemelerle sağlanacak olandan kat kat fazla olacaktır. Bu sistemde (Integrated Design Process-IDP) bir binanın enerji kullanımı, döngüsel bir süreç içinde, enerji kullanan tüm birimlerin baştan itibaren bir takım oluşturacak şekilde dizayn edilmesiyle optimize edilir. İşte bu noktada pasif ev dizaynı

karşımıza çıkar. Bu dizayn, geleneksel binalara göre daha çok enerji verimliliği sağlayan, enerjii bina içinde tutabilen, ekonomik, çevreye duyarlı bir yapı tasarımıdır. (Harvey, 2009; 140).

Şekil 4.28 Ev Tiplerine Göre Enerji Tüketimleri (Kwh /m<sup>2</sup>)



Kaynak: What's Passive House, [http://www.passiv.de/07\\_eng/index\\_e.html](http://www.passiv.de/07_eng/index_e.html)

Şekil 4.28'da çeşitli ev tiplerine göre enerji tüketim alanlarına ait sarfiyat miktarları verilmiştir. Görüldüğü gibi hiçbir şekilde enerji verimliliği önlemleri alınmamış ortalama ev tipinde metrekare başına yaklaşık 280 Kwh elektrik tüketilmektedir. GHPR 1994, Almanya'da 1994 yılında, ısı koruma yönetmeliğine göre düzenlenmiş ev için enerji tüketimini göstermektedir. Bu ev ilkinde göre yaklaşık %23'lük bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. SCS 1980, İsveç Yapı Denetimine göre yapılmış bir ev için enerji tüketimini göstermektedir. Bu ev de GHPR 1994 standardına göre yaklaşık %21'lik bir tasarruf sağlamaktadır. Devam edilirse GHPR 1995 standardı bir önekinde göre %4'lük, düşük enerji evi ise %15'lik enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ancak tüm bunlara karşın, pasif ev tipi toplam 35 kwh/m<sup>2</sup>'lik tüketimiyle çok büyük bir tasarruf imkanı sunmaktadır, çünkü pasif ev tipinde, şekilde gösterilen enerji tüketim alanlarında aktif olarak enerji kullanılmaz. Tüm bunlar çok az bir enerji sarfiyatıyla doğal olarak gerçekleşir (What Is a Passive House; [http://www.passiv.de/07\\_eng/index\\_e.html](http://www.passiv.de/07_eng/index_e.html)).

Kuzey yarı kürede güneye bakan yüzeyler kışın daha fazla güneş almaktadır. Bu nedenle soğuk bir iklimde yaşama mekânlarını güneye yönlendirmek ısıtma amaçlı enerji talebini azaltacaktır. Sıcak iklimde bir bina inşa ediliyorsa, serin yaz rüzgarlarına açılmak ve karşılıklı pencereleri açarak nemi azaltmak, doğal soğutma ve havalandırmayı sağlamak mümkün olacaktır. Bir toplu konut projesi için yer seçiminde,

güneşten yararlanmak isteniliyorsa, arsa olarak güney yamaçlar tercih edilmeli, binalar aralıklı olmalıdır. Yaşam mekânları olabildiğince güney ve güneyin doğusu-batısı, mutfak, kiler gibi serin olması gereken mekânlar ise tam tersine kuzeye bakmalıdır (Tunçalp ve Diğerleri, 2011: 1–4).

Doğru bir tasarımla birlikte iyi bir yalıtım, ısı köprülerinin yok edilmesi ve sızdırmazlığın sağlanmasıyla bina içinde oluşan ısı kayıpları en aza indirilir. IDP sistemi için yüksek kaliteli yalıtım malzemeleri belirlenir, binanın konumlandırılması, şekli ve ısı tutma özelliği göz önünde bulundurulur, pasif ısıtma, soğutma ve havalandırma maksimize edilir. Binada kullanılacak enerji tüketim birimleri verimli ve optimum büyüklükte olmalı ve en uygun şekilde sistem içinde bir araya getirilmelidir (Harvey, 2009: 140).

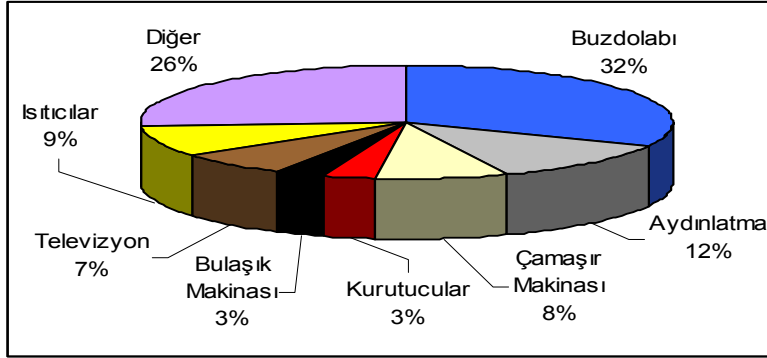
Modern tasarımda pasif ısıtma ve soğutma elemanları da önemlidir. Bu elemanların bina dizaynına uygun şekilde monte edilmesiyle enerji tüketimi minimuma indirilebilir. Örneğin çatı üzerine düşen güneş enerjisi, evin içerisinde tüketilen toplam enerji miktarından daha fazladır. Çatıya düşen bu güneş enerjisinin kullanılması ile ev içerisinde harcanan enerjiden büyük ölçüde tasarruf sağlanabilir. (Tunçalp ve Diğerleri, 2011: 1–4).

Isıtma dışında bina aydınlatmasında da önemli verimlilik potansiyeli mevcuttur. Aydınlatmada enerji verimliliği, verimli aydınlatma sistem ve cihazları ve gün ışığının optimum kullanımı olmak üzere üç temel ayak üzerine oturur. Sistemsel iyileştirmelerle %30-50, gün ışığının doğru kullanımı ile %40-80 ve fiber optik kablo kullanımı ile %90'lara varan oranlarda enerji tasarrufu sağlamak mümkündür (Harvey, 2009: 146)

Binanın kendi içi ortamında yapılacak iyileştirmelerle de enerji kullanımı düşürülebilir. Çatı izolasyonu, çift cam kullanımı, daha yeni ve verimliliği yüksek elektrikli cihaz kullanımı, güneş ışığından faydalanma gibi geleneksel yöntemlerle %40-45'lere varan oranda tasarruf sağlamak mümkündür. Ticari binalarda ise geleneksel yöntemlerle %50, modern yöntemlerle %75'lere varan tasarruf sağlanabilir. Bu konuda ABD'de 1999 yılında yapılan ve 5375 binayı içeren bir araştırmada uygulanacak modern tekniklerle ortalama 266 Kwh/m<sup>2</sup>-yıl olan tüketimin, %41 tasarrufla 157 Kwh/m<sup>2</sup>-yıl'a düşürülebileceği belirtilmiş, gelişmiş elektrikli aydınlatma teknikleri, gün ışığının daha fazla kullanımı, gölgeleme teknikleri, bina yapımında doğu-batı eksenine dikkat edilmesi gibi önlemlerin alınması durumunda

ortalama tüketimin 91 Kwh/m<sup>2</sup>-yıl'a düşebileceği ifade edilmiştir. Yine İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre mekanik havalandırma sistemlerinin kullanıldığı ticari binalarda enerji tüketimi ortalama 300–330 Kwh/m<sup>2</sup>-yıl (Harvey, 2009; 146) iken doğal havalandırma sistemlerinin kullanıldığı binalarda yıllık tüketim ortalama 127-145 Kwh/m<sup>2</sup>-yıl'a düşebilmektedir (Harvey, 2009: 146-147)

Şekil 4.29 Konutlarda Elektrik Tüketiminin Dağılımı (%)



Kaynak: MMO, 2008: 48

Enerji verimliliğinde etiketleme, özellikle ev içi kullanımda enerji verimliliğinin artırılmasında etkilidir. Şekil 4.29'de görüldüğü gibi ev içi elektrik tüketiminde buzdolabı en yüksek paya sahiptir. Başta buzdolabı olmak üzere diğer ev aletlerini de kapsayacak şekilde uygulanacak etiketleme programı önemli tasarruflar sağlayacaktır. Etiketleme programları dünyada pek çok ülkede kullanılmaktadır. Amerika'da 2004 yılında elektrikli ev aletlerinin verimlisi ile değiştirilmesi sonucunda evsel enerji tüketiminin % 3'nün tasarruf edildiği hesaplanmıştır. Standartların değişmesi tüketiciye 13 milyar dolar ek bir maliyet getirmiş, ancak 1990–2010 yılı arasında sağlanması beklenen tasarruf 46 milyar dolardır. Devlet ise bu programı desteklemek üzere 200 milyon dolar bir harcama yapmıştır. Böylece devlet harcadığı her dolar karşılığında 165 dolar tüketici tasarrufu sağlanmış olacaktır. AB'de ise aynı uygulamalar sonucu 1995–2010 arası dönemde 390 Twh'lik (Türkiye'nin 2010 yılı elektrik tüketimi 210 Twh) bir tasarruf beklenmektedir.

Türkiye'de de 2002 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı elektrikli ev aletlerinin etkinliğini gösteren Etiketleme Yönetmelikleri ve Tebliğlerini yayımlamış ve bu mevzuat 2003 yılında zorunlu olarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin amacı daha verimli cihazların üretici tarafından üretilmesi ve tüketici tarafından da satın alınması, yönünde teşvik etmektir. Yönetmeliğin etkin olabilmesi, halkın tercihini verimi yüksek

cihazı satın almaktan yana kullanması ile mümkündür. Ancak uygulama tüketici tercihi ve bilinci üzerine kurulu olduğu için enerji verimliliği bilincinin gelişmesi, halkın konu üzerinde yeteri kadar bilgilendirilmesi şarttır (MMO, 2008: 47–49).

Son olarak enerji verimliliğinin ulaştırma sektöründeki uygulamaları gelir. Ulaştırma sektöründe verimlilik araç bazında ve planlama bazında olmak üzere iki ana kısma ayrılır. Araç bazındaki uygulamalar teknolojik ve mekanik iyileştirmeler düzeyindedir. Planlama ise fiziksel dış dünyanın (trafik düzeni, yol kalitesi, çift şeritlendirme, toplu taşımayı teşvik ve araç kullanımını azaltacak, motorsuz ulaşımın imkan veren alt yapısal düzenlemeler gibi) verimliliği arttıracak şekilde düzenlenmesi ile ilgilidir. Yakıt bazında ise daha verimli, düşük maliyetli ve daha az CO<sub>2</sub> salınımına imkân veren yakıtların kullanımı söz konusudur (Sathaye, 2009: 326).

Tablo 4.6. Ulaşım Modlarının Dağılımı (%)

	Karayolu	Denizyolu	Demiryolu	Havayolu
Yolcu Taşımacılığı	93,37	0,71	2,36	3,56
Yük Taşımacılığı	88,90	5,64	5,16	0,30

Kaynak: TÜİK Ulaşım İstatistikleri 2005.

Türkiye’de ihracata dayalı kalkınma politikalarının uygulanmaya başlanılmasından itibaren sektör, halkın refah seviyesinin yükselmesiyle birlikte artan yaşam kalitesi ve buna bağlı gelişen ulaşım talebindeki artış nedeniyle büyük bir gelişme göstermiştir. 2009 yılı ETKB verilerine göre bu sektör, yaklaşık 15,9 milyon tep enerji tüketimi ile nihai enerji tüketiminde yaklaşık % 15’lik bir paya sahiptir ve çok büyük oranda ithal petrole bağımlıdır.

Tablo 4.7 Ulaşım Tiplerine Göre Enerji Tüketimleri

		Yolcu Taşımacılığı(Kcal-Yolcu-Km)	Yük Taşımacılığı (Kcal-Ton-Km)
Karayolu	Otomobil	705	2132
	Otobüs	149	591
	Kamyon	—	1139
Demiryolu		104	151
Havayolu		564	—
Denizyolu		20	104

Kaynak: DDY Genel Md. / APK Daire Bşk.

Tablo 4.6’da görüldüğü gibi hem yolcu hem de yük taşımacılığında yük büyük ölçüde karayollarına binmektedir ve enerji girdisi büyük oranda ham petroldür. Diğer

yandan karayolu kullanılan enerji diğer ulaştırma tiplerine göre yüksektir. Dolayısıyla, ulaşım sektöründe enerji verimliliğinin artırılması için demir yolu ve deniz yolu ulaşımı mutlaka yaygınlaştırılmalı, otomotiv teknolojisi ar-ge harcamalarıyla geliştirilmeli, daha küçük hacimli araçlara ağırlık verilmeli, verimsiz eski araçlar trafikten çekilmeli ve vergi sistemi verimliliği teşvik edecek şekilde (düşük emisyonlu araçlara daha az vergi gibi) düzenlenmelidir (MMO, 2008: 50–54). Verimlilikle ilgili olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı da bir yönetmelik hazırlamıştır. Yönetmelikte ilk üç bölümde olarak enerji yönetim biriminin veya enerji yöneticisinin görevleri tanımlanmış, verimliliği artırıcı önlemler sıralanmıştır. Dördüncü bölümde EİEİ'nin enerji yöneticisini eğitmesi ve sertifikalandırması belirtilmiştir. Beşinci bölümde verimlilik artırıcı projelerin EİEİ tarafından desteklenmesi, altıncı bölümde herhangi bir endüstriyel işletmesi için üç yıl içerisinde enerji yoğunluğunu ortalama olarak en az yüzde on oranında azaltmayı taahhüt ederek EİEİ ile gönüllü anlaşma yapmak isteyen tüzel kişilerin izleyeceği prosedür belirtilmiştir. Yedinci bölümde enerji verimliliğinin talep tarafı yönetimi düzenlenmiştir. Buna kapsamda enerji verimliliği etiketlenmesine ilişkin uygulamanın nasıl yürütüleceği, elektrik enerjisi ve güç talebinin azaltılması, dış aydınlatmanın enerji verimliliğine göre yapılması, toplu konutlarda kojenerasyon, ısı pompası ve güneş enerjisi sistemlerinin kullanımı ve bilinçlendirme etiketleri düzenlenmiştir. Sekizinci bölümde elektrik enerjisi üretim iletim ve dağıtımında enerji verimliliğini artırıcı uygulamalar, dokuzuncu bölümde kamu kesiminde enerji verimliliğini artırıcı uygulamalar ve son olarak onuncu bölümde bilgi verme yükümlülüğü ve idari yaptırımlar düzenlenmiştir (ETKB, Enerji Kaynaklarının ve Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına Dair Yönetmelik, <http://www.enerji.gov.tr>).

Enerji verimliliğinde diğer bir düzenleme 2003 yılında meclis tarafından kabul edilen AB-Türkiye ulusal programıdır. Bu programın maddelerinden biri olan enerji verimliliği konusunda Türkiye için ulusal enerji politika ve strateji önerileri sunulmuştur. Enerji fiyatlarının yüksekliği, enerji tasarruf teknolojileri için Türkiye pazarının büyüklüğü, serbest piyasa ortamı gibi unsurlar enerji verimliliğini destekleyici olarak dururken, AB'den sağlanmakta olan finansal yardımların henüz istenilen seviyeye gelmemesi, enerji verimliliği hususunda entegre ve programlı yaklaşımın yetersizliği, binalarda ilgili yasal düzenlemelere uyulmaması, denetimlerin daha çok yerel düzeylere ulaşmaması ve mali kaynakların yetersizliği engelleyici koşullar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ortamda belirlenen politikalarda enerji verimliliğini



iyileştirmek, kaynakların optimum kullanımını sağlamak ana unsurlardır. Buna ulaşmak içinse devlet ve yerel yönetimler gereken desteği verecek (nihai kullanıcılar için eğitim, bilgilendirme ve finansal destek), gerekli yasal düzenlemeleri yapacaktır. (MMO, 2008: 20–22).

#### 4.2.4.3.6. Enerji Verimliliğinin Faydaları

Enerji verimliliğinin en önemli faydası enerji talebi artış hızını düşürerek sınırlı kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltmasıdır. Verimlilik teknikleri ile aynı iş için artık daha az enerji tüketileceğinden talep de azalacaktır. Türkiye enerji kaynaklarında büyük oranda dışa bağımlı olduğu için, talebin artış hızının azalması, ödemeler dengesini olumlu etkileyerek döviz çıkışını azaltacaktır. Diğer yandan birincil enerji tüketiminin yaklaşık %80-85'i fosil tabanlı yakıtlara bağlı olduğundan enerji talebi artış hızının düşmesi küresel ısınma, hava kirliliği, atıkların yönetimi gibi çevresel problemleri belli ölçüde hafifletecektir.

Örneğin 1973 petrol krizinden sonra enerji verimliliği çalışmalarına önemle eğilmeye başlayan AB, günümüze kadar sürdürdüğü verimlilik uygulamalarıyla enerji yoğunluklarını düşürmüştür (Almanya %40, Fransa %30) ve bunun sonucunda da birincil enerji tüketiminin 2,550 milyar tep yerine 1,725 milyar tep olmasını sağlamışlardır (MMO, 2008;15). Aynı şekilde Türkiye ekonomisi içinde yapılan tahminde, 2020 yılında birincil enerji tüketiminin 220 milyon tep'nin %15 altında gerçekleşebileceği belirtilmiştir. Tablo 4.8'de görüldüğü gibi Türkiye ekonomisi için enerji yoğunluğu OECD ortalamasının üzerindedir. Dolayısıyla enerji verimliliği teknikleriyle daha kat edilmesi gereken mesafe vardır. Elektrik tarafında ise sanayide 34 Twh, konutlarda ise 20 Twh'lik bir tasarruf potansiyeli tespit edilmiştir (MMO, 2008: 18).

Tablo 4.8 Seçilmiş Enerji Göstergeleri (2008)

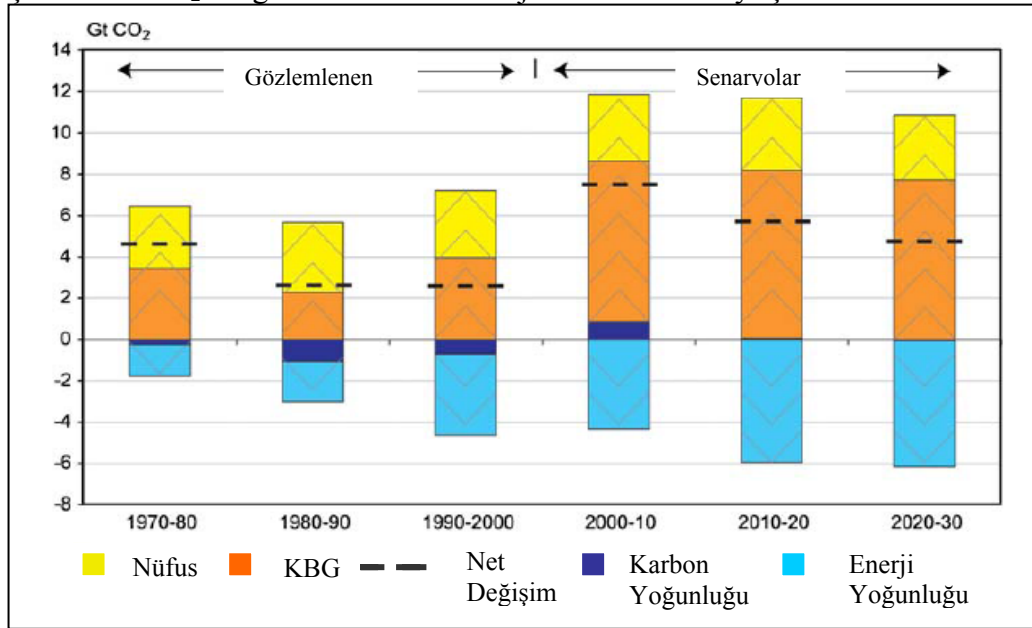
Bölge Ülke	Nüfus (Milyon)	GSYİH (Milyar\$)	B.E.T. (Mtep)	Elektrik Tük. Twh	CO <sub>2</sub> Emisyonu Milyon ton	Kişi Başı Enerji Tüketimi kep/Kişi	Kişi Başı Elektrik Tüketimi Kwh/kişi	Enerji Yoğunl. Tep/1000 \$	Kişi Başı CO <sub>2</sub> Emisyonu Kg/kişi
Dünya	6.668	40,482	12,369	18,603	29,381	1834	2781	0,305	4393
OECD	1.190	30,504	5422	10,097	12,630	4556	8484	0,177	10613
A.B.D.	304	11,742	2283	4166	5596	7509	13,648	0,199	18407
Asya	2.183	2417	1410	1570	3023	645	719	0,583	1384
Afrika	984	876	655	562	890	665	571	0,747	904
Çin	1.333	2844	2131	3293	6550	1598	2471	0,749	4913
Japonya	127	5166	496	1030	1151	3904	8071	0,096	9062

G.Kore	49	751	227	430	501	4728	8965	0,302	10224
Türkiye	71	376	96	171	263	1387	2402	0,255	3704

Kaynak: IEA Key World Energy Statistic, 2010

Tablonun son sütununda kişi başı CO<sub>2</sub> emisyon miktarı verilmiştir. Kyoto protokolüne göre ülkeler 2008–2012 yılları arasında emisyon hacmini 1990'daki seviyenin (22.673 Milyon ton) en az %5 aşağısına çekmek zorundadırlar. Bu da emisyon hacminin 7.841 milyon ton düşürülmesi demektir. Kişi başı 1172 kg düşüş anlamına gelen bu hedef, Türkiye'nin kişi başı salınım miktarının %32'sine tekabül etmektedir. Dolayısıyla küresel ısınma hedefleri açısından enerji verimliliğinin önemi daha da artmaktadır. Enerji verimliliği ulaştırma sektörü açısından da önemlidir. Ekonomik büyüme ihtiyacı oldukça, yaşam standartları arttıkça ve ticaret geliştikçe ulaştırma talebi de artacaktır. Nitekim 2008 yılı itibariyle dünya birincil enerji tüketiminin %27'si ulaştırma sektöründe gerçekleşmiştir. Küresel ısınmanın en önemli nedeni olan sera gazları salınımının %25'i bu sektörden kaynaklanmaktadır, çünkü ulaştırma sektöründe kullanılan enerjinin %95'i petrol (benzin, motorin, jet yakıtı gibi) kökenlidir. Küresel ısınma karşısında alınan önlemlere (Kyoto protokolü) rağmen önümüzdeki yıllarda sektörün büyümeye devam etmesi (Çin ve Hindistan'da özel araç sahiplik oranının artması ile) beklenmektedir ve yakın gelecekte de petrole güçlü bir alternatif olabilecek yakıt türünün geliştirilmesi olası değildir. Dolayısıyla ulaştırma sektöründe uygulanacak enerji verimliliği uygulamaları, hem petrol rezervleri üstündeki baskıyı azaltacak hem de sera gazı salınımı artış hızını yavaşlatacaktır. Yapılan hesaplamalara göre, enerji verimliliği teknikleri ile beraber uygulanacak daha verimli ulaştırma yöntemleri, düşük karbonlu yakıtlar, etkin sürüş teknikleri, şehirlerin trafik dizaynının mobilizasyonu arttıracak şekilde yapılması sayesinde sektörde 2030 yılı itibariyle sera gazı salınımının %50 daha az olabileceği belirlenmiştir (Kobayashi, Plotkin, Ribeiro, 2009: 125126).

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) dördüncü değerlendirme raporunda küresel ısınmaya yol açan sera gazı salınımını düşürmede en önemli görevlerden biri enerji verimliliğine verilmiştir. Şekil 4.26'da enerji verimliliğindeki iyileşmenin etkileri gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi nüfus artışı ve ekonomik büyüme emisyonu arttırıcı, enerji ve karbon yoğunluğu ise düşürücü etki olarak belirmektedir. Karbon yoğunluğunun CO<sub>2</sub> emisyonu üstündeki azaltıcı etkisi yıllar itibariyle kaybolurken, enerji yoğunluğunun etkisi giderek artmaktadır (IPCC, 2007: 107).

Şekil 4.30 CO<sub>2</sub> Bağlantılı Küresel Enerji Tüketiminin Ayrıştırması

Kaynak: IPCC, Climate Change 2007, Mitigation of Climate Change p.108

Enerji yoğunluğunun düşürücü etkisinin artmasında enerji verimliliği kilit role sahiptir. Uygulanacak verimlilik teknikleri ile aynı miktardaki üretim daha az enerji kullanılarak yapılacak ve enerji yoğunluğu böylelikle düşecektir. Nitekim 1970–1980 arasında enerji yoğunluğunun etkisi en küçüktür. 1980 yılı ile tüm dünyada uygulanan serbestleşme politikaları öncesi ve aynı zamanda planlama anlayışının hakim olduğu bu dönemde, enerji fiyatlarının devlet tarafından sübvans edilmesi verimsiz bir enerji ekonomisi oluşmuş, enerji verimliliği ikinci plana itilmiştir. Böylece enerji yoğunluğunun etkisi düşük kalmıştır. İlerleyen yıllarda enerji piyasalarının serbestleşmesi ile fiyatların daha çok piyasa aktörleri tarafından belirlenmesi, hızlı teknolojik ilerleme, enerji kaynakları için yeni bulunana rezerv oranlarının yıldan yıla düşmesi, küresel ısınmanın artan baskısı ve yüksek enerji fiyatları nedeniyle yoğunluk etkisi artmaya başlamıştır.

Enerji verimliliğinin artmasının sosyal fayda boyutu da söz konusudur. Günümüzde tıpkı temiz suya ulaşamama sorunu olduğu gibi, temel ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli miktarda enerjiye ulaşamama durumu da söz konusudur, hatta bu durum gelişmiş ülkelerde bile görülmektedir. İşte enerji verimliliğinin artmasıyla bu kesimlerin enerji ihtiyaçları azalacak ve sorun bir nebze olsun hafifleyecektir.

Arz güvenliği açısından konu değerlendirildiğinde, verimlilik teknikleriyle birlikte enerji talebinin azalması, enerjide dışa bağımlılığın azalmasını, enerji arz güvenliğinin olumlu etkilenmesini beraberinde getirecektir.

Enerji verimliliğinin sanayide rekabet gücünü artırıcı etkisi de vardır. Verimlilik teknikleriyle maliyetlerinde düşme yaşayan sanayici, bir yandan da toplam verimliliğini arttıracak ve böylelikle daha rekabetçi fiyatlar teklif edebilecektir. Rekabet gücünün artmasıyla firmalar kapasite artışına gidecek bu da istihdamı artırıcı etki yaratacaktır. İşsizliğin azalması demek gelir dağılımının daha da iyileşmesi demektir. Nitekim ilgili Avrupa Komisyonu (2005) raporunda AB bölgesinde enerji tüketiminin %20 azalmasının, 2020 yılı itibarıyla bir milyon yeni iş yaratacağı belirtilmiştir. Diğer bir fayda parasaldır. Enerji verimlilik teknikleriyle artık enerji ye harcanan para azalacak ve bu tasarruf başka alanlarda kullanılabilir. Tüm bunlarla birlikte yaşam koşulları daha da iyileşecek, genel toplum sağlığı ve refahı olumlu etkilenecek, yaşam kalitesi artacak, sanayi ve hizmet kaynaklı her türlü kirlilik ve atığın yönetimi daha da kolaylaşacak ve maliyetleri düşecektir (Vorsatz, Metz, 2009: 92–93).

#### **4.2.4.4.Enerji Arz Güvenliği**

##### **4.2.4.4.1.Enerji Arz Güvenliği ve Önemi**

Günümüzde enerji bir ülkenin sosyal ve ekonomik gelişiminin temel gerekliliklerinden biri haline gelmiştir. Enerji olmadan artık bazı günlük temel ihtiyaçların bile karşılanması mümkün değildir. Bu yüzden enerji arz güvenliği demek, aynı zamanda ulusal güvenlik demektir. Ancak enerji arzında kesintiye sebep olabilecek bazı riskler söz konusudur. Bunlar fiziksel ( teknik aksaklıklar, kazalar, savaşlar, doğal afetler), ekonomik (enerji fiyatlarında yaşanan büyük dalgalanmalar, petrol ambargoları) ve sosyal (grevler, toplumsal hareketler, iç karışıklıklar) risklerdir. (Selçuk, 2009: 24). Diğer bir sınıflandırmada ise riskler kısa ve uzun dönemli olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kısa dönemli riskler enerji arzında ani kesintilere yol açan, fiziksel, politik ve teknik risklerden oluşurken, uzun dönemli riskler, kısa dönemli risklere göre daha tahmin edilebilir olan ve çözülmesi daha uzun zaman alan arz- talep dengesizliği, kaynak kıtlığı, yatırım yetersizliği ve altyapısal sorunlardan oluşur (Egenhofer, 2006 ;5-6). İşte yürütme mekanizmasının bu risklere karşı önlem olarak toplumun ve ekonominin ihtiyaç duyduğu enerjiyi, yeterli miktar ve kalitede, düşük

maliyetle, kesintisiz, zamanında ve çevre ile dost olacak şekilde tüketicilere sunması gerekir. Tüketicilere sunulan enerjinin fiyatı düşük olsa bile miktar ve kalite açısından yetersiz olması veya tam tersine kaliteli ve yeterli miktarda enerjinin yüksek fiyatla sunulması, beklentileri karşılamayacaktır. Tüm bunlar karşılanırsa bile söz konusu enerjinin tüketicinin ihtiyaç duyduğu zamanda karşılanması gerekir. Ayrıca çevre kirliliğine yol açan enerji her şeye rağmen uzun vadede sürdürülebilir olmayacaktır.

Arz güvenliği sadece talep eden değil, arz eden ülkeler açısından da değerlendirilir. Bu ülkeler için enerji fiyatlarının son yıllarda yüksek seyretmesi, ihracat gelirleri içindeki payını arttırmıştır. Ayrıca Ortadoğu ülkeleri gibi mamul mal ihracatında rekabet gücü zayıf, teknoloji üretiminde yetersiz ülkeler için enerji (petrol ve d.gaz gibi) ihracatı ülkenin en önemli gelir kalemi, büyümenin en büyük kaynağıdır. Bu gibi ülkelerin giderek daha fazla enerjiye bağlanmasıyla, ülkenin enerji ihracatına uluslar arası piyasalarda istikrarlı ve yeterli miktarda talebin var olması, fiyat seviyesinin yeterli olması gerekmektedir. (Selçuk, 2009: 24).

Arz güvenliğinin temelindeki çekince noktası ülkelerin enerji arzında dışa bağlanmak istememeleridir. Örneğin bir savaş durumunda enerjide dışa bağımlık ülke için bir dezavantajdır veya ticari bir anlaşmazlıkta ithal edilen enerji ülkenin kendisine karşı bir silah olarak kullanılabilir. Örneğin 1973 petrol krizinde Arap ülkelerinin batılı ülkelere petrol ambargosu koyarak fiyatları hızla arttırmış ve gelişmiş ülke sanayilerinin can damarı olan ham petrol'de yaşanan kesinti büyük bir makroekonomik dalgalanma yaratmıştır. Fiyat dalgalanmalarının yüksek olduğu durumlarda, makroekonomik göstergeler (ödemeler dengesi, işsizlik, enflasyon, büyüme gibi) olumsuz etkilenecektir. Ancak yeryüzünde enerji anlamında kendi kendine yeten ülke sayısı azdır, çünkü enerji kaynakları yeryüzüne eşit dağılmamıştır. Dolayısıyla ülkelerin bu zayıf noktalarını, arz güvenliği önlemleri ile mümkün olduğu kadar güçlendirmeleri elzemdir. Eğer söz konusu riskler gerçekleşir ve enerji arzında ve arz güvenliğinde olumsuzluklar meydana gelirse öncelikle ekonomik ve sosyal hayat olumsuz etkilenecektir. Sektörel bazda üretim düşecek, fiyatlar artacaktır. Enerji fiyatlarının artması zincirleme etkiyle büyüme, işsizlik ve enflasyonu olumsuz etkileyecektir. Bununla birlikte bazı günlük temel ihtiyaçlar bile karşılanamayacak, ülkede güvenlik zafiyeti bile oluşabilecektir (Wicks, 2009: 9).

Tablo 4.9 Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması

	Yerli/ Yabancı	Kalan Ömrü	İstihdam (Kişiyıl/Twh)	Yatırım Maliyeti (\$/Kw)	Üretim Maliyeti (cent/Kw)
Petrol	Yabancı	40–45	260	1500–2000	5.0-6.0
Kömür	Yabancı	200–250	370	1400–1600	2.5-3.0
D.Gaz	Yabancı	60–65	250	600–700	3.0-3.5
Nükleer	Yerli/Yabancı	-	75	3000–4000	7.5-12.0
Hidrolik	Yerli	-	250	750–1200	0.5-2.0
Rüzgar	Yerli	-	918	1000–2000	3.5-4.5
Güneş	Yerli	-	7600	Yüksek	10.0-20.0
Jeotermal	Yerli	-	-	1500–2000	3.0-4.0

Kaynak: Dündar ve Arıkan, sf.326

Tablo 4.9'a dayanarak çeşitli enerji kaynaklarını arz güvenliği açısından değerlendirmek gerekirse, dünya birincil enerji tüketiminde yaklaşık %50–60 paya sahip olan petrol ve doğal gaz toplamının kalan ömrünün ne kadar az olduğu görülür. Bu kaynaklar günümüzde çok hızlı şekilde tüketilmektedir ve ham petrole hala tam bir alternatif geliştirilememiştir. Piyasa mekanizması ise kendi içinde bu problemi çözemeyecektir. Eğer yeni rezerv kaynakları bulunamazsa petrol ve doğal gazda sona yaklaşmak kaçınılmaz olacaktır (Sahah, Energy Security, <http://www.globalissues.org>)

Arz güvenliği açısından diğer bir olumsuz nokta bu kaynakların fiyatıdır. Özellikle 2008–2009 yıllarında etkili olan küresel finansal krizle fiyatlar hızla yükselmiştir. Fiyatların yüksek olmasının yanında oynaklığının yüksek olması da bir dezavantajdır. Uluslararası askeri-politik karışıklıklardan, ekonomik dalgalanmalardan kolayca etkilenen fiyatlar, tüketicilerine güven vermemekte ve üretim sürecini olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan uzmanlar petrol ve doğal gazda artık eski fiyatlara dönmenin mümkün olmadığını, hatta önümüzdeki dönemlerde, özellikle rezervlerde sona yaklaşıldıkça fiyatların 200 v/\$ civarına kadar çıkacağı tahmin etmektedir.

1980 dönüşümünden itibaren ekonomik büyüme temposunu yakalayacak enerji politikalarının belirlenmesi ve uygulanmasında yetersizlikler görülmüştür. Ekonomi büyürken, yerli enerji üretimi yeteri kadar arttırılamamış, artan enerji ihtiyacı ithalat yoluyla karşılanmıştır. Yerli potansiyel ihmal edilmiş, petrol ve doğal gazda daha çok başvurulmuştur. Türkiye ekonomisi birincil enerji tüketimi içinde petrol ve doğal gazın payı %60'lar seviyesindedir ve bu kaynaklar Türkiye'de bulunmadığı için dışa bağımlılık oranı çok yüksektir. Elektrik üretiminde doğal gazın payı yaklaşık %50'dir. Dolayısıyla enerji arzında bu yüksek bağımlılık oranı önemli risk oluşturmaktadır. Ayrıca Türkiye, sera gazları salınım miktarlarını düşürmek için Kyoto protokolünü

imzalayarak taahhüt altına girmiştir. Fosil tabanlı yakıtların Türkiye'deki bu kullanımını, yukarıdaki tabloda verilen istatistiklerle birleştirildiğinde, mevcut durumda fosil tabanlı yakıtlara dayalı enerji politikalarının enerji arz güvenliği açısından güven vermekten uzak olduğu görülür (Eniş, 2003: 299-300).

#### **4.2.4.4.2. Enerji Arz Güvenliği Politikaları**

Enerji arz güvenliğinin önemini fark eden ülkeler bu konuda çeşitli politikalar geliştirmişlerdir. Kısa vadede ekonomik gelişme ve çevresel ihtiyaçlara paralel olarak enerji arzında yatırımlar yapmak, uzun vadede ise enerji sistemlerine, arz ve talepte meydana gelen ani değişimlere cevap verebilecek şekilde esneklik kazandırmak gerekir (IEA-Energy Security <http://www.iea.org>). Diğer yandan kaynak çeşitliliğini arttırmak, enerji (petrol ve d.gaz gibi) depolama kapasitesini arttırmak, fiyat güvenliğini sağlamak, enerji tasarruf ve verimliliğine önem vermek ve dış politika araçlarını kullanmak gerekmektedir (Tuncay, 2005: 23). Diğer bir sınıflandırmada arz güvenliği politikaları önleme (prevention), caydırma (deterrence) ve çevreleme (containment) politikası olmak üzere üç kısma ayrılır. İlkinde enerji arzında kesintilere yol açabilecek oluşumlar politik manevralarla azaltılır. İkinci seçenekte üretici ülkelerin, politik nedenlerden ötürü enerji arzını kısıtlayacak davranışlardan uzak durması sağlanır. Son seçenekte ise her şeye rağmen enerji arzında aksaklıkların meydana gelmesi halinde, en azından bu durumun ulusal güvenlik ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına çalışılır (Linde, 2004: 64).

Arz güvenliğinde öncelikle ülke kendi kaynaklarına yönelmeli ve bunları geliştirmelidir. Eğer ülkenin yerli kaynakları yeterli ise ve üretim maliyetleri de dünya seviyesi ile rekabet edebilir düzeyde ise, ülkenin öncelikle kendi enerji kaynaklarını değerlendirmesi akıllıcadır. Bunun için yerli firmalar teşviklerle desteklenebilir, dış rekabete karşı korunabilir, bazı maliye politikası araçları kullanılabilir. Eğer söz konusu ülke, hidrokarbon bazlı enerji kaynakları bakımından zengin değilse, nükleer enerji veya yenilenebilir enerjiye yönelmelidir. Fakat Türkiye ve dünya koşullarında mevcut teknoloji seviyesi göz önünde bulundurulduğunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon bazlı kaynaklara güçlü bir ticari alternatif olabilmesi için devlet tarafından desteklenmesi gerekmektedir. Ancak arz güvenliğini arttıran tüm bu uygulamalarda

kamu kaynakları mümkün olduğu kadar verimli kullanılmalı, israfa yol açılmamalı, vergi ödeyenlerin yükünün artmamasına dikkat edilmelidir (Linde, 2004: 64).

Enerji arz güvenliğine yönelik en önemli politikalardan biri kaynak çeşitlendirmesidir. Normal koşullarda enerji kaynaklarının tüketim içindeki paylarının mümkün olduğu kadar eşit olması, belli bir enerji kaynağına bağlı kalınmaması istenir. Amaç herhangi bir arz kesintisi durumunda meydana gelebilecek risklerden kaçınmaktır. Enerjide kaynak çeşitlendirmesi, kullanılan enerji tipi ve ithal edilen bölgeler bazında iki çeşittir. İster ülke içinden temin edilsin, isterse de yurt dışından ithal edilsin belli bir enerji kaynağına aşırı bağlanmak üretimin veya bazı günlük ihtiyaçların devamı için önemli risk oluşturur, çünkü söz konusu kaynağın arzında bir kesilme olduğu takdirde diğer alternatifleri devreye almak zaman alacaktır. İkinci olarak belli enerji kaynaklarını, enerji tipinde çeşitlilik olsa bile hep aynı ülke veya bölgeden ithal etmekte risklidir. Bunun en güzel örneği 1973 petrol krizinde yaşanmıştır. Kriz öncesine kadar dünyada devam eden büyüme eğilimi, düşük petrol fiyatları, petrolün kullanım kolaylığı ve geliştirilen teknolojilerin niteliği nedeniyle petrole bağımlılık, ekonominin pek çok sektörü (ulaştırma, imalat sanayi gibi) olmak üzere hızla artmıştır. Ancak 1973 'te OPEC'in petrol fiyatlarını yükseltmesi ile meydana gelen negatif arz şoku dünya ekonomilerinde deprem etkisi yaratmıştır. Krizle birlikte üretim aksamış, büyüme negatife dönmüş, enflasyon ve işsizlik (stagflasyon) artmıştır. Krizin etkilerinin bu derece ağır olmasının en önemli nedeni ülkelerin petrole olan aşırı bağımlılığıdır. Bunun üzerine gelişmiş ülkeler petrole alternatif enerji kaynak arayışlarını hızlandırmışlardır (Le Bel, 1982: 4–6). Bu amaçla dünya ülkeleri stratejik bir kararla, fosil tabanlı yakıtlara alternatif alanlarda (nükleer enerji ve yenilenebilir gibi) yeni arayışlara girmişlerdir. Son olarak ülkelerin arz kanallarını da çeşitlendirmesi gerekir. Buna göre enerji ithalatında karayolu, deniz yolu, boru hatları gibi taşıma şekilleri mümkün olduğu kadar eşit ölçüde ağırlıklandırılmalı, belli bir kanala ağırlık verilmemelidir (Çaha, 2006: 81).

Bu kapsamda öncelikle devlet desteğiyle yenilenebilir enerji yatırımları arttırılmalı, gerekli ar-ge çalışmalarına daha çok kaynak ayrılmalıdır, çünkü sektör henüz yeni gelişmekte olduğundan desteğe ihtiyaç vardır. Mevcut haliyle yenilenebilir kaynakların, fosil tabanlı yakıtlarla rekabet etmesi mümkün değildir. Örneğin 2009 yılında fosil tabanlı yakıtlar dünya çapında 300 milyar dolar destek görürken,



yenilenebilir enerjide bu rakam sadece 57 milyar dolarda kalmıştır. Dolayısıyla geleneksel biyomas yöntemlerin ağırlığı devam etmektedir. Ancak geliştirilecek teknolojilerle yenilenebilir kaynakların maliyetleri düşecek, fosil tabanlı yakıtlarla rekabette güçlenecek ve böylelikle modern biyomas yöntemlerin ve diğer yenilenebilir kaynakların payı artmaya başlayacaktır. Bunun yanında nükleer seçenekte özellikle Çin ve Hindistan tarafından değerlendirilmektedir. Bu ülkelerin önümüzdeki dönemlerde nükleer enerjiye milyarlarca dolar kaynak aktarması beklenmektedir. Fakat gelişmiş ülkeler bu trendin tersine nükleer enerjide yeni yatırımlara girmemekte, piyasadan yavaş yavaş çekilmektedirler (Shah, 2010 Global Issues- Sustainable Development, <http://www.globalissues.org/article/408/>).

Belli kaynaklara bağlanmanın risklerine rağmen her enerji kaynağının maliyeti farklıdır. Ayrıca kaynaklar yeryüzüne eşit dağılmamıştır. Kimi bölgelerde ihtiyaç fazlası düzeyinde iken, kimi ülkelerde hiç yoktur. Son olarak her dönemin teknoloji seviyesine göre belli bir enerji kaynağının kullanımı (kömür çağı, petrol çağı gibi) artmaktadır. Dolayısıyla bu koşullarda bazı ülkeler, doğal bir süreç içinde belli enerji kaynaklarına daha çok yönelmekte, kaynak çeşitlendirmesinde doğal olarak istenilen düzeye gelememektedirler (Ayhan, 2009: 61).

Arz güvenliğinde diğer bir politika enerjinin depolanmasıdır. Örneğin ilgili AB raporunda petrolün sanayide ve günlük hayatta artan önemi ve dış bağımlılığın yüksek olması dolayısıyla yaşanabilecek bir arz kesintisinin, ister kısa süreli olsun genel ekonomik faaliyetlerde önemli aksamalara yol açacağı belirtilmiştir. Bunun üzerine AB'nin ilgili karar organları, üyelerinden en az 65 günlük kullanımlarına yetecek kadar petrol stoklamalarını istemiştir (Council Directive: <http://eur-lex.europa.eu>). 1972 yılında ise bu süre 90 güne çıkarılmıştır. Buradaki temel problem, dünyadaki petrol rezervlerinin yaklaşık %65'ini barındıran ve AB'nin ham petrol ithalatının büyük çoğunluğunu oluşturan Ortadoğu'nun siyaset ve güvenlik açısından sorunlu bir bölge olmasıdır. Özellikle İsrail ve bölgedeki diğer Arap ülkeleriyle yıllardır devam eden sürtüşme ve çatışmalar, başta ABD olmak üzere diğer gelişmiş ülkelerin bölge üzerindeki emelleri, bölgeyi petrol arzında sorunlu kılmaktadır. 1973 ve 1979 petrol krizleri, ABD'nin 1991 ve 2002'de yaptığı Irak harekâtları bunlara örnektir. Devam eden süreçte petrol arzında yaşanan dalgalanmaların artması üzerine AB karar organları, üye ülkelerden, enerji stoklarını daha etkin yönetebilmeleri için her ülkenin kendi

bünyesinde ilgili kamusal kuruluşların oluşturulmasını kararlaştırmıştır (Tuncay, 2005;23). Türkiye’de de, bu amaçla TPAO ile BOTAS arasında, 21 Temmuz 1999 tarihinde Kuzey Marmara (Silivri - offshore) ve Değirmenköy (onshore) doğal gaz sahalarının depo olarak kullanılması amacıyla Doğal Gaz Depolama ve Yeniden Üretim Hizmetleri Anlaşması imzalanmıştır. Yüzeysel tesisleri aynı yerde kurulan ve tesisin yıllık toplam işletme gazı kapasitesi 1.6 milyar m<sup>3</sup> olan Kuzey Marmara ve Değirmenköy Doğal Gaz Yeraltı Depolama Tesisleri 20 Temmuz 2007 tarihinde yapılan törenle hizmete alınmıştır. İkinci proje enerji bakanlığı ve BOTAS’ın himayesinde 2005 yılında, tuz gölünde 1 milyar m<sup>3</sup> ‘lük doğal gaz depolama tesisi inşasıdır. Böylelikle doğal gaz sisteminin arz talep dengelemesinin sağlanması, özellikle Orta Anadolu Bölgesi’nin pik çekişlerinin karşılanması ve önümüzdeki yıllarda ortaya çıkacak olan doğal gaz arz açığına çözüm getirilmesi ve doğal gaz boru hatlarımızın çalışma sisteminin optimizasyonu hedeflenmektedir (BOTAS, Uluslar arası Projeler, <http://www.botas.gov.tr/icerik/tur/projeler/yurtdisi.asp>).

Arz güvenliğinde talepteki artışın kontrol altına alınması ve yeni stratejilerin geliştirilmesi de önemlidir. Öncelikle nihai kullanıcıların kontrolsüz enerji kullanımı konusunda bilinçli olmaları gerekir. Bilinçli tüketici enerjiyi daha verimli kullanarak talep artışının kontrolüne olumlu katkı yapacaktır. İkinci olarak enerji piyasalarında rekabet kurallarının yeteri kadar işlenmesi de önemlidir. Böylelikle serbest piyasa oyuncuları hem fiyatları düşürecekler, hem de rekabette öne geçmek için yeni kaynaklara yöneleceklerdir. Diğer yandan vergilerde piyasa aktörlerinin yönlendirilmesinde kullanılabilir. Vergiler sayesinde piyasa oyuncuları çevre ile dost yeni teknolojiler geliştirmeye, enerjiyi daha verimli kullanmaya teşvik edilebilir. Mali araçlar özellikle enerji piyasasındaki ve üreticiler arasındaki aksaklıkları gidermek, verimliliği ve tasarrufu teşvik etmek ve negatif dışsallıkları maliyetlendirmek için kullanılabilir. Verimlilik ve tasarruf artışları da önemli bir politika aracıdır. Sanayide, hizmetler sektöründe ve ulaşımda alınacak önlemlerle talep kontrol altına alınabilir. Örneğin daha verimli yakıtlar, daha üstün teknolojili yakıtlar, geleneksel yakıtların yerine hidrojenin ikame edilmesi gibi. Ancak bunun için geliştirilecek teknolojiler, yapılacak ar-ge harcamaları devlet tarafından mutlaka teşvik edilmelidir.

Talebin kontrol altına alınmasında ikinci boyut sektörel politikalarlardır. İlk olarak taşıma tipleri arasındaki dengesiz dağılım giderilmelidir. Türkiye ekonomisinde hem

yolcu hem de yük taşımacılığında, tablo 4.4 ve 4.5'te de belirtildiği gibi karayollarının payı çok fazladır. Halbuki kara yolları yerine birim yük ve yolcu taşıma maliyetleri daha düşük olan, yolcu ve yük başına daha az yakıt kullanılan ve daha verimli olan deniz ve tren yolu taşımacılığına önem verilmelidir. İkinci olarak binalarda, iş yerlerinde enerji verimliliğine dikkat edilmesiyle enerji talep hızı ve enerji ithalatı azalacaktır. Bu yüzden enerji tasarruf ve verimliliği ile ilgili konulan yönetmelik ve kuralların işleme sağlanmalı ve yenilenebilir enerji kullanımı arttırılmalıdır (European Commission, Green Paper: 68–71)

Arz ve talepteki artışın kontrol altına alınmasında enerji verimliliği önemli bir araçtır. Türkiye nüfusu hızla artmaktadır. Ekonomik büyüme ihtiyacı yüksektir. Böylesine dinamik bir ekonomide enerji talep artış hızı da yüksek olacaktır. Diğer yandan ülkenin doğal enerji kaynakları, talebi karşılamaktan çok uzaktır. Dolayısıyla enerji tüketiminde dışa bağımlılık yıldan yıla artmaktadır. Dışa bağımlılığın artması ise beraberinde enerji arz güvenliğinde riski arttırmaktadır. İşte hem dış bağımlılığın azaltılması hem de talep artış hızının düşürülmesi için enerji verimliliği ve tasarrufu önemli bir seçenektir. Alınacak önlemlerle (vergiler, teşvikler ve kullanıcıların eğitilmesi gibi) artık aynı iş için daha az enerji kullanılacak, enerji tasarrufuyla israf edilen enerji azalacaktır (Beden, 2007: 78–82).

Enerji arz güvenliğinde talep tarafındaki düzenlemelerle beraber arz bağımlılığının yönetilmesi de önemlidir. Yurt içi ve yurt dışı arzın güvenliliğinin sağlanması ve rekabetin devam ettirilmesi olmak üzere üçayağı vardır. Yurt içi arz kısmında öncelikle dış bağımlılığı azaltacak, fiyat dalgalanmalarından ekonomiyi ve tüketicileri koruyacak, çevre ile dost yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları (hidrojen, kojenerasyon sistemleri gibi) devreye alınmalıdır. Örneğin yenilenebilir enerji tüketimi konusundan yıllara göre hedefler konulmalı, teşvikler verilmeli, vergi mekanizmasında buna göre ayarlanmalar yapılmalıdır. Bunun yanında nükleer enerji seçeneği de değerlendirilmelidir. Her ne kadar gelişmiş ülkeler nükleer enerjide yeni yatırımları durdurmuşlarsa da, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde nükleer enerji az da olsa enerji kaynakları arasındaki yerini almalıdır. Yurt içi arz çerçevesinde enerji stokları (doğal gaz depolama alanları gibi) oluşturulmalı, enerji piyasalarında fiyat oynaklığına yol açan spekülasyon hareketleri engellenmelidir. Yurt dışı arz çerçevesinde önemli enerji üreticisi ülkelerle, sadece enerji alanında değil, teknoloji transferi ve çevresel konuları

da içerecek şekilde geniş kapsamlı ilişkiler kurulup devam ettirilmelidir. Dış kaynaklı enerji arzında sadece uygun fiyattan sağlam kaynaklar bulmak yetmez, aynı zamanda yetkin bir arz şebekesine de sahip olunmalıdır, çünkü enerjinin naklediliş şekli (deniz yolu, kara yolu, boru hatları gibi) arz güvenliği açısından önemlidir. Burada nakil biçimleri arasında denge olmalı, bir kanala fazla yüklenilmemelidir. Örneğin kurulacak boru hatlarıyla hem nakil şekli hem de kaynak bölge açısından çeşitlendirme yapılabilir. Elektrik ithalatında ise iletim şebekeleri iyileştirilmelidir. Son olarak rekabetin devam ettirilmesi ham petrol türev piyasaları içinde geçerlidir. Bu piyasalarda rekabetin sıkı kurallar altına alınarak denetlenmesi gerekir. Bu kapsamda petrol dağıtım piyasasında tekelleşme önlenmeli, giriş bariyerleri en aza indirilmelidir (European Commission, Green Paper: 71–75).

Enerji arz güvenliğinde ülkenin sahip olduğu enerji sisteminin yeteri kadar esnek olması da önemlidir. Alınacak teknik, operasyonel ve ekonomik önlemlerle sistemin esnekliği artırılmalıdır. Örneğin Türkiye’de kara taşıtlarında sadece benzin veya mazot kullanan araçlarda alternatif yakıt seçeneği olarak LPG’nin sunulması olumludur. Sadece bu alanda değil, elektrik üretiminde de esneklik kazandıracak pek çok alternatif (rüzgar, güneş vb.) mevcuttur. Operasyonel esnekliği arttırmada yedek kapasite ve stratejik stok bulundurma seçenekleri de kullanılabilir. Yine bunlar için devlet teşvik edici ve destekleyici düzenlemeler (vergiler, sübvansiyonlar, uzun dönemli sözleşmeler gibi) yapılmalıdır.

Arz güvenliğini sağlamada diğer bir alternatif, dış politika araçlarını kullanmaktır. Burada belli bölgelerde ve belli konuları içeren yardım programları kullanılan başlıca araçlardandır. Enerji kaynağının ithal edildiği ülke veya bölge yada enerji iletim (boru hatları gibi) koridoru üzerinde stratejik konumda bulunan ülkelerle diplomatik, siyasi, ekonomik ve kültürel ilişkiler sıkı tutulur, güçlü diyaloglar geliştirilir. Teknolojik olarak yardım edilir, enerji konusunda ortak projeler ve yatırımlar gerçekleştirilir. AB ile Ortadoğu ülkeleri arasında 1973 petrol krizinden sonra imzalanan Arap-Avrupa Diyalogu (Euro-Arab Dialogue), 1995 Barselona Süreci, 1997 Euro-Med Enerji Formu, Rusya ile 1991 yılında gerçekleştirilen Avrupa Enerji İmtiyaz Anlaşması (European Energy Charter) bunlara örnektir (Tuncay, 2005: 25–26). Böylelikle Avrupa birliği kendi arz güvenliğini sağlarken, Rusya ve O.Doğu ülkeleri kendi talep güvenliklerini garanti altına almaktadırlar.

Son olarak askeri politikalar kullanılabilir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerden ziyade gelişmiş batılı ülkeler (özellikle ABD) enerji arz güvenliklerini sağlamada güvenlik politikaları ve askeri politikalardan da yararlanmaktadırlar. Soğuk savaş döneminde ABD ve Rusya'nın başını çektiği kutuplara ayrılmış dünya sisteminde ülkeler bir tarafı seçmeye zorlanmış ve güçlü devletlerin askeri şemsiyesi altına girmişlerdir. Devam eden süreçte enerjinin öneminin artmasıyla hayati çıkarlar listesi bir adım daha genişlemiş, artık gelişmiş ülkeler enerji kaynaklarına yapılacak müdahalelere karşı askeri seçenekleri de değerlendirmeye başlamışlardır. Bunun en güzel örneği, ABD'nin 1991 ve 2002 yılında gerçekleştirdiği Irak operasyonlarıdır. AB ise ABD'nin aksine zaten ABD'nin askeri şemsiyesi altında olduğu için askeri operasyon seçeneğini kullanmamakta, bunun yerine enerji güvenliklerini sağlamak için daha çok diplomatik kanalları tercih etmekte, enerji konusundaki ikili ilişkilerinde talep garantisini bir teşvik olarak kullanmaktadır (Linde, 2004: 76).

Arz güvenliğinde İngiltere'den örnek vermek gerekirse, hazırlanan bir raporda elektrik ve d.gaz piyasası arz güvenliği için yukarıdaki politikalardan farklı olarak beş adımdan oluşan bir plan hazırlanmıştır. Hükümetin uhdesinde uygulanacak bu stratejiye göre a)-belli hedefler gözetilerek (minimum karbon fiyatı, daha net fiyat sinyali, tüketicilerin enerji kullanımının daha iyi analiz edilmesi) reformların yapılması (targeted reforms), b)-enerji piyasasında üreticileri ilgilendiren arz güvenliğini arttırıcı yükümlülüklerin (gerektiğinde enerji yedeklemesine imkân verecek şekilde arzın talepteki ani değişikliklere daha iyi cevap vermesini sağlayacak, üretimi daha çok oranda uzun dönemli kontrat veya sözleşmelere bağlayacak, teknik aksaklıkları en aza indirecek) getirilmesi (enhanced obligations), c)-yenilenebilir enerji arzını arttırmak amacıyla, yenilenebilir enerji ihalelerinin geliştirilmesi (enhanced obligations on renewables tenders), d)-kapasite arttırıcı enerji ihalelerinin yapılması (capacity tenders) ve son olarak devletin enerji piyasasında özel sektörün payını arttırmak, yatırımları teşvik etmek amacıyla belli süreler ve fiyat seviyesinden enerji alım garantileri (central energy buyer) vermesini içerir (Ofgem, 2010: 32–50).

Türkiye ekonomisi içinde değerlendirildiğinde birincil enerji tüketimi içinde petrol ve doğal gazın payı %60'lara varmakta ve bu kaynaklarda yerli üretim, tüketimin ancak %10'unu karşılamaktadır. Alternatif kaynak arayışı ile tek bir kaynağa bağlanmanın riskleri düşürülecek, petrol kullanımından doğal çevresel olumsuzluklar

azaltılacak ve enerji ithalatının ödemeler dengesi üzerindeki olumsuz etkisi hafifletilecektir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının stratejik planı stratejik amaç ve hedefler arasında konuyla ilgili olarak kaynak çeşitlendirilmesinin yerli kaynaklara önem verilmek suretiyle gerçekleştirileceği belirtilmiştir. Tablo 4.10'da Türkiye'nin yerli kaynak potansiyeli verilmektedir.

Tablo 4.10 Türkiye'nin Yerli Kaynak Potansiyeli (2009)

KAYNAK	POTANSİYEL
Linyit	11,4 Milyar ton
Taşkömürü	1,3 Milyar ton
Asfaltit	77 Milyon ton
Ham Petrol	42 Milyon ton
Bitümler	18,5 Milyon ton
Hidrolik	129,4 Milyar Kwh/yıl
Doğal Gaz	7 Milyar m <sup>3</sup>
Rüzgar	48000 Mw
Jeotermal	32010 Mw t/yıl
Biyokütle	8,6 Mtep
Güneş	32,6 Mtep
Doğal Uranyum	9,1 Ton

Kaynak: EÜAŞ Elektrik Üretim Sektör Raporu, s.9

Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 2009 yılı sonu itibariyle yaklaşık 104 Mtep, elektrik tüketimi ise 210 milyar Kwh'dir. Bu kapsamda yüzde yüz yerli olan yenilenebilir enerji kaynaklarına başvurulacak ve 2020 yılına kadar nükleer enerji faaliyete geçecektir. Bunun için hidroelektrik potansiyelinin daha çok değerlendirilmesi için özel sektör de teşvik edilecek, rüzgâr santralleri, jeotermal kaynaklar ve güneş enerjisinden oluşan yenilenebilir enerji kullanımını geliştirmeye yönelik teşvikler, ar-ge harcamaları ve yatırımlar arttırılacaktır.

### Sonuç ve Öneriler

Enerji bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişiminin en temel gereksinimlerinden biridir. Türkiye'nin artan nüfusu ve buna paralel ihtiyacı olan kalkınma ve büyüme gereksinimi sonucuna bağlı olarak enerji tüketimini artırmaktadır. Türkiye bu artan enerji tüketimini karşılayacak, enerji arzını artırması gerekmektedir.. Aksi takdirde ekonomik büyüme yavaşlayacak, refah düzeyi olumsuz etkilenecek ve halkın temel gereksinimlerinin karşılanmasında problemler çıkabilecektir. Enerji politikalarının hedefi ekonomideki üç temel sektörün (tarım sanayi ve hizmetler) ihtiyaç duyduğu

enerjiyi, yeterli miktar ve kalitede, makul fiyattan ve çevre ile dost olacak şekilde temin etmektir.

Bu çalışmada yapılan ayrıştırma analizi sonuçlarına göre genel ekonomi düzeyinde **çıkıtı etkisi**, sektörel enerji tüketimindeki en büyük ve belirleyici unsurdur. Yani sektörel enerji tüketimi üretimdeki değişimden daha çok etilenmektedir. Analiz sonuçlarına göre çıkıtı etkisi enerji tüketiminde 1970-2009 arasında 59.684 btep'lik artış meydana getirmiştir. Yani üretim arttıkça sektörel enerji tüketimi de artmıştır. Kriz yıllarında ise ,çıkıtıdaki azalışa paralel olarak enerji tüketimi de düşmüştür. Gelişmekte olan ülkelerde, enerji yoğunluğu az ama katma değeri yüksek sektörlerin (örneğin bilişim teknolojileri ve yazılım sektörü gibi) payı, enerji tüketiminin yoğun olduğu ağır sanayi dallarına göre daha düşük olduğu için enerji tüketiminde, üretimdeki artış veya azalışlar daha çok etikli olmaktadır. Bu yüzden Türkiye ekonomisinde çıkıtı etkisinin ağırlığı devam etmekte, ancak ülkenin gelişmişlik seviyesinin artmasına bağlı olarak yapısal ve yoğunluk etkisinin de önemi artmaktadır. Fakat çıkıtı etkisinin bu kadar belirleyici olması risklidir. Çünkü Türkiye zaten enerji kaynakları açısından dışa bağımlı bir ülkedir. Enerji temininde yaşanacak bir aksama üretimde önemli aksaklıklara yol açacaktır.

Çalışmada yapılan bir diğer analiz olan **yoğunluk etkisi** çıkıtı başına enerji tüketimi ile ilgilidir. Ülkelerin gelişmişlik seviyesi arttıkça, artan teknoloji seviyesi ve enerji verimliliği nedeniyle yoğunluk değerlerinin düşüş göstermesi beklenmektedir. İncelenen dönemde Türkiye ekonomisi için yoğunluk etkisi iki farklı eğilim göstermiştir. 1970-1980 döneminde az da olsa küçük bir artış eğilimi gösteren değer, 1980'den sonra ekonomi politikalarında yaşanan dönüşüme paralel olarak hızla düşmüştür. Tüm dönemler itibariyle bir değerlendirme yapıldığında enerji tüketiminde beklenildiği üzere 6181 btep'lik tasarruf sağlanmıştır. 1980 öncesi dönemde uygulanan ithal ikameci ekonomi politikaları ve ekonomideki devlet desteği nedeniyle enerji verimliliği ikinci planda kalmıştır. Enerji fiyatlarının (özellikle petrolün) ucuz olduğu ilk petrol krizine kadar olan dönemde, nitelikli işgücü kıtlığı ve sendikal hareketlere bağlı olarak yükselen emek fiyatları nedeniyle; göreceli olarak ucuz olan enerji ve sermayeyi ikame edilmesine neden olmuştur. Bu da sektörlerle, aşırı şekilde enerjiye bağımlı üretim yapma alışkanlığını getirmiştir. Bu nedenlerle 1979 petrol krizine kadar olan dönemde **yoğunluk etkisi** enerji tüketiminde 162 btep'lik bir artışa yol açmıştır.

Ancak 1980 dönüşümü ile ekonominin dışa açılması, piyasa odaklılığın artması, ekonomide rekabetin artması, teknolojik gelişmelerin daha yakından izlenmesi, enerji koruma politikalarına daha çok önem verilmesi gibi nedenlerle **yoğunluk etkisi** hızla düşmüş ve 1980-2009 döneminde enerji tüketiminde **4885 btep'lik tasarruf sağlamıştır**.

Yapılan diğer bir analiz sonuçlarına göre, **yapısal etki** genel ekonomi düzeyinde pozitif çıkmıştır. Buna göre ekonomideki sektörlerin yapısal değişimi 1970-2009 döneminde enerji tüketiminde **6423 btep'lik** artış meydana getirmiştir. Bu sonucun ortaya çıkmasında enerji yoğun olan sanayi sektörünün milli gelir içindeki payının artması etkili olmuştur. Hizmetler ve sanayi sektöründe **yapısal etki pozitif çıkarken, tarım sektöründe ise negatif çıkmıştır**. Enerji yoğunluğundaki değişim enerji tüketiminde tasarruf sağlarken, yapısal değişim enerji tüketimini artırıcı etki yapmıştır. Halbuki yapısal etkinin, ekonomide daha az enerji yoğun, sektörel katma değeri yüksek sektörlerin payının artmasına bağlı olarak enerji tüketimini düşürücü bir etki yapması beklenir. Gelişmiş ülkelerde ileri malzemeler sektörü, elektronik sektörü, bilişim-yazılım sektörü gibi enerji kullanımının az, ancak bilgi kullanımının önemli olduğu sektörler ön plana çıkarken, söz konusu ülkelerin enerji yoğunluk değeri hızla düşmekte ve yapısal etkileri negatife dönmektedir.

Sanayi sektörünün yedi alt sektöre ayrılarak 1980-2009 dönemi için incelendiği analizde ise aynı şekilde **çıkıtkı etkisi** tüm alt sektörler dahil olmak üzere üretimdeki artış ile beraber artmış, kriz yıllarında üretimdeki azalışa paralel olarak düşmüştür. Yine çıkıtkı etkisi diğer iki etkiye göre daha ağır basmış, sanayi sektörü enerji tüketimi en çok çıktıdaki değişimlerden etkilenmiştir. Bu durum Türkiye'nin enerji yapısı göz önünde bulundurulduğunda üretimin devamlılığı açısından risk oluşturmaktadır. **Çıkıtkı etkisi** içinde öne çıkan sektörler demir-çelik, petrokimyasal hammadde ve çimento sektörü olmuştur.

Sanayi sektöründe **yoğunluk etkisi**, genel ekonomideki durumun tersine enerji tüketiminde 4.793 btep'lik artışa yol açmıştır. Ancak 1980-2000 yılları arası dönemde yoğunluk etkisi 4.276 btep'lik tasarruf sağlarken 2000-2009 döneminde yaklaşık 9000 btep'lik artışa neden olmuştur. Alt sektörler itibariyle bakıldığında demir-çelik, gübre, şeker ve demir dışı metaller sektörlerinde **yoğunluk etkisi** negatif iken, kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde, çimento ve diğer sanayi dallarında ise pozitifdir.



Türkiye’de 1980–2000 döneminde 24 Ocak kararlarının etkisi ile piyasa odaklılığın artması, kapasite kullanım oranlarının artması, etkin enerji yönetimi ve enerji verimliliği tekniklerine önem verilmesi, ekonominin dışa açılması ile teknolojik gelişmelerin daha yakından takip edilmesi, Ar-Ge harcamalarının artması, sanayide kullanılan enerji fiyatlarının artması gibi nedenlerle enerji yoğunluğu sanayi sektörü enerji tüketimini düşürücü etkide bulunmuştur. Ancak 2000 yılı sonrası dönemde, 2001 krizinin etkisi, uluslararası finansal piyasalarda yaşanan likidite bolluğunun enerji fiyatlarındaki artışın etkilerini bertaraf etmesi, imalat sanayi reel katma değer artış hızında görülen yavaşlama ve yaşanan 2009 küresel finansal krizin etkisi ile **yoğunluk etkisini arttırıcı** etkide bulunmuştur. Gelişmiş ülkelerde, enerji yoğunluğu düşük ancak katma değeri yüksek sektörlerin milli gelir içinde büyük paya sahip olması, teknolojik ilerlemeler, enerji verimliliği uygulamalarına önem verilmesi gibi nedenlerle yoğunluk etkisi enerji tüketiminde düşürücü etki yapmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise enerji yoğunluğunun enerji verimliliğini ikinci plana itmesi, teknolojik gerilik, ağır sanayi dallarının ekonomideki ağırlığının devam etmesi gibi nedenlerle genellikle enerji tüketimi üzerinde arttırıcı etki yapmaktadır.

**Yapısal etki** ise sanayi sektörü enerji tüketiminde 1081 btep’lik tasarrufa neden olmuştur. Bu etki sonucu demir çelik ve diğer sanayi dalları hariç enerji tüketim artışı üzerinde düşürücü etkide bulunmuştur. Çimento, Şeker, Gübre gibi enerji yoğun endüstrilerin üretim içindeki paylarının azalması bu şekilde bir yapısal dönüşüme yol açmıştır. Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişte bilgi, ekonomilerin en önemli girdisi olmuş ve üretim sürecinde diğer üretim faktörlerinden daha ön plana çıkmıştır. Çünkü artık diğer girdiler bilgi sayesinde elde edilebilir kaynaklar haline gelmiştir. Bilgi toplumunda artık bilgisayarlara ve bilişim teknolojilerine dayalı üretime geçilmiştir. Bilgi toplumunda, üretim ve ekonomi açısından merkezi mevki, ağır sanayi değil bilişim teknolojileridir. Dolayısıyla ağır sanayi ikinci planda kalmıştır. Bu da beraberinde milli gelir içinde sermaye yoğun sektörlerin payının azalması, daha az sermaye yoğun sektörlerin payının artmasını beraberinde getirmiştir.

Bu sonuçlar ışığında hem genel ekonomi hem de sanayi alt sektörleri itibariyle **çıkı etkisinin** ağır basması enerji politikalarında arz güvenliğine önem verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Üretimin devamı için, gereken enerjinin kesintisiz şekilde sağlanması gerekmektedir. Aksi takdirde sadece üretimin değil, günlük temel

ihtiyaçların bile temininde aksaklıklar çıkacaktır. Ancak enerjinin sadece kesintisiz değil aynı zamanda düşük maliyetle sağlanması gerekir. Çünkü Türkiye'nin birincil enerji tüketimi yaklaşık %75–80 oranında fosil tabanlı yakıtlara dayalıdır. Son yıllarda özellikle ham petrol fiyatları başta olmak üzere enerji fiyatları yükselmektedir. Türkiye'nin enerji ithalatı ( petrol, doğal gaz, petrol ürünleri ve diğer yakıtlar, yağlar gibi) 2010 yılında toplam ithalatın %20'sine karşılık gelmektedir. Yüksek maliyetli enerji aynı zamanda ülkenin rekabet gücünü de olumsuz etkilemektedir. Kesintisiz ve düşük maliyetli olmanın yanı sıra enerjini kullanımının çevre ile dost olması gerekir. Günümüzde küresel ısınma, dünya coğrafyası üzerindeki etkilerini her geçen gün artırmakta ve giderek daha da dönüşü olmayan noktalara doğru gidilmektedir. Bu noktada ortaya çıkan sürdürülebilir enerji kavramına göre ihtiyaç duyulan enerji en az finansmanla, en az çevresel ve sosyal maliyetle ve kesintisiz şekilde temin edilmelidir. Aksi takdirde gelecek kuşakların temiz ve yaşanabilir bir çevrede yaşama hakkı gasp edilmiş olacaktır.

Bu durumda enerji politikalarında temiz, çevre ile dost, tükenmez ve ucuz olan yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilebilir. Yenilenebilir enerji yerli bir kaynaktır ve Türkiye bu bakımdan, fosil tabanlı yakıtlarda olduğunun aksine daha zengindir. Özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji potansiyeli kuvvetlidir. Yenilenebilir enerjinin tüketimdeki payının artmasıyla hem arz güvenliği olumlu etkilenecek, uluslararası enerji piyasalarındaki fiyat dalgalanmalarından ülke belli ölçüde de olsa korunacak, döviz çıkışı azalacak, yeni iş kollarının açılmasıyla istihdam artabilecektir. Ancak yenilenebilir enerji yeni bir kaynak olduğu için ilk kurulumu pahalıdır. Bu yüzden kullanımının yaygınlaşması geliştirilecek maliyet düşürücü teknolojilere, verilecek teşviklere ve nihai kullanıcıların bilinçlendirilmesine bağlıdır. Arz güvenliğinde kaynak çeşitliliği de önemlidir. Hem enerji tipinde, hem de enerjinin ithal edildiği ülke anlamında tek bir kaynağa bağlı kalmak oldukça risklidir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarını daha çok devreye almak, hidrolik enerji potansiyelini daha çok değerlendirmek, enerji portföyünde olmayan nükleer enerjiyi kullanmak, yerli bir kaynak olan linyit potansiyelini temiz yanma teknolojileri geliştirmek suretiyle tüketmek faydalı olacaktır. Kaynak çeşitliliği aynı zamanda enerji rejimine esneklik de kazandıracaktır. Burada olması gereken ekonominin yoğun olarak kullandığı enerji kaynaklarının mümkün olduğu kadar yerli üretimle karşılanması, dışa bağımlılığın daha

az olması, miktarının yeterli olması, tek bir enerji kaynağına bağlanmadan kaynak çeşitliliğine gidilmesi, uluslararası fiyat dalgalanmalarından etkilenmemesi, istihdam yaratması, yatırım ve üretim maliyetinin düşük yani her şeyiyle ucuza mal olmasıdır. Bu parametreler ışığında belirlenecek politikaların kısa vadeli değil uzun vadeli ve planlamaya dayalı olması gerekir.

**Yoğunluk etkisi** genel ekonomi düzeyinde negatif ,sanayi sektörü düzeyinde ise pozitif çıkmıştır. Dolayısıyla sanayi sektöründe enerji verimliliği tekniklerine, enerji tasarrufuna ve etkin enerji yönetimine daha çok önem verilmelidir. Üretimde ve günlük yaşamda enerji yoğunluğunun düşürülmesi, tüm enerji zincirinde verimliliğin artırılması, verimlilik bilincinin geliştirilmesi iletim ve dağıtımda kayıp-kaçakların azaltılması, üretimde verimlilik artırıcı teknolojilerin uygulanması ve rehabilitasyon yatırımlarının yapılması gerekmektedir. Uygulanacak vergiler, sübvansiyonlar ve fiyat politikası ile enerji verimliliği üzerinden yoğunluk etkisi enerji tüketiminde tasarruf edici hale dönüştürülebilir. Böylelikle daha az enerji kullanılarak daha çok çıktı elde edilecek, talep baskısı azalacak ve enerji kullanımının çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltılabilecektir.

**Yapısal etki** genel ekonomi düzeyinde pozitif çıkmıştır. Bunda enerji yoğun olan sanayi sektörünün milli gelir içindeki payının artması etkili olmuştur. Hizmetler ve sanayi sektöründe yapısal etki pozitif çıkarken, tarım sektöründe negatif çıkmıştır. Enerji yoğunluğundaki değişim enerji tüketiminde tasarruf sağlarken, yapısal değişim enerji tüketimini arttırıcı etki yapmıştır. Dolayısıyla yapısal etki içinde hizmetler ve sanayi sektörleri için enerji tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmeler desteklenmelidir. Hizmetler sektöründe yapısal etkinin pozitif çıkması bu konuda sektör için daha yol kat edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle ulaştırma sektörüne dönük enerji politikaları gözden geçirilmeli, karayollarının yanında deniz ve demiryollarına da önem verilmelidir. Sanayi alt sektörlerinde ise yapısal etki 1081 btep'lik enerji tasarrufu sağlamıştır. Kimya-petrokimya, petrokimyasal hammadde, gübre, şeker, çimento, demirdışı metaller gibi sektörlerin üretim paylarının azalmasına bağlı olarak yapısal etki negatife dönmüş ve enerji tasarruf edici etkide bulunmuştur. Enerji yoğun sektörlerin payının azalıp diğer sektörlerin payının tüketim içinde artması bu şekilde bir yapısal dönüşüme yol açmıştır. Ancak yapısal dönüşümdeki bu eğilim, enerji yoğunluğu düşük ama katma değeri yüksek sektörlerin teşvik edilmesiyle desteklenmelidir, çünkü artık

çağdaş enerji politikalarında sadece kişi başı enerji tüketimini arttırmak değil aynı zamanda enerji yoğunluğunu düşürmek de önemlidir.

Elektrik enerjisi piyasası diğer kaynaklara göre ayrı bir yere sahiptir, çünkü elektrik enerjisi hem günlük hayatın her alanında yaygınlaşmış olması, sanayi sektöründe temel girdi olması ve depo edilemez olması nedeniyle önemlidir. Elektrik tüketimi önemli gelişmişlik göstergelerinden biridir. Bu yüzden üretimden iletim ve dağıtımına kadar merkezi planlama gerekir. Yapılacak planlara göre üretim merkezlerinin ve yeni iletim hatlarının kurulması, gerekli teknolojik iyileştirmelerin yapılması maliyetlerin düşürülmesi gerekir. Bunlar içinde büyük ölçekli yatırımlar şarttır. Bu noktada sadece kamu değil, özel sektörün dinamizminden de yararlanılmalıdır. Kamu yatırımlarının yetersiz kaldığı noktalarda milli çıkarlar ihmal edilmemek kaydıyla yerli ve yabancı yatırımlar teşvik edilmelidir. Özelleştirme faaliyetleri kamu yararı ve milli çıkarlar mümkün olduğu kadar zarar görmeden yürütülmelidir. Özellikle güvenilir ve düşük fiyatlı elektrik enerjisi arzının sağlanması için mevcut iletim ve dağıtım hatlarının iyileştirilmeli, kayıp ve kaçakların azaltılmalı, üretimde doğal gaz yerine HES'ler ve diğer yerli kaynaklara önem verilmelidir.

Türkiye'nin temel enerji problemi hızla artan nüfus ve büyüme ihtiyacı karşısında yerli üretimin yetersiz kalmasıdır. Yerli arzın yetersiz kalması ile gerekli enerji ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Öncelikli hedef ekonomik büyüme ve temel ihtiyaçların karşılanması olduğu için enerji dışa bağımlılığın artmasının getireceği riskler ihmal edilmiştir. Ancak fosil tabanlı yakıtlara dayalı bu tüketim anlayışı uzun vadede sürdürülebilir değildir. Ayrıştırma analizinden elde edilen sonuçların da gösterdiği üzere, enerji politikalarında bir denge gözetilmelidir. Ekonomik gelişmeyi engellemeden, sosyal gelişimi destekleyecek yeterli güvenilir, ucuz ve temiz enerji sağlanmalıdır. Elbette enerji tüketimi artacaktır ancak bunun yanında çıktı başı enerji tüketiminin azaltılmasını sağlayacak teknolojik yeniliklerden mutlaka yararlanılacaktır. Talebin karşılanmasında yerli/ithal oranı ekonomik büyüme ihtiyacına, dünya enerji piyasalarındaki gelişmelere göre optimize edilmelidir. Enerji piyasaları serbest, şeffaf, istikrarlı piyasa koşulları içinde faaliyet göstermelidir. Unutulmamalıdır ki enerji artık üç temel ekonomik faktör kadar önemlidir. Enerji politikalarında belirtilen hedeflere ulaşmadan, ekonomik açıdan güçlü, refah ve gelişmişlik seviyesi açısından gelişmiş ülkeler düzeyine çıkabilmiş, siyasi olarak

bağımsız, uluslar arası ekonomik ve siyasi arenada rol biçilen değil rol veren bir ülke olabilmek mümkün değildir.

## KAYNAKÇA

- Akçollu, F. Y. (2003), Elektrik Sektöründe Rekabet ve Regülasyon, Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezi, Yayın No: 0117, Ankara, <http://www.rekabet.gov.tr/word/yesim.doc>.
- Akpınar, A., Kömürcü M. İ., Filiz M. H. (2008), *Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Çevre, Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Enerji Kaynakları*, VII Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık 2008, İstanbul.
- Alaçakır, F. B. (19.03.2011) *Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve EİE'deki Çalışmalar*, <http://www.nukte.org/node/163>.
- Alemdaroğlu N. (2007), Enerji Sektörünün Geleceği, Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye'nin Önündeki Fırsatlar, İstanbul Ticaret Odası Yayın No:2007-29
- Altınay G. and Karagöl E (2005) “*Electricity Consumption And Economic Growth: Evidence From Turkey*” Energy Economics, Volume 27.
- Ang B.W., Liu F. L., Chung H. S. (2004), A Generalized Fischer Index Approach to Energy Decomposition Analysis, Energy Economics 26 (2004) 757-763.
- Ang B. W. (2004), *Decomposition Analysis for Policy Making in Energy: Which Is Preferred Method?*, Energy Policy, Volume 32.
- Ang B. W. (2005), *The LMDI Approach to Decomposition Analysis; A Practical Guide?*, Energy Policy, Volume 33.
- Ar F.F., Akdağ, F., Malkoç, Y., Çalışkan, M. (12.12.2003), Biyokütle Enerjisi ve Biyomotorin, TMMOB IV Enerji Sempozyumu, 10–12 Aralık 2003, Ankara.
- Arı T. (2007), Geçmişten Günümüze Ortadoğu Siyaset Savaş ve Diplomasi, Alfa Yayınları, 3. Baskı, İstanbul.
- Atac, K. ve Diğerleri (2002) *Atatürkten Günümüze Türkiye Ekonomisi*, Hacettepe Üniversitesi Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Bölümü, Ankara.
- Ataman A.R. (2007), Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- ATO (2005), *Nükleer Enerji Raporu*, Ankara Ticaret Odası Yayınları, Ankara. <http://www.atonet.org.tr/turkce/bulten/bulten.php3?sira=365>
- Aydın F. F. (2010), Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 35, Ocak-Temmuz 2010, Kayseri.

- Ayhan, E. A. (2009), *Enerji Kaynakları, Dünya Enerji Güvenliği ve Orta Asya Jeopolitiği Çerçevesinde Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Ekonomik Yansımaları*, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.
- Aytaç D. (2010), *Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini*, Maliye Dergisi Sayı:158, Ocak-Haziran 2010, Ankara.
- Başergil, B. (2009), *Petrol, Petrol Kimyası*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Başol, K. (1992), *Doğal Kaynaklar Ekonomisi, Doğal Kaynaklar, Enerji ve Çevre Sorunları*, Akiselim Ofset Tesisleri, İzmir.
- Başoğlu T. (2005), *Enerji Türevleri ve Türkiye'de Uygulanabilirliği*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2005, Kayseri.
- Bayraç H. N. (2007), *Uluslar arası Petrol Piyasasının Ekonomik Analizi*, [http://paribus.tr.googlepages.com/n\\_bayrac2.doc](http://paribus.tr.googlepages.com/n_bayrac2.doc).
- Beden, A. (2007), *Security of Energy Supply in EU: Challenges and Solutions*, Master Thesis in Advanced European and International Studies, June 2007, İstanbul.
- Bilgili F. (2006), *"A Dynamic Approach to Demand for Energy in Turkey"* Turkish Economic Association, International Conference on Economics, Session: Energy, Ankara, September Volume 12.
- Bockris, J., Smith, D. ve Veziroğlu T.N., (1993), *Güneş Enerjisi*, Yeni Yüzyıl Kitaplığı, İletişim Yayınları, İstanbul.
- Boratav, K. (1988), *Türkiye İktisat Tarihi (1908–1985)*, Gerçek Yayınevi, İstanbul.
- Borenstein S. (2008), *The Market Value and Cost of Solar Photovoltaic Electricity Production*, Centre for the Study of Energy Markets (CSEM), University of California Energy Institute, January 2008, Berkeley California.
- BOREN-Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü <http://www.boren.gov.tr/icerik.php?id=99>
- BOTAS (23.09.2011), *Uluslar arası Projeler*, <http://www.botas.gov.tr/icerik/tur/projeler/yurtdisi.asp>.
- BOTAŞ (29.09.2011), *Gaz Alım Anlaşmaları*, <http://www.botas.gov.tr/index.asp>
- BP (2010), *Statistical Review 2010*, <http://www.bp.com/sectiongenericarticle800.do?categoryId=9037128&contentId=7068555>
- BP (2011), *Statistical Review 2011*, <http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?CategoryId=7500&contentId=7068481>

- Brown P. A. B., Mine K. Y. (2002), *Energy Prices and Aggregate Economic Activity; An Interpretative Survey*, The Quarterly Review of Economics and Finance, Volume 42, North Holland.
- Byrns, R. T., Stone G. W. (1993), *Macroeconomics, Special Edition*, Harper Collins College Publisher, Addison Wesley.
- Canaktan C. (15.07.2010), *Bilgi Toplumu ve Özellikleri*, [http://www.canaktan.org/yeni-trendler/bilgi-toplumu/bilgi\\_toplumu-ozellik.htm](http://www.canaktan.org/yeni-trendler/bilgi-toplumu/bilgi_toplumu-ozellik.htm).
- Chen S. S., Chen H. C. (2007), *Oil Prices and Real Exchange Rates*, Energy Economics, Volume 29.
- Choi K. H., Ang B.W., *Decomposition of Aggregate Energy Intensity Changes in Two Measures; Ratio and Difference*, Energy Economics 25 (2003) 615–624
- Cogni A., Manera M. (2008), *Oil Prices Inflation and Interest Rates in a Structural Cointegrating VAR Model for G-7 Countries*, Energy Economics, Volume 30.
- Cornillie J., Frankhauser S. (28 May 2004), *The Energy Intensity of Transition Countries*, Energy Economics 26 (2004), 283-295.
- Council Directive (22.08.2011), 68/414/EEC20 of December 1968 imposing an obligation on Member States of the EEC to maintain minimum stocks of crude oil and/or petroleum products, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31968L0414:EN:HTML>
- Contanti M., Beltrone P. (2010), *Wind Energy Guide to County Commissioners*, U.S. Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory, VA, 2010, Springfield.
- Çağlar Y. (Ekim 2007), *Enerji Ormanlığı*, EMO Enerji Toplumsal Haber ve Araştırma Dergisi, Sayı 3, Ekim 2007, Ankara.
- Çaha H. (2006), *Energy Security of Turkey*, International Conference on Human and Economic Resources Proceedings Book, İzmir University of Economics & Suny cortland İzmir 2006
- Çamurcu H. (2005), *Dünya Nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar*, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 8, Sayı 13, Mayıs 2005, Balıkesir.
- Çavdar, T. (1992), *Türkiye’de Liberalizm (1860-1990)*, İmge Kitabevi, Ocak, Ankara.
- Çermikli H ve Öztürkler H. (2009), *Türkiye’de 1981-2000 Döneminde Sanayi Kesiminde Enerji Tüketiminin Ayırıştırması*, TİSK akademi, Cilt 4, Sayı 8, 2009/II.



- Çolak, İ., Bayındır R., Sefa İ., Demirbaş Ş., Ergen H. (19-21 Ekim 2005), “*Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı*”, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, TMMOB, TÜBİTAK, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Dağsöz, K. B. (14.05.2011), *Ulusal Enerji Tasarruf Politikası*, [http://www.mmo.org.tr/resimler/erekler8ca89564b225940\\_ek.pdf?dergi=155](http://www.mmo.org.tr/resimler/erekler8ca89564b225940_ek.pdf?dergi=155)
- Dağsöz, K., Bayraktar K., *Enerji Tasarrufu Yönünden Standartların Yetersizliği*, [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/895fc13088ee37f\\_ek.pdf?dergi](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/895fc13088ee37f_ek.pdf?dergi).
- DEK-TMK / Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2010, DEK-TMK Yayın No:0017/2010, Aralık 2010.
- DEK-TMK / Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2010, DEK-TMK Yayın No:0019/2011, Aralık 2011
- DEK-TMK (2011), *Amaç*, <http://www.dektmk.org.tr/incele.php?id=ODA=>
- Demir H. (2011), *Uluslar arası Petrol Borsaları*, Ortadoğu Analiz, Nisan 2011, Cilt-III, Sayı 28.
- Demirel, M. (1998), *Jeotermal Enerjinin Yerleşim Alanlarına Ekonomik Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Dilbaz M. (2007) [http://www.petrol-is.org.tr/Web\\_Arastirma/Sektor\\_ARASTIRMA/ARASTIRMALAR/Turk\\_Petrol\\_Kanunu\\_ve\\_Irak.pdf](http://www.petrol-is.org.tr/Web_Arastirma/Sektor_ARASTIRMA/ARASTIRMALAR/Turk_Petrol_Kanunu_ve_Irak.pdf)
- DMİ-Devlet Meteoroloji İşleri, *Türkiye Rüzgar Atlası*, <http://www.dmi.gov.tr/files/kurumsal/ekitap/esintiler4/18turkiyeruzgaratlası.pdf>
- DMİ-Devlet Meteoroloji İşleri (2010), *Rüzgar Enerjisi Tahmin Sistemi (RETS)*, <http://www.dmi.gov.tr/FILES/tahmin/RETS-brosur.pdf>
- Devlet Demiryolları APK Daire Başkanlığı, *Maden Taşımacılığında Karayolu-Demiryolu Karşılaştırması*, [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/2cd63cb189c30ed\\_ek.Pd](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/2cd63cb189c30ed_ek.Pd)
- DPT (1963–1967), *Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ocak–1963*, Ankara,
- DPT (1968–1972), *İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT (1973–1977), *Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT (1979–1983), *Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı* Yayın No: DPT 1664, Nisan 1979, Ankara.

- DPT (1985–1989), *Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT (1990–1994), *Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT (1996–2000), *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT (2001–2005), *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2000), *İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, DPT Yayını, DPT:2532, OİK:548, Ankara.
- DPT (2007–2013), *Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı* Ankara.
- DPT (2006), *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005)*, 2005 Yılı Programı Destek Çalışmaları, Ekonomik ve Sosyal Sektörlerdeki Gelişmeler, Ankara.
- DTM-Dış Ticaret Müsteşarlığı (2011), *Fasılalara Göre İthalatımız*, <http://www.dtm.gov.tr/dtmweb/index.cfm?action=detayrk&yayinID=1116&ierikID=1225&dil=TR>
- DTM-Dış Ticaret Müsteşarlığı (2006), *Türkiye’de Enerji Üretim ve Tüketimi* <http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/KonjokturIzlemeDb/teut.doc>
- Dursun, B. (2006), *Dikey Eksenli Bir Rüzgar Türbin Dizayn Edilmesi ve Kanat Üretimi*, Yüksek Lisans Tezi, GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji, Anabilim Dalı, Gebze.
- Dündar C. (2010), *Rüzgar Enerjisi Tahmin Sistemi-RETS*, Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Dündar, C., Arıkan Y. (2003), *Enerji, Çevre ve Sürdürülebilirlik*, TMMOB IV Enerji Sempozyumu, 10–12 Aralık 2003, Ankara.
- Ediger V. ve Huvaz Ö. (2006), *Examining the Sectoral Energy Use in Turkish Economy (1980–2000) With the Help of Decomposition Analysis*, Energy Conversation and Management, Volume 47.
- Ediger, V., Akar S., Uğurlu B. (2006), *Forecasting Production of Fosil Fuel Sources, in Turkey Using a Comperative Regression and ARIMA Model*, Energy Policy 34 (2006), 3836-3846.
- Egenhofer C. (October 2006), *European Energy Security-What Should it Mean? What to Do?*, ESF Working Paper No:23, October 2006, CEPS, IISS&DCAF.
- Ege, A. Y. v.d. (2004), *AB'nin Enerji Politikası ve Türkiye*, Ulusal Politika Araştırmaları Vakfı Yayınları, Ankara.

- Elektrik Üretim A.Ş (2010), *Elektrik üretim Sektör Raporu*, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_EUAS\\_2010.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_EUAS_2010.pdf)
- EIA-Energy Information Administration (09.09.2011), *What Are Secondary Energy Resources*, [http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=secondary\\_home](http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=secondary_home)
- EIA-Energy Information Administration, *International Energy Statistic*, 2011 <http://www.eia.gov/>
- EİEİ-Elektrik İşleri Etüt İdaresi (01.09.2010), *Isıl Güneş Sistemleri ve Güneş Pilleri* <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunesisil.html>.
- EİEİ-Elektrik İşleri Etüt İdaresi (27.08.2010), *Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Dünya’da Jeotermal Enerji*, <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyadajeotermal.html>.
- EİEİ-Elektrik İşleri Etüt İdaresi (02.06.2011), *Enerji Tasarrufu Nedir*, [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/konut\\_ulas/bina\\_ulas.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/bina_ulas.html)
- EİEİ-Elektrik İşleri Etüt İdaresi (09.06.2011), *Türkiye’nin Hidrolik Enerji Potansiyeli*, <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/HES/proje/turkeyhidro.doc>.
- EİEİ-Elektrik İşleri Etüt İdaresi (05.06.2011), *Dünya’da Jeotermal Enerji*, [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada\\_jeotermal.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/12dunyada_jeotermal.html)
- EİEİ-Elektrik İşleri Etüt İdaresi, (2011), *EİEİ Misyon ve Vizyon*, <http://www.eie.gov.tr/turkce/ozet/ozet.html>
- EMO-Elektrik Mühendisleri Odası (2009), *Enerji Fiyat Artış Şampiyonu Türkiye, Elektrik Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 435, [http://www.emo.org.tr/ekler/10a3866ea05e0df\\_ek.pdf?dergi=553](http://www.emo.org.tr/ekler/10a3866ea05e0df_ek.pdf?dergi=553).
- Eniş, A. (2003), *Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Küresel enerji Savaşları, Ulusal Kamusal Enerji Politikaları, TMMOB Türkiye IV Enerji Sempozyumu*, 10-12/03/2003, Ankara
- EPA-Environmental Protection Agency- (1997), *Energy Conservation, Pollution Prevention Education Toolbox*, August 1997, EPA-905-F-97-011, [www.epa.gov/reg5rcra/wptdiv/p2/pages/energy.pdf](http://www.epa.gov/reg5rcra/wptdiv/p2/pages/energy.pdf).
- Erkin, T. (20.04.2010), *Türkiye’nin Enerji Politikalarına Toplu Bakış*, <http://www.enerjivadisi.com/n.php?n=turkiyenin-enerji-politikalarina-toplu-bakis>.
- Ertürk, F., Akkoyunlu, A., Varınca K. B. (2004), *Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri, Fosil-Hidrolik-Yenilenebilir-Nükleer*, Stratejik Rapor No: 14 Nisan 2006, TASAM Yayınları, İstanbul.

- Erol, U. and Yu, E.S.H. (1987), “*On The Relationship Between Energy And Income For Industrialized Countries*”, Journal of Energy and Employment, Volume 13.
- Tümertekin E, Özgüç, N. (1999) *Ekonomik Coğrafya, Küreselleşme ve Kalkınma*, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Ersoy, M. (2004), *Genel Enerji Kaynakları Katı Fosil Yakıtlar*, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayınları, Ankara.
- Esin, A. (1973), *Türkiye’de Petrol Üretimi ve Tüketimi*, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları: 63, Cumhuriyetin 50. Yılı Yayınları Sayı: 40, Ankara.
- ETİ Maden (2010), *2010 Yılı Bor Sektör Raporu*, [www.etimaden.gov.tr/tr/Yatırım/BorSektör Raporu2010.pdf](http://www.etimaden.gov.tr/tr/Yatirim/BorSektörRaporu2010.pdf).
- ETİ Maden (2009), *2009 Yılı Bor Sektör Raporu* [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_ETI\\_MADEN\\_2009.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_ETI_MADEN_2009.pdf)
- Etibank (2011), *Etibank’ın Tarihçesi*, [http://www.etimaden.gov.tr/tr/0sayfa\\_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4\\_sayfa\\_a\\_3](http://www.etimaden.gov.tr/tr/0sayfa_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4_sayfa_a_3).
- Eti Maden (16.08.2010), *Türkiye’de Bor Üretiminin Tarihçesi*, [http://www.etimaden.gov.tr/tr/0\\_sayfa\\_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4\\_sayfa\\_a\\_3](http://www.etimaden.gov.tr/tr/0_sayfa_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4_sayfa_a_3).
- Eti Maden (12.09.2010), *Bor Minerallerinin Kullanım Alanları*, [http://www.etimaden.gov.tr/tr/0\\_sayfa\\_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4\\_sayfa\\_a\\_2\\_1](http://www.etimaden.gov.tr/tr/0_sayfa_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4_sayfa_a_2_1).
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2010), *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Plan 2011-2014, Stratejik Tema 1, Enerji Arz Güvenliği*, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/ETKB\\_2010\\_2014\\_Stratejik\\_Plan.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Plan.pdf)
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (10.06.2011), *Enerji Kaynaklarının ve Enerji Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik*, Resmi Gazete: 25.10.2008, Sayı: 27035, [http://www.enerji.gov.tr/tr/dokuman/Enerji\\_Kaynaklarinin\\_ve\\_Enerjinin\\_Kullaniminda\\_Verimlilikin\\_Artirilmesine\\_Dair\\_Yonetmelik.pdf](http://www.enerji.gov.tr/tr/dokuman/Enerji_Kaynaklarinin_ve_Enerjinin_Kullaniminda_Verimlilikin_Artirilmesine_Dair_Yonetmelik.pdf)
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (19.05.2009), *Rüzgâr Enerjisi*, [http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=ru\\_zgar&bn=231&hn=12&nm=384&id=387](http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=ru_zgar&bn=231&hn=12&nm=384&id=387).
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (06.12.2010) *Hidrolik Enerji*, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=hidrolik&bn=232&hn=&nm=384&id=40699>

- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (11.08.2010) *Jeotermal Enerji*, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=jeotermal&bn=234&hn=&nm=384&id=40697>
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (11.08.2010) *Hidrojen Enerjisi*, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=hidrojenenerjisi&bn=225&hn=225&nm=384&id=389>
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2009), Stratejik Plan (Taslak) 2010-2014, [http://www.enerji.gov.tr/tr/dokuman/ETKB\\_2010\\_2014\\_Stratejik\\_Plani\\_Taslak.pdf](http://www.enerji.gov.tr/tr/dokuman/ETKB_2010_2014_Stratejik_Plani_Taslak.pdf).
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Enerji Dengesi Tabloları 1970–2010*. [http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y\\_istatistik&bn=244&hn=244&id=398](http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398)
- ETKB-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2009), *Yenilenebilir Enerji Genel Bilgi*, <http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=yenilenebilirenerji&bn=223&hn=12&nm=384&id=387>
- European Commission (2001), Green Paper Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply, [http://ec.europa.eu/energygreen-paper-energy-supplydocgreen\\_paper\\_energy\\_supply\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energygreen-paper-energy-supplydocgreen_paper_energy_supply_en.pdf).
- Fernandez E., Fernandez P. (2004), An Extension to Sun's Decomposition Methodology; The Path Based Approach, *Science Direct-Energy Economics* 30 (2008) 1020-1036
- Gipe, P. (1995), *Wind Energy Comes of Age*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Ghosh, S. (2002), *Electricity Consumption and Economic Growth in India*, *Energy Policy*, (2002), Volume 30.
- Granel, F. (2003), *A Comparative Analysis of Index Decomposition Methods*, Master Thesis, National University of Singapore, Department of Industrial and Systems Engineering, Singapore.
- Greening L.A., William B.D., Schipper L., Khrushch M. (1997), Comparison of Six Decomposition Methods: Application to Aggregate Energy Intensity for Manufacturing in 10 OECD Countries, *Energy Economics* 19 (1997) 375-390.
- Gupta J., Ivanova, A., *Global Energy Efficiency Governance in the Context of Climate Politics*, *Energy Efficiency* (2009) 2:339–352, DOI 10.1007/s12053-008-9036-4
- Güçlüer D., Batuk F. (2011), *Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS-ÇÖKA Yöntemi İle Belirlenmesi*, MMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011, Ankara.

- Gültekin A.H., Örgün Y (1993), Doğal Gaz ve Çevre, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı:9, Ekim-Kasım-Aralık 1993.
- GÜNDER Güneş Enerjisi Topluluğu (11.07.2010), *Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri*, [http://www.gunder.org.tr/documents/yogunlastirici\\_sistemler.pdf](http://www.gunder.org.tr/documents/yogunlastirici_sistemler.pdf).
- Güner, S., Albostan, A. (2007), *Türkiye'nin Enerji Politikası*, [http://anapod.anadolu.edu.tr/groups/mim423acabuk/wiki/welcome/attachments/52e35info\\_articles12.pdf](http://anapod.anadolu.edu.tr/groups/mim423acabuk/wiki/welcome/attachments/52e35info_articles12.pdf)
- Güneş Sistemleri (2008), *Dünya'da ve Türkiye'de Termal Güneş Enerjisi Kapasite Kullanımı* <http://www.gunessistemleri.com/ulkemizde.php>
- Güneş, M. A. (2009), *Türkiye'nin Enerji Sorunu Çözümü için Alternatif Çözüm Önerileri ve Rüzgar Enerjisinin Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Harvey, L. D. D. (2009), *Reducing Energy Use in Building Sector; Measures Cost and Examples*, Energy Efficiency (2009) 2:139–163, DOI 10.1007/s12053-009-9041-
- Hoffmann, P. (2001), *Tomorrow's Energy Hydrogen, Fuel Cells and the Prospects for a Cleaner Planet*, The M.I.T. Press Cambridge, MA 02142 USA.
- IPCC-International Panel on Climate Change (2007), *Climate Change 2007, Mitigation of Climate Change*, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter1.pdf>
- IEA-International Energy Agency (27.05.2011), *Energy Efficiency*, [http://www.iea.org/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD\\_ID=4122](http://www.iea.org/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4122)
- IEA-International Energy Agency (2009), *Projected Cost of Generating Electricity*, <http://www.iea.org/Textbase/npsum/ElecCostSUM.pdf>.
- IEA-International Energy Agency (2011), *Key World Energy Statistics*, [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key\\_stats\\_2010.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf)
- IEA-International Energy Agency (2012), *Energy Efficiency*, [http://www.iea.org/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD\\_ID=4103](http://www.iea.org/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4103)
- IEA-International Energy Agency (2010), *World Energy Outlook 2010* [www.worldenergyoutlook.org/](http://www.worldenergyoutlook.org/)
- IEA-International Energy Agency-Energy Statistics Manual (2004), *What Are Primary and Secondary Energy Commodities*, (Paris: Head of Publication Service); [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/statistics\\_manual.pdf#search=%22Energy%20Statistic%20Manual%2C%22](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/statistics_manual.pdf#search=%22Energy%20Statistic%20Manual%2C%22)

- İncecik, E. (2008), *Türkiye'nin Enerji Politikalarının Tarihsel Değişim Süreci ve Enerjide Verimlilik* Yüksek Lisans Tezi, Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- İstanbul Teknik Üniversitesi (2007), *Türkiye'de Enerji ve Geleceği; İTÜ Görüşü*, Nisan 2007, İstanbul, <http://www.enerji.itu.edu.tr/iTUOnerileri.pdf>
- İşler, A. (1999), *Hazar Petrolleri ve Boru Hatları Sorunu*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- İşler, T. (2009), *Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Verimliliği*, Ege Bölgesi Enerji Formu, 12-13 Ekim 2009, Denizli.
- James, L. S., Economics of Energy, Department of Management Science and Engineering, Terman Engineering Center, Stanford University, Volume 4.9, Article :48.
- Jeotermal Enerji Derneği (17.01.2012), *Jeotermal Enerji Nedir?*, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr>
- Kafkas, S. (2007), *Ham Petrol'ün Mevcut Durumu ve Enflasyona Etkisi; Türkiye Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Karacan, A. R. (2007), *Çevre Ekonomisi ve Politikası*, Ekonomi Politika, Uluslar arası ve Ulusal Çerçeve Koruma Girişimleri, Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayın No: 6, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Karadaş, F. (2008), *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Enerji Sektörü ve Politikaları*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
- Karakaya, E., Özçağ M. (6-9 Eylül 2003) *Türkiye Açısından Kyoto Protokolünün Değerlendirilmesi ve Ayrıştırma (Decomposition) Yöntemiyle CO<sub>2</sub> Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi*, VII. ODTÜ ekonomi Konferansı, Ankara.
- Karaosmanoğlu, F. (2004), *Enerjinin Önemi, Sınıflandırılması ile Kaynak İhtiyaç Dengesi ve Gelecekteki Enerji Kaynakları*, T.C. Genelkurmay Başkanlığı Harp Akademileri Komutanlığı, Yeni levent İstanbul, Dünya ve Türkiye'deki Enerji ve Su Kaynaklarının Ulusal ve Uluslar arası Güvenliğe Etkileri 15-16 Ocak 2004, Harp Akademileri Basımevi, Yenilevent/İstanbul.
- Karaosmanoğlu F., (28.10.2006), Türkiye Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler, Türkiye 10. Enerji Kongresi,
- Karluk, R. (1994) *Türkiye Ekonomisi, Tarihsel Gelişim, Yapısal Değişim, Politik Değerlendirme*, Birlik Matbaası, Eskişehir.

- Karluk, R (1999), *Türkiye Ekonomisi Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim*, 6. Baskı, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Kazgan, G. (2002) *Tazimattan 21.Yüzyıla Türkiye Ekonomisi*, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Kavak, K. (2005), *Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi*, Yayın No : DPT-2689, Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Eylül 2005, Ankara
- Keleş, M. Sertaç (2007), *Petrol Arz Güvenliğinin Sağlanabilmesi Açısından OECD ve AB Ülkelerinde Ulusal Petrol Stok Yönetimi Politikaları ve Türkiye Uygulaması*, Ankara Üniversitesi Avrupa Toplulukları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Hazine Müsteşarlığı, Ankara
- Kepekçi, Y., Yentürk N. (2003), *Türkiye Ekonomisi*, Remzi Kitabevi, On üçüncü Baskı, Ocak 2003, İstanbul.
- Keskin, M. H. (2006) Stratejik açıdan AB Enerji Politikası ve Uluslar arası Güvenlik sistemine Etkisi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir .
- Kılıç, N. (2006), Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketimine Genel Bakış, Ar-Ge Bülten 2006 Temmuz – Sektörel, İzmir Ticaret Odası Yayınları, İzmir.
- Kilci, M. (18.11.1998), Türkiye'de özelleştirme Uygulamaları, Yasal Düzenlemeler 2983 Sayılı Kanunda Yer Alan Hükümler, <http://ekutup.dpt.gov.tr/kit/kilcim/ozel4.html>
- Kobayashi, S., Plotkin, S., Ribeiro, S. K. (2009), *Energy Efficiency Technologies for Road Vehicles*, Energy Efficiency (2009), 2-125-137, DOI 10.1007/s12053-008-937-3.
- Koltukçu, H. (11.06.2010), *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından SWOT Analizi*; Kütahya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2010, Kütahya.
- Kraft, J. and Kraft, A. (1978) “ *On The Relationship Between Energy and GNP*”, *Journal of Energy and Development*, Volume 3.
- Külebi A. (2007), *Türkiye'nin Enerji Sorunları ve Nükleer Gerekliklik*, Bilgi Yayınevi, Haziran 2007 İstanbul.
- Lardic, S., Mignon V., *Oil Prices and Economic Activity; An Asymmetric Cointegration Approach*, Energy Economics 2008, Volume 30
- Le Bel, P. G. (1982), *Energy Economics and Technology*, Jhon Hopkins University Pres, London.



- Linde, C. V. D., Amineh P. M., Correleje A., Jong de D. (January 2004), Study on Energy Supply Security and Geopolitics (TREN/C1-06-2002), Clingendael International Energy Programme (CIEP), Hague-Netherland
- Liu, N., Ang, B.W (2005), *Handling Zero Values in the Logarithmic Mean Divisia Index Decomposition Approach*, Energy Policiy, Volume 35.
- Liu C.C., (2006), A Study on Decomposition of Industry Energy Consumption, International Research Journal of Finance and Economics, ISSN 1450-2887, Issue 6 (2006), EuroJournal Publishing Inc. 2006.
- Lizardo, A. R., Mollick V. A. (2010), *Oil Price Fluctuation and US Dolar Exchange Rate*, Energy Economics 2010, Volume 32.
- Ma C., Stern D. I. (2008), *China's Changing Energy Intensity Trend; A Decomposition Analysis*, Energy Economics 30 (2008) 1037–1053, Volume 30.
- MTA-Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (2009), *Türkiye'de Jeotermal Enerji Çalışmaları*, <http://www.mta.gov.tr/mta/enerji/jeotermal/turkeygeneral/jeotermal%20potansiyel2.htm>.
- MMO-Makine Mühendisleri Odası (2008), *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği*, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Oda Raporu, 30.04.2008, Yayın No: MMO/2008–475.
- MTA-Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (2011), *MTA Tarihçe*, <http://www.mta.gov.tr/v2.0/default.php?id=tarihce>
- Morthorst, P. E, Awerbuch S. (2009), *The Economics of Wind Energy*, European Wind Energy Association (EWEA) March 2009.
- Mozumder, P, Marathe A. M. (2007) “*Causality Relationship Between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh*” Energy Policy, Volume 35.
- MÜSİAD (2006), *Türkiye'nin Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği*. (Editör: İ. Öztürk-S. Karbuz), Araştırma Raporları:49, Tavaslı Matbaacılık, Şubat, İstanbul.
- Najam, A., Cleveland C. (2005), *Energy and Sustainable Development at Global Environmental Summit;an Evolving Agenda*, The World Summit on Sustainable Development-The Johannesburg Conference, Edited By Luch Hens, Bhaskar Nath, Published by Springer, 2005, Netherland.
- NBB-National Biodiesel (2012) Biodiesel Basics, [http://www.biodiesel.org/resources/biodiesel\\_basics/default.shtm](http://www.biodiesel.org/resources/biodiesel_basics/default.shtm)
- NECC-National Energy Conservation Centre, EIE-General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration, (April 2004),

*Energy Efficiency Strategy for Turkey, In the Frame of the Project:Improvement Energy Efficiency in Turkey*, Prepared by MVV Consultant and Engineers, ReviewApril 2004

Norgard, J. S. (April 2004) “*Can Energy Saving Policy Survive in a MarketEconomy*”. European Council for an Energy-Efficient Economy. Summer Study Proceedings, 2001, Panel 1: Assesment of Energy Efficiency Policy, pp.261-273. 01. [http://www.eceee.org/conference\\_proceedings/eceee/2001/Panel\\_1/](http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2001/Panel_1/)

NREL-National Renewable Energy Laboratory (19.08.2010), *Wind Energy Benefits, Wind Powering American Fact Sheet Series, Benefits Of Wind Energy*, <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/37602.pdf>.

Nuclear Energy Institute (2010), *Jobs Created in the Nuclear Industry*, <http://www.nei.org/resourcesandstats/documentlibrary/newplants/advertising/ad-on-jobscreated-in-the-nuclear-industry-2010/>.

OBİTET-Otomotiv Bilim ve Teknoloji Topluluğu [http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif\\_enerji/Hidrojen\\_Enerjisi.htm](http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/alternatif_enerji/Hidrojen_Enerjisi.htm)

OECD (2011), *Factbook 2011, Economic Environment and Social Statistic*, [http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2011-2012\\_factbook-2011-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2011-2012_factbook-2011-en)

OFGEM (3 February 2010), *Options for Delivering Secure and Sustainable Energy Supplies*, Ref 16/10, Office of Gas and Electricity Markets, London[httpwww.ofgem.gov.uk/MarketsWhlMktsDiscoveryDocuments/Project\\_Discovery\\_FebConDoc\\_FINAL.pdf](http://www.ofgem.gov.uk/MarketsWhlMktsDiscoveryDocuments/Project_Discovery_FebConDoc_FINAL.pdf)

OPEC (11.11.2010), *Brief History*, [http://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/24.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm)

Orhan, M. (2007), *Enerji Talebinin Kısa ve Uzun Dönem Dinamik Analizi; Türkiye Uygulaması*, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2007, Kayseri.

Øvergaard, S. (2008), *Definiton of Primary and Secondary Energy*, Prepared as input to Chapter 3: Standard International Energy Classification (SIEC) in theInternational Recommendation on Energy Statistics (IRES), Statistic Norway,[httpunstats.un.org/unsd/nvaccounting/londongroupmeeting13LG13\\_12a.pdf](http://unstats.un.org/unsd/nvaccounting/londongroupmeeting13LG13_12a.pdf).

Özdemir, A. (2005), *Petrol Ürünlerinin Makroekonomik Büyüklüklere Etkisi*, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: Aydın.

Özhan, T. (2005), *Petrol Fiyatları*, SETA Ekonomi Araştırmaları Aralık 2005, SETA Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, Ankara.

- Özkaya, Ş. (09.01.2011), *Yüksek Petrol Fiyatlarının Ekonomilere Etkisi*, Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, <http://www.mfa.gov.tr/petrol-fiyatlarinin-ekonomilere-etkisi.tr.mfa>.
- Özgür, D., Heperkan, Ö. (1995), *Sanayide Enerji Tasarrufu*, Makine Mühendisleri Odası Yayını, II Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 10.10.1995, İzmir.
- Özsabuncuoğlu, İ.H. ve Uğur, A. (2005). *Doğal Kaynaklar Ekonomi, Yönetim ve Politika*, İmaj Yayınevi, Ankara.
- Öztürk, H. H. (2006), *Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı*, [http://www.emo.org.tr/ekler/85e48a43c7f63ac\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/85e48a43c7f63ac_ek.pdf).
- Öztürk, F., (04 Aralık 2006), *AB Teşvik Etti, Petrol Devleri Yenilenebilir Enerjide Coştu*, Dünya, <http://www.emo.org.tr/genel/bizdendetay.php?kod=50882&tipi=&sube0>
- Pala, C., *21. yy Dünya Enerji Dengesinde Petrol ve Doğal Gazın Yeri ve Önemi; Hazar Boru Hatlarının Kesişme Noktasında Türkiye*, [www.tasam.org.tr](http://www.tasam.org.tr).
- Pamir, N. (Mayıs 2003), *Dünya’da ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları*, Metalurji Dergisi 134. Sayı, İstanbul.
- Pamuk, Ş. (1994) *Osmanlı Ekonomisinde Bağımlılık ve Büyüme (1820-1913)*, İstanbul, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İkinci Baskı, Ağustos 1994.
- Parasız, İ. (1991), *Modern Büyüme Teorileri*, Birinci Baskı, Ekin Kitabevi, Mart 1991, Bursa.
- PETFORM- Petrol Platformu Derneği (11.09.2011) <http://www.petform.org.tr/?lang=tr&a=2&s=2>
- PETFORM-Petrol Platformu Derneği (2011), *Türkiye’de Petrol Üretimi*, <http://www.petform.org.tr/?lang=tr&a=2&s=2>
- REN21 (2010), *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewable Global Status Report 2009 Uptade*, [http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/RE\\_GSR\\_2009Update.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/RE_GSR_2009Update.pdf).
- RESTMAC (2006), *Bioethanol Production and Use, 6th Framework Programme, Creating Markets for Renewable Energy Technologies EU*, [http://www.erec.org/fileadmin/erec\\_docs/Projcet\\_Documents/RESTMAC/Brochure5\\_Bioethanol\\_low\\_res.pdf](http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RESTMAC/Brochure5_Bioethanol_low_res.pdf).
- Ritchie, J. D. (1983), *Source Book For Farm Energy Alternatives*, Mc. Graw Hill Co., 1983, New-York.

- Robinson, D.W. and Mollan R.C. (1982), *Energy Management and Agriculture*, Royal Dublin Society, Elsevier Science Publishers, Printed in the Republic of Ireland by Mount Salus Pres Ltd. Dublin.
- Roberts, H., (04.06.2010) *Laspeyers and His Index*, <http://tigger.uic.edu/~hroberts/LI7.PDF>
- Rogen, W. V. and Bengston N. A. (1964), *Fundamentals of Economic Geography an Introduction to the Study of Resources*, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ruafel, Y. W. (2005) “*Energy Demand and Economic Growth The African Experience*”, *Journal of Policy Modeling*, Issue 8, November Volume 27.
- Saatçioğlu, C., Küçükaksoy İ. (2004), *Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu ve Önemli Enerji Araştırma Projelerinin Ekonomiye Etkisi*, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 11, Aralık 2004, Kütahya.
- Sağlam D. (1977), *Türkiye Ekonomisi Yapısal ve Temel Sorunlar*, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Ankara.
- Saklı, A. R. (23.11.2008), *Kapitalist Gelişim Sürecinde Fordizm ve Post Fordizm*, <http://www.sakli.info/Fordizm.pdf>. Ankara.
- Saraçoğlu, N. (2006), *Enerji Ormancılığu Projelerinin Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Katkı Olanakları*, TMMOB Türkiye 1. Enerji Sempozyumu, EMO Yayınları, 12–14 Kasım 1996 Ankara.
- Sarı, H. (14.01.2012), *Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu*, <http://www.acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=94>, Temmuz2008
- Sathaye, J., Lecocg F., Masanet E., Najam A., Schaeffer R., Swart R., Winkler H., *Opportunities to Change Development Pathways Toward Lower Greenhouse Gas Emissions Through Energy Efficiency*, *Energy Efficiency* (2009) 2:317–337, DOI 10.1007/s12053-009-9044-z
- Selçuk, I. ř. (2009), *Küresel Isınma, Türkiye'nin Enerji Güvenliğu ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları*, Master Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Shah, A. (19.08.2010), *Global Issues- Sustainable Development Introduction*, <http://www.globalissues.org/article/408/sustainable-development-introduction>.
- Shah, Anup (15 May 2011), *Energy Security*, <http://www.globalissues.org/article/595/energy-security>.
- Shiu, A.L. and Lam P. (2004) “*Electricity Consumption And Economic Growth in China*” *Energy Policy*, Volume 32.

- Soysal, C. (2003) *Rekabet Perspektifinden Türkiye’de Akaryakıt Sektörü*, Rekabet Kurumu Yayın No:0129, Ankara.
- Sönmez, M. (2007) “*Türkiye’de Enerji Yatırımları ve Özel Sektör*,” Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt 3, Sayı 569, Ankara.
- Steenhof, P. A. (2006), *Decomposition of Electricity Demand in China’s Industrial Sector*, Science Direct Energy Economics, Energy Economics, Volume 28.
- Stern, D. I., Cleveland C. J. (March 2004), *Energy and Economic Growth*, Rensselaer Working Paper in Economics, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Intitute, Number 0410, New York.
- Stern, D. I. (2000)., “*Multivariate Cointegration Analysis Of The Role Of Energy in The US Macroeconomy*”, Energy Economics, Volume 22.
- Stern, D. I. (1993) “*Energy And Economic Growth in The USA: A Multivariate Approach*” Energy Economics, Volume 15.
- Sun, J. W. (1985), *Changes in Energy Consumption and Energy Intensity; A Complete Decomposition Model*, Energy Economics Volume 20.
- Şanlı, B. (2009), Enerji Politikaları ve Planlamanın Geleceği’ne Bir Bakış, TMMOB VII Enerji Sempozyumu, 17-19.12.2009, Ankara.
- Şentürk, M. (2009), *Türkiye’nin Enerji Ekonomisi: Avrupa Birliği ve Türkiye Enerji Politikalarının Yapısal Uyum Sorunu*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Tabak, C., Dinçer, H., Karayazı, K., Aslan, E., Yıldız, M., Karayazı S. M., (23.02.2011), *Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri ile Elektrik Enerjisi Üretimi*, [http://www.emo.org.tr/ekler/d787c069b9f2868\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/d787c069b9f2868_ek.pdf).
- Tabakoğlu, Ö., Kurtuluş G., Türe E. (2006), *Hidrojen Enerjisi ve Türkiye için Borhidrürün Önemi*, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi 10. Türkiye Enerji Kongresi, 23–27 Kasım 2006, İstanbul.
- TAEK-T.C. Başbakanlık Atom Enerjisi Kurumu (14.02.2011), *Tarihçe*, <http://www.taek.gov.tr/hakkimizda/tarihce.html>
- TAEK-T.C. Başbakanlık Atom Enerjisi Kurumu (24.08.2010), *Nükleer Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma*, <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/nukleer-enerji-vereaktorler/193gunumuzde-nukleer-enerjirapor/812-bolum-09-nukleer-enerji-ve-surdurulebilirkalkinma.html>
- Tamzok, N. (2007), *Kamu Politikası Analizi; Elektrik Enerjisi Sektörü*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Tandoğan A. (1984), *Dünya Enerji Üretimi ve Türkiye'nin Enerji Sorunu*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İkt. ve İd. Bil. Fakültesi Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, Trabzon.
- TBMM (18.03.2011), *Petrol Piyasası Kanunu*, Kanun No: 5015, <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k5015.html>.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı CED ve Planlama Genel Müdürlüğü (2004), *Türkiye Çevre Atlası*, Ankara.
- TCMB (1998), *Türkiye Ekonomisindeki Gelişmeler ve Para Politikası*, Yıllık Rapor 1998, Ankara.
- TDK, (1994), *Enerji Nedir*, Türk Dil Kurumu Yayınları No:603, Ankara
- TEDAŞ-Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (2007), *TEDAŞ 2007 Yılı Faaliyet Raporu*, <http://www.tedas.gov.tr/yayinlar/tedasfaaliyet2007.pdf>.
- TEİAŞ-Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, *Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri 2010*, <http://www.teias.gov.tr/istatistik2010/%C4%B0statistik%202010.htm>
- TEİAŞ- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, *Kuruluş ve Tarihçe*, <http://www.teias.gov.tr/TeiasKurulus.htm>
- TETAŞ-Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.Sektör Raporu (2009), Mayıs 2009 [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlarSektor\\_Raporu\\_TETAS.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlarSektor_Raporu_TETAS.pdf),
- TETAŞ-Türkiye Elektrik Ticaret Taahhüt A.Ş. (12.03.2011) *TETAŞ Kurumsal Bilgiler*, <http://www.tetas.gov.tr/dynamiclarge.aspx?values=hakkımızda.htm&mainmenuid=0&mainsubmenuid=10&setdeger=0&pagesid=0&categorysid=5>.
- Tietenberg T. (2003), *Environmental and National Resources Economics*, 6th Edition-International Edition, 2003, Addison Wesley.
- TKİ-Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (16.06.2010), *Kömür Petroğrafisi*, [http://www.tki.gov.tr/dosyalar/komur\\_petrografisi.pdf](http://www.tki.gov.tr/dosyalar/komur_petrografisi.pdf)
- TKİ-Türkiye Kömür İşletmeleri (06.09.2010), *Amaçlar ve Ana Hedefler*, <http://www.tki.gov.tr/Icerik/Sayfa.aspx?SayfaId=108>
- TMMOB Madencilik Dergisi (14.08.2010), *Bor Nedir* Cilt IX, Sayı 2-3, [eski.maden.org.tr/resimler/ekler/530.pdf](http://eski.maden.org.tr/resimler/ekler/530.pdf), ss. 9-11. Mayıs, 1970, Ankara.
- TMMOB (2006), *Enerji Raporu*, Yağmur Ofset, Ekim 2006, Ankara.
- Topal M., Arslan Işıl (2008), *Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, VII Temiz Enerji Sempozyumu*, UTES 2008, 17-19 Aralık 2008 İstanbul.

- Toprak D (2006), *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Çevre Politikaları ve Mali Araçlar*, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl 2, Sayı 4, Güz 2006, Isparta.
- TPAO (Temmuz 2010), *Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu 2009*, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_TPAO\\_2009.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TPAO_2009.pdf).
- TPAO (Temmuz 2010), *Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu 2010*, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_TPAO\\_2010.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TPAO_2010.pdf).
- Tuncay, U. (2005), *The EU Energy Policy and The Importance of Energy In Turkey's Accession To The EU*, Master Thesis, Marmara University EU Institute, İstanbul
- Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y., (30.06.2011), *Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği*, <http://mimoza.marmara.edu.tr/~mehmetsucudocumentspublicationspublication-4.pdf>
- TÜİK Dış Ticaret İstatistikleri, [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb\\_id=12&ust\\_id=4](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=12&ust_id=4)
- Tümertekin, E., Özgüç N. (1999), *Ekonomik Coğrafya, Küreselleşme ve Kalkınma*, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- TSE-Türk Standartları Enstitüsü (2008), *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, TS 825, IC.91.120.10 Mayıs 2008, Bakanlıklar, Ankara.
- Türkiye Çevre Vakfı Yayınları (2006), *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Önder Matbaası, Aralık 2006, Ankara.
- Türkoğlu, G. (2006), *Türkiye Enerji Sektörü ve Liberalleşme Politikası*, T.C. İnönü Üniversitesi Ulusal Bağımsızlık için Türkiye İktisat Politikaları Kurultayı Bildiriler Kitabı, 13–16 Haziran 2006, İnönü Üniversitesi Basımevi, Malatya.
- Türkiye Nükleer Enerji Platformu (13.08.2010), *Nükleer Enerji Nedir*, <http://www.trntp.org/nukleer-enerji/46-nuekler-enerji-nedir.html>
- TÜSİAD (1994) *Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış Arz, Talep ve Politikalar*, Kasım 1994, Yayın No: TÜSİAD-T/94, İstanbul.
- TÜSİAD (1998), “21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi”, Yayın no. TÜSİAD-T/98-12/239, Aralık, İstanbul.
- Uğur, A. (2008), *Türkiye'de 1990 Sonrası Enerji Politikalarının (Petro-Gaz'ın) Kamu Maliyesine Yansımaları*, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.

- Uğurlu, Ö. (2006), Türkiye’de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- UETM-Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi (15.06.2011), [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/uetm/hakkimizda.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/uetm/hakkimizda.html)
- Ulusoy, V. (2006), *Türkiye’de Enerji ve Kalkınma, Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi; Bir Ekonometrik Uygulama*, TASAM Yayınları, Mayıs 2006, İstanbul.
- UN-United Nations (1992), *UN Conference on Environment and Development, The Earth Summit*, <http://www.un.org/geninfo/bp/envirp2.html>
- UN-United Nations (2002), *The Johannesburg Summit, Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development*, [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/WSSD\\_PlanImpl.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf).
- UN-United Nations (25.05.2011), *Core Publications Agenda 21, Section II, Conservation and Management of Resources for Development, B-Promoting Sustainable Development*, [http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res\\_agenda21\\_09.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_09.shtml)
- U.S. Department of Energy (2008), *History of Nuclear Energy, Office of Nuclear Energy, Science and Technology*, DOE/NN 0088, Washington D.C. 20585.
- USGS (18.01.2012), Hydroelectric Power Water Use, <http://ga.water.usgs.gov/edu/wuhy.html>).
- Ünaldı Ü. E. (Aralık 2003), *Enerji Ormanlığı (Yeşil Kömür) ve Türkiye*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 13, Sayı 2, Elazığ.
- Ünsal, İ., (2004), *Enerji Gündemi ve Sorunlarımız*, TMMOB, EMO Yayını, Ankara.
- Üşür İ., Kapitalizmin Evrimleşme Dönemi ve Özelleştirme, Haziran 2006, [www.bagimsizsosyalbilimciler.org/Yazilar\\_Uye/Usur\\_Haz06.pdf](http://www.bagimsizsosyalbilimciler.org/Yazilar_Uye/Usur_Haz06.pdf)
- Vehmas, J. (06.05.2010), *AB ve Türkiye’de Enerji ve CO2 Etkinliği Gelişimi*, Finlandiya Geleceği Araştırma Merkezi Turku Ekonomi ve İş İdaresi Okulu, [http://www.upav.org.tr/project/tr/teblig/190903\\_fin\\_konf.doc](http://www.upav.org.tr/project/tr/teblig/190903_fin_konf.doc).
- Veziroğlu N., Noyan Ö.F., (1997), Temiz Enerjiye Doğru, Ekoloji Çevre Dergisi, Nisan-Mayıs-Haziran 1997, Sayı:23.
- Vorsatz, D. Ü., Metz B. (2009), Energy Efficiency, How Far Does It Get Us in Controlling Climate Change ? Energy Efficiency (2009) 2:87–94, DOI 10.1007/s.12053–009–9049–7. 17 March 2009, Springer Science - Business Media B.V. 2009.



- Wicks, M. (August 2009), *Energy Security: A National Challenge In A Changing World*, <http://www.decc.gov.uk.pdf/>
- World Bank (11.10.2011), *Energy Use*, <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE?page=5>
- WWER-World Wind Energy Report- (2009), [http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2009\\_s.pdf](http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2009_s.pdf).
- Yamak, T. (2006), *Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yaman, Y. (2007), *Enerji Tasarrufu ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Birsen Yayınevi, 2007, İstanbul,.
- Yavuzcan G., *Ziraat'ta Doğal Enerji Kaynakları*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 549, Ders Kitabı: 181, 1974-Ankara.
- Yetkiner, İ. H., Berk, İ. (2008), *Petrol Fiyatlarındaki Artışın Nedenleri ve Etkileri*, Cumhuriyet Enerji Ağustos 2008, Sayı 8. <http://www.emo.org.tr/resimler/ekler/3a900397522c1d3ek.pdf?dergi=532>
- Yiğit, A. (25.07.2010), *Küreselleşen Dünyada Enerji ve Savaş*, Elektrik Mühendisleri Odası(EMO),<http://www.emo.org.tr/ekler/cbba2d075f0d164ek.pdf?dergi=328>, Ankara.
- Yılmaz, A. O. ve Uslu, T. (2007). *Energy policies of Turkey during the period 1923-2003*, Energy Policy, Volume35-1.
- Yılmaz, A. O. (2003), *Ülkemiz Enerji Sektörüne Genel Bakış Enerji Üretiminde Kömürün Yeri ve Önemi*, TMMOB IV Enerji Sempozyumu, Ankara.
- Yüksek, Ö., Kankal M. K., Murat İ., Önsoy H., Akpınar A. (2007), *The Importance of Hydropower Plant in Turkey's Energy Planning*, [www.dsi.gov.tr/english/congress2007/chapter\\_257.pdf](http://www.dsi.gov.tr/english/congress2007/chapter_257.pdf)
- Yüksek, S., Elevli, B., Demirci A. (2001), *Hammadde, Kaynak, Cevher ve Rezerv Gibi Bazı Terimlerin Tanımlarına Bir Yaklaşım*, Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Jeoloji Mühendisliği 25 (2).
- Zhang, Z. X. (2003), *Why Did the Energy Intensity fall in China's Industrial Sector in the 1990s ? The relative Importance of Structural Change and Intensity Change*, Science Direct Energy Economics, Energy Economics Volume 25.

## **Diğer İnternet Kaynakları**

*Elektrik Enerjisi* (14.09.2010), <http://www.bilimveteknoloji.infoelektrik-enerjisi.mht>.

*Hidrojen Enerjisi Nedir* (09.09.2010), [http://www.enerjikaynaklari.net/keyf/hidrojen\\_enerjisi\\_nedir?-112.html](http://www.enerjikaynaklari.net/keyf/hidrojen_enerjisi_nedir?-112.html).

Nükleer Enerji Dünyası (06.12.2010), *Türkiye’de Nükleer Enerjinin Tarihçesi*, <http://www.nukleer.web.tr/>

*What Is Passive a House*, [http://www.passiv.de/07\\_eng/index\\_e.html](http://www.passiv.de/07_eng/index_e.html), Passive House Institute

Wind Energy FAQ (14 Subat 2006), *How long does it take for a turbine to 'pay back' the energy used to manufacture it?*, <http://www.bwea.org/ref/faq.html#payback>,

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Alper YILMAZ  
Doğum Yeri ve Tarihi : 26.08.1976 / AYDIN

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Dumlupınar Üniversitesi  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### İş Deneyimi

Stajlar : Birmot A.Ş.  
Çalıştığı Kurumlar : Dumlupınar Üniversitesi  
Petkim Holding A.Ş.

### İletişim

e-posta Adresi : alper\_yilmaz09@hotmail.com

Tarih :

## EKLER

Tablo 4.11. Milli Gelir (Milyon TL)

Yıl	GSMH*	Tarım	Sanayi	Hizmetler
1970	34,467	10,596	6,040	17,833
1971	36,897	11,134	6,578	19,186
1972	40,279	11,250	7,275	21,754
1973	42,255	10,343	8,148	23,763
1974	43,633	10,985	8,723	23,924
1975	46,275	11,316	9,515	25,445
1976	50,438	12,098	10,357	27,682
1977	51,944	11,837	11,041	29,065
1978	52,582	12,155	11,385	29,042
1979	52,324	12,136	10,818	29,370
1980	50,870	12,288	10,424	28,158
1981	53,317	12,067	11,454	29,797
1982	54,963	12,463	12,033	30,467
1983	57,279	12,359	12,837	32,082
1984	61,350	12,438	14,188	34,724
1985	63,989	12,396	15,116	36,477
1986	68,315	12,837	17,099	38,378
1987	75,020	12,883	18,680	43,457
1988	76,108	13,911	19,074	43,123
1989	77,347	12,845	20,008	44,494
1990	84,592	13,746	21,873	48,973
1991	84,887	13,663	22,504	48,720
1992	90,322	14,249	23,911	52,163
1993	97,677	14,129	25,898	57,650
1994	91,733	14,045	24,433	53,256
1995	99,028	14,231	27,476	57,322
1996	106,080	14,788	29,335	61,866
1997	114,874	14,550	32,337	67,988
1998	119,303	15,953	32,922	70,428
1999	112,044	15,064	31,248	65,731
2000	119,144	15,642	33,171	70,332
2001	107,783	14,711	30,722	62,351
2002	116,338	15,809	33,502	67,027
2003	123,165	15,422	36,101	71,642
2004	135,308	15,734	39,489	80,086
2005	145,651	16,626	42,108	86,917
2006	154,343	17,109	45,289	91,944
2007	161,288	16,113	47,741	97,434
2008	163,051	16,794	47,610	98,645
2009	155,788	17,541	44,461	93,786

\*1987 Fiyatlarıyla

Tablo 4.12.Sektörel Enerji Tüketimi (Btep)

Yıllar	Hizmetler	Sanayi	Tarım	Sektörler Toplamı	Enerji Dışı	Toplam Nihai Enerji Tüketimi
1970	11864	4122	510	16496	344	16840
1971	12221	4362	655	17238	375	17613
1972	13671	4799	717	19187	386	19573
1973	14508	5186	722	20416	450	20866
1974	15356	5462	708	21526	320	21846
1975	16247	6286	695	23228	517	23745
1976	17790	6781	780	25351	591	25942
1977	18642	8046	882	27570	671	28241
1978	18520	7963	933	27416	727	28143
1979	17244	7716	797	25757	611	26368
1980	18063	7955	963	26981	527	27508
1981	18052	7987	993	27032	565	27597
1982	19247	8514	1198	28959	630	29589
1983	19736	8519	1297	29552	697	30249
1984	20127	9389	1451	30967	780	31747
1985	20633	9779	1506	31918	812	32730
1986	21748	10146	1671	33565	1024	34589
1987	23593	12038	1838	37469	1226	38695
1988	24334	12583	1828	38745	989	39734
1989	24497	13219	1841	39557	838	40395
1990	24081	14543	1956	40580	1031	41611
1991	24219	15181	1976	41376	1203	42579
1992	25260	15454	1994	42708	1450	44158
1993	27353	16333	2450	46136	1743	47879
1994	26241	15272	2480	43993	1349	45342
1995	28662	17372	2556	48590	1386	49976
1996	30243	20050	2714	53007	1643	54650
1997	31042	21790	2823	55655	1788	57443
1998	30038	21555	2827	54420	2272	56692
1999	30328	19873	2923	53124	1881	55005
2000	32065	24501	3073	59639	1915	61554
2001	30122	21324	2964	54410	1638	56048
2002	29868	24782	3030	57680	1806	59486
2003	32029	27777	3086	62892	2098	64990
2004	34727	28789	3314	66830	2174	69004
2005	36862	28282	3359	68503	3296	71799
2006	38669	30997	3609	73275	4165	77440
2007	41905	32466	3944	78315	4430	82745
2008	44367	25677	5174	75218	4341	79559
2009	45382	25966	5073	76421	4153	80574

Tablo 4.13. Sektörel Enerji Yoğunluğu (Btep/Milyon Tl)

Yıl	I <sub>TARIM</sub>	I <sub>SANAYI</sub>	I <sub>HİZMETLER</sub>
1970	48.1	682.5	665.3
1971	58.8	663.1	637.0
1972	63.7	659.7	628.4
1973	69.8	636.5	610.5
1974	64.5	626.2	641.9
1975	61.4	660.6	638.5
1976	64.5	654.7	642.7
1977	74.5	728.7	641.4
1978	76.8	699.4	637.7
1979	65.7	713.3	587.1
1980	78.4	763.1	641.5
1981	82.3	697.3	605.8
1982	96.1	707.6	631.7
1983	104.9	663.6	615.2
1984	116.7	661.8	579.6
1985	121.5	646.9	565.6
1986	130.2	593.4	566.7
1987	142.7	644.4	542.9
1988	131.4	659.7	564.3
1989	143.3	660.7	550.6
1990	142.3	664.9	491.7
1991	144.6	674.6	497.1
1992	139.9	646.3	484.3
1993	173.4	630.7	474.5
1994	176.6	625.1	492.7
1995	179.6	632.3	500.0
1996	183.5	683.5	488.8
1997	194.0	673.8	456.6
1998	177.2	654.7	426.5
1999	194.0	636.0	461.4
2000	196.5	738.6	455.9
2001	201.5	694.1	483.1
2002	191.7	739.7	445.6
2003	200.1	769.4	447.1
2004	210.6	729.0	433.6
2005	202.0	671.7	424.1
2006	210.9	684.4	420.6
2007	244.8	680.0	430.1
2008	308.1	539.3	449.8
2009	289.4	584.4	483.9

Tablo 4.14.Sektörlerin Üretim Payları (%)

Yıl	Tarım	Sanayi	Hizmetler
1970	30.7	17.5	51.7
1971	30.2	17.8	52.0
1972	27.9	18.1	54.0
1973	24.5	19.3	56.2
1974	25.2	20.0	54.8
1975	24.5	20.6	55.0
1976	24.0	20.5	54.9
1977	22.8	21.3	56.0
1978	23.1	21.7	55.2
1979	23.2	20.7	56.1
1980	24.2	20.5	55.4
1981	22.6	21.5	55.9
1982	22.7	21.9	55.4
1983	21.6	22.4	56.0
1984	20.3	23.1	56.6
1985	19.4	23.6	57.0
1986	18.8	25.0	56.2
1987	17.2	24.9	57.9
1988	18.3	25.1	56.7
1989	16.6	25.9	57.5
1990	16.2	25.9	57.9
1991	16.1	26.5	57.4
1992	15.8	26.5	57.8
1993	14.5	26.5	59.0
1994	15.3	26.6	58.1
1995	14.4	27.7	57.9
1996	13.9	27.7	58.3
1997	12.7	28.1	59.2
1998	13.4	27.6	59.0
1999	13.4	27.9	58.7
2000	13.1	27.8	59.0
2001	13.6	28.5	57.8
2002	13.6	28.8	57.6
2003	12.5	29.3	58.2
2004	11.6	29.2	59.2
2005	11.4	28.9	59.7
2006	11.1	29.3	59.6
2007	10.0	29.6	60.4
2008	10.3	29.2	60.5
2009	11.3	28.5	60.2