



T.C

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
İKT-DR-2011-0004

**ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER  
VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI  
ALTERNATİFİ**

**HAZIRLAYAN**

**Leman ERDAL**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Etem KARAKAYA**

**AYDIN- 2011**

**T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
İKT-DR-2011-0004**

**ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER  
VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI  
ALTERNATİFİ**

**HAZIRLAYAN**

**Leman ERDAL**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Etem KARAKAYA**

**AYDIN- 2011**

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

İKTİSAT Ana Bilim Dalı Leman Erdal tarafından hazırlanan **Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi**, başlıklı tez, 16.06.2011 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

<u>Unvanı, Adı ve Soyadı</u> :	<u>Kurumu</u> :	<u>İmzası:</u>
(Başkan) Doç. Dr. Etem KARAKAYA	Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İ.İ.B.F	
Doç. Dr. Ertuğrul ACARTÜRK	Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İ.İ.B.F	
Yrd. Doç. Dr. Şakir GÖRMÜŞ	Sakarya Üniversitesi, İ.İ.B.F	
Yrd. Doç. Dr. Osman PEKER	Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İ.İ.B.F	
Yrd. Doç. Dr. Abdullah ÖZDEMİR	Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İ.İ.B.F	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....sayılı kararıyla .....(Tarih) tarihinde onaylanmıştır.

Unvanı, Adı Soyadı  
Enstitü Müdürü

## BEYAN SAYFASI

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 : Leman ERDAL

İmza :

**YAZAR ADI – SOYADI:** Leman ERDAL

**BAŞLIK:** Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi

## ÖZET

Enerji, tüm mal ve hizmet sektörleri için farklı oranlarda da olsa temel bir girdi; aydınlatma ve ısıtma gibi en temel yararları ile hayat standardını yükselten vazgeçilemez bir kaynak; ama aynı zamanda kesintiye uğraması durumunda hayatı ve kalkınmayı felce uğratabilecek bir güvenlik riski ve aşırı kullanımı ile ortaya çıkan ve gelecek kuşakların hayatını tehlikeye sokabilecek çevresel bir risktir. Bir enerji kaynağının elde edilebilir, ulaşılabilir, üretilebilir ve sürdürülebilir olması, enerji arz güvenliğinin temel boyutlarını oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye ve Dünyadaki mevcut enerji kaynaklarının durumunu ortaya koymak, mevcut ve gelecekteki olası sorunları irdelemek ve önerilen politikaları tartışmak; enerji arz güvenliğini etkileyen faktörleri belirlemek ve bunların Türkiye için geçerliliğini ampirik olarak test etmektir.

Enerji arz güvenliğini ölçmek için dört endeks geliştirilmiştir: Bağımlılık Endeksi, Yoğunluk Endeksi, Yerli Üretim Endeksi ve Bileşik Endeks. Literatür taraması sonucu, arz güvenliğini etkileyen faktörlerden, veri varlığı da dikkate alınarak, petrol fiyatları, toplam birincil enerji arzı, yenilenebilir enerji kaynakları oranı, karbondioksit emisyonu ve kişi başına enerji tüketimi değişkenlerinden oluşan bir *ad hoc* model oluşturulmuş, model 1970-2009 dönemi için Granger Nedensellik Testi ve Johansen Eşbütünlük Analiziyle tahmin edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, petrol fiyatları, kişi başına enerji tüketimi ve emisyon miktarındaki artışların enerji arz güvenliğini olumsuz etkilediği; toplam birincil enerji arzı ile yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışların ise olumlu etkilediği bulunmuştur. Sonuç olarak, mevcut fosil enerji kaynaklarının yenilenemez oluşu, çevresel zararları ve bunların eldesindeki sıkıntılar ve fiyatlarındaki istikrarsızlıklar nedeniyle, gelecekteki enerji arzı güvenliği için, hem mevcut kaynakların yeni teknolojilerle verimliliğinin artırılması ve çevresel zararlarının azaltılması, hem de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Türkiye, Enerji Arz Güvenliği, Yenilenebilir Enerji, Enerji Arz Güvenliği Politikaları, Granger Nedensellik Testi, Johansen Eşbütünlük Analizi, AB.

**NAME:** Leman ERDAL

**TITLE:** Determinants of the Energy Supply Security and Renewable Energy Sources As An Alternative

## **SUMMARY**

Energy is a major input for almost all goods and services sectors; a vital source which rises the standart of living by say, heating and lightening; but a security risk which disrupts life and development in case of any cut offs as well as an environmental risk which threatens future generation's lives due to heavy use of fosil fuels. Accessibility, availability, affordability and acceptability are the main dimensions of energy supply security.

Main objective of this study is to exhibit the existing energy sources and related problems in the world and in Turkey, to discuss energy policies, to investigate main determinants of energy suplpy security and finally to test the validity of these factors for Turkey. Four indices are constructed to measure energy supply security: Dependency Index, Intensity Index, Local Production Index and Composite Index. Following a literature survey on the main determinants of supply security and with the availability of data, an *ad hoc* model is formed out of petroleum prices, total primary energy supply, energy consumption per capita, share of renewable energy sources and carbondioxide emmissions and is estimated by Granger Causality Test and Johansen Cointegration Analysis for the period 1970-2009 for Turkey.

Empirical results indicate that energy supply security is affected positively by increases in primary energy sources and renewable energy, but negatively by increases in petroleum prices, per capita energy consumption and CO<sub>2</sub> emmissions. Use of renewable energy sources and increase of productivity of existing fosil fuels and thus reduction of their environmental harms by adapting new technologies are suggested for energy supply security of the future due to depletion of fosil fuels one day, their gas emmissions to the environment, problems in accessing the sources and instability in their prices.

**KEYWORDS:** Turkey, Energy Supply Security, Energy Supply Security Policies, Renewable Energy, Granger Causality Test, Johansen Cointegration Analysis, European Union.

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, yaklaşık 40 yıllık bir dönem için Türkiye'nin enerji durumunu, sorunlarını ve enerji politikalarını ortaya koyması; enerji arz güvenliği gibi her zaman güncelliğini koruyan ve insanoğlunun refahını ve geleceğini etkileyen bir konuyu ele alması; arz güvenliğini etkileyen faktörleri detaylı olarak inceleyip bu etkenlerin Türkiye için geçerliliğini zaman serisi analizi ile test etmesi bakımlarından önem taşımaktadır. İlgili literatüre ve gerekli veri ve göstergelere ulaşmak, bu verileri çalışmada kullanabilmek için gerekli değerlere dönüştürüp, kullanıma hazır hale getirmek uzun bir süreç ve özveriyle bir çalışma gerektirmiştir.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında, şekillenmesinde ve tamamlanmasında çok önemli katkıları bulunan danışman hocam Doç. Dr. Etem KARAKAYA başta olmak üzere, tez çalışmam süresince yardım ve desteğini esirgemeyen değerli iktisatçı ve sevgili eşim Doç. Dr. Fuat ERDAL'a, görüşleri ile önümü açan tez izleme komisyonu üyeleri Doç. Dr. Ertuğrul Acartürk ve Yrd. Doç. Dr. Abdullah Özdemir'e, çalışmanın her aşamasında bana desteğini esirgemeyen arkadaşım ve meslektaşım Dr.Emine B. ÇOLAKOĞLU'na, bana İstanbul'da bulduğum sürede huzurlu bir çalışma ortamı sunan Küçükçekmece Kaymakamı Sayın Orhan ÖZTÜRK'e, manevi desteğini eksik etmeyen aileme ve özellikle ilgiye ihtiyaç duydukları bir dönemde gösterdikleri büyük fedakârlıklardan dolayı kızlarım Şeyma ve Elif'e çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR ve SİMGELER .....	x
GİRİŞ .....	1
<b>1. BÖLÜM: ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ.....</b>	<b>7</b>
1.1. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ TANIMI VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....	10
1.1.1. Elde Edilebilir Olması.....	10
1.1.2. Ulaşılabilir Olması .....	11
1.1.3. Üretilabilir Olması .....	12
1.1.4. Sürdürülebilir Olması.....	12
1.2. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER .....	15
1.2.1. Ekonomik Faktörler .....	17
1.2.1.1. Fiyat .....	21
1.2.1.2. Esneklik ve İkame Edilebilirlik.....	24
1.2.1.3. İthalat Bağımlılığı ve Tüketim Düzeyi .....	27
1.2.1.4. Enerji Yönetimi .....	30
1.2.1.5. Ulusal Yasal Düzenlemeler.....	32
1.2.1.6. İşbirliği, Anlaşma ve Birleşmeler .....	34
1.2.2. Siyasî Faktörler .....	41
1.2.2.1. Siyasî İstikrarsızlık.....	42
1.2.2.2. Ambargo.....	43
1.2.2.3. Terörizm.....	44
1.2.3. Coğrafi Faktörler .....	45
1.2.3.1. Uzaklık .....	46
1.2.3.2. Güzergâh ve Konum .....	47
1.2.3.3. Jeopolitik .....	50
1.2.3.4. İklim Değişikliği ve Çevre .....	51
<b>2. BÖLÜM: DÜNYADA MEVCUT ENERJİ DURUMU VE ENERJİ POLİTİKALARI.....</b>	<b>54</b>
2.1. ENERJİ KAYNAKLARI.....	57
2.1.1. Birincil Enerji Kaynakları .....	57



2.1.1.1. Fosil Yakıtlar.....	58
2.1.1.1.1. Petrol .....	58
2.1.1.1.2. Doğal Gaz.....	60
2.1.1.1.3. Kömür .....	63
2.2.1.2. Yenilenebilir Enerji kaynakları .....	66
2.2.1.2.1. Hidroelektrik .....	71
2.2.1.2.2. Rüzgâr .....	72
2.2.1.2.3. Güneş Enerjisi .....	74
2.2.1.2.4. Jeotermal .....	75
2.2.1.2.5. Biyokütle .....	75
2.2.1.2.6. Dalga Enerjisi.....	77
2.1.2. İkincil Enerji Kaynakları.....	78
2.1.3. Nükleer Enerji .....	81
2.2. DÜNYADA ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ POLİTİKALARI .....	84
2.2.1. Gelişmiş Ülkelerde Enerji Politikaları .....	85
2.2.1.1. Amerika Birleşik Devletleri .....	87
2.2.1.1.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	87
2.2.1.1.2. Enerji Politikası .....	90
2.2.1.2. Japonya.....	100
2.2.1.2.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	100
2.2.1.2.2. Enerji Politikası .....	105
2.2.1.3. Avrupa Birliği .....	112
2.2.1.3.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	112
2.2.1.3.2. Enerji Politikası .....	116
2.2.2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Politikaları .....	145
2.2.2.1. Çin.....	145
2.2.2.1.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	145
2.2.2.1.2. Enerji Politikası .....	146
2.2.2.2. Rusya.....	157
2.2.2.2.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	157
2.2.2.2.2. Enerji Politikası .....	161
2.2.2.3. Hindistan .....	167
2.2.2.3.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	167
2.2.2.3.2. Enerji Politikası .....	168
2.2.2.4. Brezilya .....	173
2.2.2.4.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar .....	173
2.2.2.4.2. Enerji Politikası .....	177

### **3. BÖLÜM: TÜRKİYE’DE MEVCUT ENERJİ DURUMU VE ENERJİ POLİTİKALARI.....182**

3.1. TÜRKİYE’DE MEVCUT ENERJİ DURUMU.....	183
3.1.1. Petrol .....	185
3.1.1.1. Petrol Rezerv ve Üretimi.....	185
3.1.1.2. Petrol Tüketimi .....	187
3.1.2. Linyit ve Taş Kömürü .....	189
3.1.2.1. Linyit ve Taş Kömürü Rezerv ve Üretimi.....	189

3.1.2.2. Linyit ve Taş Kömürü Tüketimi .....	191
3.1.3. Doğal Gaz.....	193
3.1.3.1. Doğal Gaz Rezerv ve Üretimi .....	193
3.1.3.2. Doğal Gaz Tüketimi .....	195
3.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	198
3.1.4.1. Hidroelektrik .....	200
3.1.4.2. Biyokütle .....	201
3.1.4.3. Güneş Enerjisi .....	203
3.1.4.4. Rüzgâr Enerjisi.....	204
3.1.4.5. Jeotermal Enerji .....	205
3.1.4.6. Dalga Enerjisi.....	206
3.1.5. Nükleer Enerji .....	208
3.2. TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI .....	214
3.2.1. Enerji Sektöründe 1999 Öncesi Süreç.....	214
3.2.2. AB Adaylığı ve 1999-2002 Süreci.....	217
3.2.3. 2002 Sonrası Süreç ve Enerji Stratejileri .....	222

#### **4. BÖLÜM: ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR ANALİZ .....**

4.1. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ ÜZERİNE AMPİRİK LİTERATÜR .....	246
4.2. MODEL VE VERİ ANALİZİ.....	255
4.2.1. Enerji Arz Güvenliği Endeksi .....	256
4.2.2. Modelin Bağımsız Değişkenleri.....	264
4.3. DURAĞANLIK (BİRİM KÖK) TESTLERİ.....	269
4.3.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi .....	270
4.3.2. Phillips - Perron Birim Kök Testi .....	272
4.3.3. KPSS Birim Kök Testi .....	273
4.4. EKONOMETRİK ANALİZLER VE SONUÇLARI.....	274
4.4.1. Granger Nedensellik Testleri .....	274
4.4.2. Eşbütünleşme Analizleri .....	276
4.4.3. Johansen Eşbütünleşme Tahminleri.....	280
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	292
KAYNAKÇA .....	302
ÖZGEÇMİŞ .....	325

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Enerji Kaynakları Terminolojisi .....	8
Şekil 2.1. Dünya’da Elektrik Enerjisi Üretiminde Kaynak Dağılımı (2009).....	80
Şekil 2.2. Türlerine Göre Yenilenebilir Enerji Kaynakları (2009) .....	97
Şekil 2.3. Japonya Enerji Tüketim Yapısı (Milyon Tep).....	101
Şekil 2.4. Japonya 2009 Yılı Ham Petrol İthalatı.....	102
Şekil 2.5. AB Enerji Politikası ve Temel Amaçları .....	118
Şekil 2.6. AB Bölgesel Enerji İletim ve Dağıtım Ağı Sistemleri.....	126
Şekil 2.7. Toplam Birincil Enerji, Kömür ve Petrol Arz Gelişimi (Milyon Tep) .....	147
Şekil 3.1. Türkiye’de Petrol ve Doğal Gaz Bölgeleri .....	186
Şekil 3.2. Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu .....	226
Şekil 3.3. Nabucco Doğal Gaz Hattı Güzergâhı ve Uzunluğu.....	242
Şekil 3.4. Nabucco Doğal Gaz Boru Hattı Haritası .....	243
Şekil 3.5. Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı .....	244
Şekil 4.1. Enerji Arz Güvenliği Endeksi (ESS1) 2000=100 .....	258
Şekil 4.2. Enerji Arz Güvenliği (Enerji İthalat Oranı %).....	259
Şekil 4.3. Enerji Arz Güvenliği Endeksi (ESS2), 2000=100 .....	260
Şekil 4.4. Enerji Arz Güvenliği Endeksi (ESS3), 2000=100 .....	262
Şekil 4.5. Enerji Arz Güvenliği Bileşik Endeksi (ESS4), 2000=100.....	263
Şekil 4.6. Dünya Petrol Fiyatları (Brent, Varil Başı ABD \$) .....	265
Şekil 4.7. Toplam Birincil Enerji Arzı (1000 Ton Eşdeğeri Petrol) .....	266
Şekil 4.8. Kişi Başına Enerji Tüketimi (Kilo Eşdeğeri Petrol) .....	267
Şekil 4.9. Toplam Fosil Yakıt Kaynaklı CO <sub>2</sub> Emisyonu (1000 Ton) .....	268
Şekil 4.10. Yenilenebilir Enerjinin Toplam Enerji Tüketimine Oranı (%).....	269
Şekil 4.11. Ess1 Modelinin Otoregresif Kökleri.....	282
Şekil 4.12. Ess1 (IMP) Modelinin Otoregresif Kökleri .....	283
Şekil 4.13. ESS2 Modelinin Otoregresif Kökleri .....	285
Şekil 4.14. ESS3 Modelinin Otoregresif Kökleri .....	286
Şekil 4.15. ESS4 Modelinin Otoregresif Kökleri .....	288

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Dünya Petrol Rezervi ve Tüketimi Oranları (2009) .....	59
Tablo 2.2. Dünya Doğal Gaz Rezerv, Üretim ve Tüketim Oranları (2009).....	61
Tablo 2.3. Dünya Kömür Rezerv, Üretim ve Tüketim Oranları (2009) .....	64
Tablo 2.4. Dünya Yenilenebilir Enerji Kapasitesi .....	70
Tablo 2.5. Dünya’da Rüzgâr Enerjisi Kurulu Kapasitesi (2009).....	73
Tablo 2.6. Dünyada Birincil Enerji Tüketimi (Milyon Tep).....	79
Tablo 2.7. ABD Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi (Milyon Tep) .....	87
Tablo 2.8. Yenilenebilir Enerji Kümülatif Kurulu Kapasiteleri Gelişimi.....	103
Tablo 2.9. Japonya Yenilenebilir Enerji Elektrik Üretimi (Milyon KWs) .....	104
Tablo 2.10. Japonya Nükleer Kurulu Gücü ve Kapasite Gelişimi (2010) .....	105
Tablo 2.11. Enerji Politikası Arz ve Talep Yönlü Uygulamaları.....	108
Tablo 2.12. Enerji Üretim, İthalat, Tüketim ve Bağımlılık Oranları .....	113
Tablo 2.13. AB’de Elektrik Ve Doğal Gaz Sektörü Yatırım İhtiyacı (2010-2020).....	123
Tablo 2.14. Avrupa Birliği Rüzgâr Gücü Kurulu Kapasitesi (MW).....	129
Tablo 2.15. Avrupa’da Nükleer Santralleri ve Enerji Üretim Oranları.....	131
Tablo 2.16. AB Yenilenebilir Enerji Toplam Kurulu Kapasitesi (MW).....	134
Tablo 2.17. Yenilenebilir Enerji Kurulu Kapasitesi ve Elektrik Üretimi (MW) .....	136
Tablo 2.18. Biyoyakıt Üretim, Tüketim ve İthalatının Gelişimi (Bin Tep) .....	137
Tablo 2.19. Ulaşım Sektörü Biyoyakıt Tüketimi ( K Tep) .....	137
Tablo 2.20. Yenilenebilir Kaynaklar Toplam Birincil Enerji Üretimi.....	138
Tablo 2.21. Yenilenebilir Kaynaklar Elektrik Enerjisi Üretimi.....	139
Tablo 2.22. Çin GSYİH ve Büyüme Oranları (100 Milyon Yuan).....	145
Tablo 2.23. Çin 2008 Yılı Enerji Arzı ve Tüketimi (Ktoe = 1010) .....	148
Tablo 2.24. Çin 2008 Yılı Elektrik Enerjisi Üretimi (GW) ve Kaynakları.....	152
Tablo 2.25. Rusya Nükleer Enerji Kurulu Kapasitesi ve Üretimi (MW).....	166
Tablo 2.26. Rusya Toplam Elektrik Kurulu Kapasitesi (Milyon KWs) .....	166
Tablo 2.27. Yenilenebilir Enerji Kurulu Kapasitesi ve Yeni Hedefler .....	171
Tablo 3.1. Kaynaklara Göre Elektrik Enerjisi Kümülatif Üretim Miktarı.....	184
Tablo 3.2. Türkiye Ham Petrol Rezervleri (2009) .....	187

Tablo 3.3. Türkiye Linyit Rezervleri (2009, 1000 Ton) ve İşleten Kurumlar .....	190
Tablo 3.4. Türkiye Taş Kömürü Rezervleri (2009, 1000 Ton).....	190
Tablo 3.5. Türkiye Kömür, Linyit ve Asfaltit Üretim ve Tüketimi (Mtep).....	191
Tablo 3.6. Türkiye Doğal Gaz Rezervleri (2009, Milyar m <sup>3</sup> ).....	193
Tablo 3.7. Doğal Gaz İthalat Miktarları (2009, Milyon m <sup>3</sup> , 9155kcal/m <sup>3</sup> ebaz) .....	194
Tablo 3.8. BOTAŞ ve ETKB Doğal Gaz Talep Tahminleri .....	196
Tablo 3.9. Türkiye'nin Doğal Gaz Arz/İthalat Anlaşmaları .....	197
Tablo 3.10. Yıllar İtibarıyla Doğal Gaz İhracat Miktarları (Milyon m <sup>3</sup> ) .....	197
Tablo 3.11. Türkiye'de 2009 Yılında Birincil Enerji Kaynakları (Milyon Tep) .....	199
Tablo 3.12. Türkiye Yenilenebilir Enerji Gelişimleri (2010 MW).....	200
Tablo 3.13. Biyokütle Üretimi ve Tahminleri (Milyon Ton).....	202
Tablo 3.14. Nükleer Elektrik Üretim Maliyeti Bileşenleri ve Oranları .....	209
Tablo 3.15. 2010 Yılı Elektrik Üretim Maliyetleri (ABD Cent/Kws).....	210
Tablo 3.16. Elektrik Enerjisi Fosil Yakıt Verimlilik Oranları (2001-2005) .....	221
Tablo 3.17. Enerji Verimliliği Yasası Kapsamı ve Ana Faaliyet Alanları.....	225
Tablo 3.18. Türkiye'de Elektrik Üretim ve Tüketim Durumu.....	229
Tablo 3.19. Türkiye'nin Stratejik Enerji Hatları Projeleri .....	241
Tablo 4.1. Enerji Arz Güvenliği İle İlgili Yapılan Ampirik Çalışmalar .....	250
Tablo 4.2. Enerji Arz Güvenliği Tanımları .....	264
Tablo 4.3. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi .....	271
Tablo 4.4. Birim Kök Test Sonuçları .....	271
Tablo 4.5. Granger Nedensellik Testi .....	275
Tablo 4.6. Johansen Eşbütünleşme Testi - ESS1 .....	281
Tablo 4.7. Johansen Eşbütünleşme Testi - IMP.....	283
Tablo 4.8. Johansen Eşbütünleşme Testi - ESS2 .....	284
Tablo 4.9. Johansen Eşbütünleşme Testi – ESS3 .....	285
Tablo 4.10. Johansen Eşbütünleşme Testi – ESS4 .....	287
Tablo 4.11. Johansen Eşbütünleşme Testi – ESS4 ve Petrol Krizi.....	289

## KISALTMALAR ve SİMGELER

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>ACER</b>	: Enerji Düzenleyicileri İşbirliği Ajansı (Agency for the Cooperation of Energy Regulators)
<b>AET</b>	: Avrupa Ekonomik Topluluğu
<b>AKÇT</b>	: Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
<b>AEK</b>	: Atom Enerjisi Komisyonu
<b>APEC</b>	: Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (Asia-Pacific Economic Cooperation)
<b>ANRE</b>	: Japonya Doğal Kaynaklar ve Enerji Ajansı (Agency for Natural Resources and Energy)
<b>BEMIP</b>	: Baltık Enerji Piyasaları Birleştirme Planı (Baltic Energy Market Interconnection Plan)
<b>BOTAŞ</b>	: Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş.
<b>BP</b>	: İngiliz Petrol Şirketi (British Petroleum)
<b>CCS</b>	: Karbon Tutma Ve Depolama (Carbon Capture and Storage)
<b>CFC</b>	: ChloroFluoroCarbon gazı
<b>EEPR</b>	: Avrupa Ekonomik Toparlanma Enerji Programı (European Energy Programme for Recovery).
<b>ECT</b>	: Avrupa Enerji Şartı (European Charter Treaty)
<b>EIIs</b>	: Avrupa Endüstriyel İnisiyatifi (The European Industrial Initiatives)
<b>ETC</b>	: Energy Community Treaty (Enerji Topluluğu Antlaşması)
<b>ETKB</b>	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<b>EPDK</b>	: Enerji Piyasası Düzenle Kurulu
<b>ENTSO-E</b>	: Avrupa İletim Sistem İşletmecileri Birliği-Elektrik (European Network of Transmission System Operators for Electricity)
<b>ENTSO-G</b>	: Avrupa İletim Sistem İşletmecileri Birliği- Doğal Gaz (European Network of Transmission System Operators for Natural Gas )
<b>EUROSTAT</b>	: Avrupa İstatistik Kurumu (European Statistical System)
<b>EWEA</b>	: Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (European Wind Energy Association)

<b>FTAA</b>	: Amerika Serbest Ticaret Alanı (Free Trade Area of the Americas)
<b>GEEA</b>	: Küresel Enerji Verimliliği İnisiyatifi
<b>GHG</b>	: Sera Gazı (Greenhouse Gas)
<b>GSYİH</b>	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>HDI</b>	: İnsani Kalkınma Endeksi
<b>HES</b>	: Hidroelektrik Santralleri
<b>IEA</b>	: Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
<b>IEEJ</b>	: Japonya Enerji Ekonomisi Enstitüsü (Japan Energy Economy Institute)
<b>IEEE-USA</b>	: ABD Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
<b>İTÜ</b>	: İstanbul Teknik Üniversitesi
<b>METİ</b>	: Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (Ministry of Economy, Trade and Industry)
<b>NREAP</b>	: Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (National Renewable Energy Action Plans)
<b>OECD</b>	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Co-operation and Development)
<b>OPEC</b>	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı (The Organization of the Petroleum Exporting Countries)
<b>OME</b>	: Akdeniz Enerji Perspektifi (Observatoire Mediterranéen de l'Énergie)
<b>PAJ</b>	: Japonya Petrol Birliği (Petroleum Association of Japan)
<b>RES</b>	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları (Renewable Energy Sources)
<b>SETP</b>	: Güneş Enerjisi Teknolojileri Programı (Solar Energy Technologies Programı)
<b>TAEK</b>	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
<b>TEAŞ</b>	: Türkiye Elektrik Anonim Şirketi
<b>TEDAŞ</b>	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
<b>TEİAŞ</b>	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
<b>TEK</b>	: Türkiye Elektrik Kurumu
<b>TETAŞ</b>	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
<b>TEN-E</b>	: Avrupa Transit Enerji Ağı (The Trans-European Networks for Energy Framework)

- TPES** : Toplam Birincil Enerji Arzı (Total Primary Energy Supply)
- TTK** : Türkiye Taş Kömürü Kurumu
- TÜBİTAK** : Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
- UN** : Birleşmiş Milletler (United Nations)
- UN ESCAP** : Birleşmiş Milletler Asya Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu  
(United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)
- UNDP** : Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı  
(United Nations Development Programme)
- WEC** : Dünya Enerji Konseyi (World Energy Council)
- WTO** : Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organisation)
- TPAO** : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
- UCTE** : Elektrik İletim Koordinasyon Birliği  
(Union for the Coordination of Transmission of Electricity)



## GİRİŞ

Enerji, özellikle sanayi devrimi ile birlikte insan hayatının vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bugün de uluslararası ilişkiler sisteminde siyasî ve ekonomik gelişmeye yön veren bir unsur olarak, dünya gündeminde en çok tartışılan konuların başında enerji gelmektedir. Enerji kaynaklarının keşfi, işletilmesi ve transferi insanlığın ortak çıkarlarına hizmet ederken, bir yandan bu kaynakların herhangi bir nedenle kesintiye uğramasının doğuracağı sonuçlar (arz güvenliği), diğer yandan da enerji kullanımı ile ortaya çıkan zararlı çevresel etkiler, karar vericileri alternatifler aramaya yönlendirmiştir.

Enerji arz güvenliği, mevcut enerjinin kaynağından çıkarılarak; üretimi, iletimi ve tüketimi faaliyetleri kapsamında, enerji arzı ve talebinin, yeterli miktarda ve kaliteli olarak, makul maliyet/fiyatlarla, kesintisiz ve çevreye duyarlı biçimde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda enerji arz güvenliğinin dört boyutu vardır: Elde edilebilirlik (availability), ulaşılabilirlik (accessibility), üretilebilirlik veya ekonomik olma (affordability) ve kabul edilebilirlik veya sürdürülebilirlik (acceptability).

Bu çalışmada, güncelliğini hiç kaybetmeyen ve önemli bir konu olan enerji arzı ele alınmış, enerji arz güvenliğini etkileyen faktörler hem teorik hem de ampirik açıdan irdelenmiştir. Dünyada ve Türkiye’de enerji arzı için en güvenli ve güvenilir alternatiflerden biri olan yenilenebilir enerji kaynakları detaylı olarak incelenecektir.

### ***Tezin Amacı***

Tezin başlıca amaçları şöyle özetlenebilir:

- Enerji arz güvenliği konusunu, tanımı, ölçümü, önemi ve bileşenleri itibariyle detaylı olarak incelemek, ilgili literatürü taramak, arz güvenliğini etkileyen faktörleri araştırmak,
- Dünyada mevcut enerji kaynakları ve durumunu (reserv, kapasite, üretim, tüketim vb) incelemek, mevcut riskleri ve bu riskleri azaltmak için geliştirilen enerji politikalarını ortaya koymak,
- Geçmişten bugüne (1970 – 2009) Türkiye’de mevcut enerji kaynaklarını ve durumunu detaylı olarak ortaya koymak, uygulanan enerji politikalarını incelemek,

- Enerji arzı risklerine karşı en güvenli araçlardan biri olan yenilenebilir enerji kaynaklarını (türleri, kapasite durumları, üretim ve tüketimleri vs) araştırmak,
- Enerji arz güvenliğini etkileyen faktörlerin Türkiye için geçerliliğini zaman serisi analizi ile test etmek,
- Bu analizler sonucu önerilebilecek politika ve stratejileri tartışmak.

### ***Konunun Önemi***

Enerji, hemen hemen tüm mal ve hizmet sektörleri için farklı oranlarda da olsa temel bir girdi; aydınlatma ve ısıtma gibi en temel yararları ile hayat standardını yükselten, kalkınmayı hızlandıran vazgeçilemez bir kaynak; ama aynı zamanda kesintiye uğraması durumunda hayatı ve kalkınmayı felce uğratacak bir güvenlik riski ve aşırı kullanımı ile ortaya çıkan ve gelecek kuşakların hayatını tehlikeye sokabilecek çevresel bir risktir.

Dünyada nüfus artışı ve ekonomik büyümeye paralel olarak enerji talebi artmaya devam ettikçe, enerji arz güvenliği gelecekte de önemli bir konu olmaya devam edecektir. Bugünlerde dünya gündemini meşgul eden ve enerji kaynakları açısından zengin bazı Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkelerinde yaşanan iç karışıklıkların diğer ülkeleri de etkilediği ve yakın geçmişte yaşanan Irak savaşının özellikle petrol olmak üzere enerji üzerine yapıldığı ifade edilmektedir. Gelecekte ortaya çıkacak sorunlarda da enerji hususunun önemli nedenlerden biri olacağı tahmin edilmektedir.

Enerji aynı zamanda geleceğin dünyasının küresel aktörlerini de belirlemektedir. Küresel enerji arzında yeni rezervlerin keşfedilmesi ve yeni ve yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji piyasalarına yeni aktörlerin katılmasını sağlamıştır. Küresel enerji arzında Brezilya en büyük biyoyakıt üreticisi ve petrol kaynaklarına sahip bir ülke olmuştur. Enerji zengini, önemli bir petrol ve doğal gaz ihracatçısı olan İran ve Rusya gibi ülkeler enerji arzında ağırlıklarını devam ettirmektedir. Küresel enerji talebinde, AB ve ABD'nin yanında devasa tüketim oranları ile Çin ve Hindistan gibi ülkelerin, büyük birer aktör olacağı tahmin edilmektedir. Japonya ise en büyük ekonomilerden biri olarak, küresel krizle etkilenen ekonomik göstergelerini iyileştirmeye çalışırken yaşadığı deprem ve tsunami felaketinin izlerini silmeye çalışmaktadır.

Uluslararası ilişkileri analiz eden Kopenhag okuluna göre; bir ülkenin enerji güvenliğinin siyasî boyutu, iç ve dış istikrar; askeri boyutu, savunma ve saldırı

gücü/potansiyeli; sosyal boyutu, etnik ve dinî kimliğinin korunması; ekonomik boyutu, kaynaklara ve pazara ulaşabilirlik ve çevre boyutu ise ekolojik biyosferin korunmasıdır. Uluslararası ilişkiler açısından, enerji güvenliğinin farklı boyutları birbirini etkilediği için birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmemelidir. Küresel dünyada uluslararası siyasî ilişkiler, enerji ihtiyacını güvence altına almaya çalışan devletlerin güvenlik endişelerine göre şekillenmektedir. Enerjiye ulaşabilirlik dolaylı olarak ülkelerin askeri güç kapasitelerine destek sağlamaktadır. Ekonomik güvenlik, kapitalist ekonominin aktörlerinin davranışlarının öngörülemezliği ile tanımlanmaktadır. Çevre güvenliği, hızlı ekonomik gelişme ve doğal kaynakların korunması ile tanımlanmaktadır. 1970'li yıllarda enerji güvenliği, özellikle petrol olmak üzere fosil yakıtların tükenmesi üzerine yoğunlaşırken; 1990'lı yıllara gelindiğinde ekolojik bozulmaya dikkat çekerek çevre boyutuyla öne çıkmaktadır.

Enerji arz güvenliği kavramı, potansiyel enerji kaynağının tükenme ihtimalinden ziyade, var olan kaynağa ulaşamamayı bir arz güvenliği riski olarak görmektedir. Bu endişe, özellikle tükenir kaynaklar olan fosil yakıtlar için geçerlidir. Çünkü enerji kaynaklarının dünya üzerinde eşit bir dağılım göstermemesi, enerji arz güvenliği açısından önemli bir husustur.

Birçok ülke enerji kaynağı bakımından başka bir ülkeye bağımlı durumdadır. Örneğin, dünyanın en güçlü entegrasyonlarından ve gelişmiş ülke bloklarından biri olan Avrupa Birliği (AB), şu anda dünyanın en büyük petrol ve doğalgaz ithalatçısı konumundadır. Birlik, Eurostat (2010) verilerine göre; petrol ihtiyacının %82'sini, doğalgaz ihtiyacınınsa %57'sini ithal etmektedir. Bu oranların önümüzdeki 25 yıl içerisinde sırasıyla %93 ve %84'e yükselmesi beklenmektedir. AB'nin en büyük enerji tedarikçisi Rusya'dır. Fakat Rusya'nın AB'ye enerji ithalat güzergâhı üzerindeki komşularıyla yaşadığı uzlaşmazlıklar, ne kadar güvenilir bir arz kaynağı olduğu yönünde soru işaretleri yaratmaktadır.

Enerjinin büyük oranda tüketiminin yapıldığı Avrupa kıtasında yaşanan enerji arzı problemlerine çözüm olarak enerji arz kaynağı çeşitliliği ve/veya coğrafik çeşitlilik önerilmektedir. Hazar Havzası, Orta Asya ve Afrika'dan Avrupa'ya yeni enerji hatlarının kurulmasıyla, enerji kaynaklarını çeşitlendirecek projeler hayata geçirilmektedir. AB, enerji boru-hatları ve enerji koridoru olacak ülkelerle ilişkilerin geliştirilmesini hedeflerken, Türkiye ismi öne çıkmaktadır. Türkiye coğrafi konumu

gereği, enerji kaynaklarının üretici ülkelerden tüketici ülkelere taşınmasında doğal bir koridor konumundadır. Özellikle AB'nin ve bölgedeki diğer gelişmiş ülkelerin enerji güvenliğinin sağlanmasında Türkiye'nin üstünlükleri dikkat çekmektedir.

Enerji arz güvenliği bu derece önemli bir konu olmasına rağmen, zaman boyutuyla ele alınan çok fazla ampirik çalışma yapılmamıştır. Mevcut çalışmaların çoğunluğu, mevcut durumu ortaya koyan, olası politika ve stratejileri tartışan çalışmalar olup, ülke grupları üzerine yapılmıştır. Ampirik olan sınırlı sayıdaki çalışma ise daha çok yatay kesit analizleridir. Bu tezin, hem Türkiye üzerine yapılması, hem yeni enerji arz güvenliği endeksleri oluşturması, hem de zaman serisi ekonometrisi kullanması bakımından, literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracağı umut edilmektedir.

### ***Materyal ve Yöntem***

Temel kavramların açıklanması ve tezin kavramsal çerçevesinin çizilebilmesi için kapsamlı bir literatür incelemesi, konunun derinlemesine incelenmesi için tablo ve şekiller, uygulama örnekleri için ülke grupları ile karşılaştırmalı analizler ve teorik ilişkilerin testi, ampirik analizleri ve model tahmini için ise endeks oluşturma ve zaman serisi ekonometrisi yöntemleri olan Granger Nedensellik Testi ve Johansen Eşbütünlük Testi kullanılmıştır.

Konunun oldukça yeni olması nedeniyle, tezde özellikle yabancı literatür taraması yapılmış ve enerji arz güvenliği ve alternatif enerji kaynakları ile ilgili basılı ve internet kaynaklarından yararlanılmıştır. İstatistiksel veriler, ulusal ve uluslararası güvenilir kurumların kaynaklarından derlenmiştir. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve EPDK gibi ulusal kurumlar yanında, Avrupa Birliği'nin enerji konusundaki kurumsal yayınları ile Birliğin de üyesi olduğu Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) yayınları dikkate alınarak, Eurostat istatistik verileri, Birleşmiş Milletler (UN) yayınları, ABD Enerji Bakanlığına bağlı Enerji Bilgi Merkez (EIA) ve Dünya Bankası verileri, OPEC ve APEC raporları ve İngiliz Petrol Şirketi BP (British Petroleum) gibi yabancı kurumların yayınları da çalışmada kullanılmıştır.

### ***Tezin Bölümleri***

Tez, dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, enerji literatüründe kullanılan ve özellikle bu çalışmada kullanılacak olan temel kavramlar ve terimler detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca ana temayı oluşturan ve geniş bir kapsamı olan

“enerji arz güvenliği” kavramı farklı açılardan ele alınmış, mevcut tanımlar ve ölçüm yöntemleri karşılaştırılmış, kavramsal çerçevesi çizilmiş ve arz güvenliğini etkileyen faktörler detaylı ve sistematik olarak ortaya koyulmuştur.

Enerji arz güvenliği, mevcut enerjinin kaynağından çıkarılarak; üretimi, iletimi ve tüketimi faaliyetleri kapsamında, enerji arzı ve talebinin, yeterli miktarda ve kaliteli olarak, makul maliyet/fiyatlarla, kesintisiz ve çevreye duyarlı biçimde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak arz güvenliğini etkileyen ekonomik, siyasî ve coğrafi faktörleri belirlemek amacıyla, konuyla ilgili akademik yayınlar, resmi ve özel kurumların raporları incelenmiştir. Her bir faktörün, enerji arz güvenliğini nasıl etkilediği, teorik olarak ve ülke örnekleriyle açıklanmıştır. Belirlenen faktörler, çalışmanın ekonometrik analiz kısmında kullanılacak değişkenlerin tespit edilmesinde kullanılmıştır.

İkinci bölümde, küresel enerji piyasasının durumunu yansıtmak için Dünya’da mevcut enerji durumu ele alınmış, mevcut verilere ve projeksiyonlara bakılarak, dünya enerji kaynağı rezervi, arzı ve tüketimi açısından “enerji haritası” çıkarılmaya çalışılmıştır. Kaynaklar, birincil (fosil yakıtlar ve rüzgâr, güneş, biyokütle, hidroelektrik, dalga, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları) ve ikincil enerji kaynakları (elektrik) olarak iki grupta incelenmiş, nükleer enerji ayrı bir başlık olarak ele alınmıştır. Yine konu ile ilgili akademik literatür ve kurumsal yayınların taraması yapılmış, enerji arz güvenliğini artırmak amacıyla alternatif enerji kaynakları arayışına ve ilgili enerji politikalarına yer verilmiştir. Kaynak, politika ve stratejilerin karşılaştırmalı analizi için dört adet gelişmiş ülke (AB, ABD, Japonya) ve 3 adet de gelişmekte olan ülke (Brezilya Rusya, Hindistan ve Çin,) örnekleri incelenmiştir. Bu ülkelerdeki mevcut enerji kaynakları, rezerv ve kapasiteleri, ülkedeki enerji arzı ve tüketim talepleri, mevcut sorunlar ve çözümüne yönelik geliştirilen strateji ve politikalar ele alınmıştır. Enerji arz güvenliğinin artırılması için uygulanan politikaların yanı sıra öne çıkan projelerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, ülkemizdeki enerji durumu, kaynaklar itibariyle (doğal gaz, petrol, kömür, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji) potansiyel, rezerv, üretim, ithalat ve tüketim miktarları ele alınmış, dönemler itibariyle enerji sektöründe yaşanan sıkıntılar ile enerji arz güvenliğini artırmaya yönelik politikalara yer verilmiştir. Enerji

politikalarına yönelik son yıllarda yapılan yasal ve kurumsal değişmelere özel vurgu yapılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ise, ekonometrik analizler yer almaktadır. Bu bölümde öncelikle tezin konusunu ve analizlerin bağımlı değişkenini oluşturan enerji arz güvenliği için, literatürdeki ölçümlerden yararlanılarak dört farklı endeks oluşturulmuştur. Bunlar, Bağımlılık Endeksi, Yoğunluk Endeksi, Yerli Üretim Endeksi ve Bileşik Endeksidir. Bu endeksler vasıtasıyla, 1970-2009 yılları arasında ülkemizdeki arz güvenliğinin seyri incelenmiştir. Daha sonra birinci bölümde ele alınan arz güvenliğini etkileyen ekonomik, siyasî ve coğrafi faktörlerden, Türkiye için ilgili olabilecekler, veri varlığı da dikkate alınarak, toplam birincil enerji arzı, petrol fiyatları, kişi başına enerji tüketimi, yenilenebilir enerji kaynakları oranı ve karbondioksit emisyonu olarak tespit edilmiş, bu değişkenlerin oluşumu ve ölçümü incelenmiştir. Birim kök testlerini takiben, Granger Nedensellik testi ile değişkenler arasındaki ilişkinin yönü tespit edilmeye çalışılmış, Johansen Eşbütünleşme Analizi vasıtasıyla da oluşturulan ad hoc modeller tahmin edilmiştir.

## 1. BÖLÜM: ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

Bir ülkenin ekonomik gelişmişlik düzeyi, ürettiği ve tükettiği enerji miktarıyla ölçülmektedir. Enerji tüketiminde kendi kendine yeterli olan ülkeler, enerji arz güvenliği yüksek olan ülkelerdir. Üretim sürecinin en önemli hammaddesi olan enerjinin kısaca ulaşılabilirliği ve sürdürülebilirliğini ifade eden arz güvenliği, ülkelerin ekonomik büyüme ve gelişmelerini ve hatta ulusal güvenliklerini temelden etkileyen bir olgudur.

Çalışmaya başlarken enerji, arz güvenliği ve yenilenebilir enerji ile ilgili temel kavramlar ve tanımlar üzerinde durulacaktır. Yakıt nedir? Enerji nedir? Kaç çeşit enerji kaynağı vardır? Birincil ve ikincil enerji kaynakları nelerdir? Çalışmada sıkça kullanılacak olan, enerji ve enerji kaynaklarıyla ilgili, yakıt, ısı, güç vb. kavram ve terimlerin ne anlama geldiğini açıklamak yerinde olacaktır.

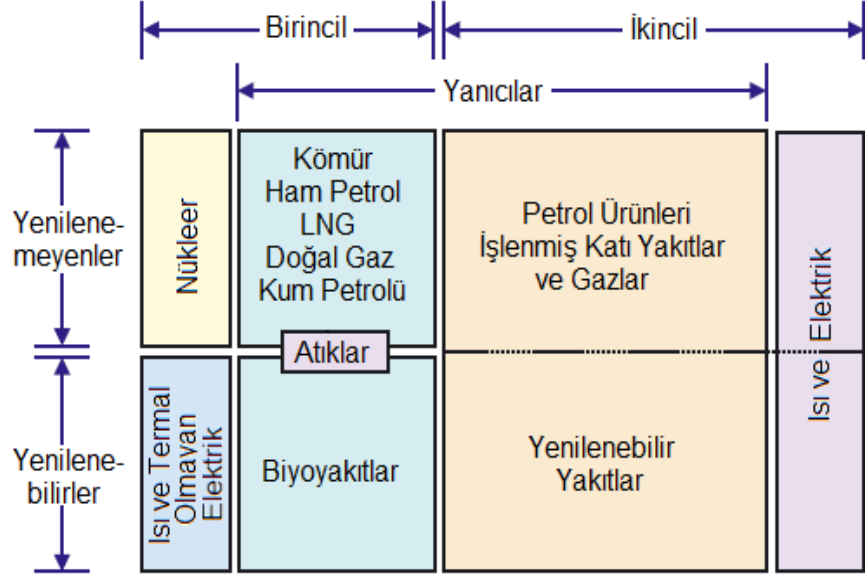
*Yakıt*, yakma işlemi sonucu ortaya çıkan ısı veya gücün kaynağı herhangi bir madde olarak tanımlanmaktadır. Isı, maddenin içindeki karbon ve hidrojenin yakma işlemiyle oksijenle birleşmesiyle ortaya çıkmaktadır. Enerjinin, mekanik veya elektrik formunda yakma işlemiyle ısı veya güç olarak ortaya çıkması, yakılan yakıtlar için, “enerji” kaynağı olarak tanımlanmasının nedenidir. *Enerji*, bir iş yapma kapasitesi olarak tanımlanmakta ve ısı enerjisi, ışık (radyant) enerjisi, mekanik enerji, elektrik enerjisi, kimyasal enerji ve nükleer enerji gibi, değişik formlarda karşımıza çıkmaktadır (Uluslararası Enerji Ajansı [IEA] 2011:17).

Enerji kaynakları temelde Şekil 1’de verildiği gibi birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Birincil enerji; petrol, doğal gaz, kömür gibi doğal kaynaklardan özümşenerek veya direkt olarak alınan enerjidir. Birincil enerji kaynakları: petrol, kömür, linyit, doğal gaz, nükleer enerji yakıtları (uranyum ve toryum), hidrolik, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, dalga gücü, odun olarak sayılmaktadır (Satman, 2007:1; IEA, 2011:18).

Enerji veren bütün maddeler, birincil enerji değildir. Birincil veya ikincil enerjilerin dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiler, ikincil enerjilerdir. Petrol kullanılarak elde edilen elektrik enerjisi, ham petrolden üretilen petrol ürünleri, kömürden üretilen kok kömürü ve odundan üretilen odun kömürü vb. ürünler de ikincil enerji olarak sınıflandırılmaktadır. Elektrik enerjisi üretebilmek için ayrıca hammadde

olarak kok kömürü, kömür gazı, biyogaz, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) kullanılmaktadır (IEA, 2011:21).

**Şekil 1.1. Enerji Kaynakları Terminolojisi**



Kaynak: IEA, 201:18.

Hem elektrik hem de ısı enerjisi birincil veya ikincil formda üretilebilir. Birincil ısı, güneş panelleri, jeotermal rezervuarlar gibi doğal kaynaklardan elde edilerek, enerji arzında yeni bir enerji olarak sunulmaktadır. İkincil ısı ise; kombine ısı ve enerji üretim tesislerinde enerji kaynaklarının işleme tabi tutulmasıyla elde edilmektedir (IEA, 2011: 22).

Enerji kaynakları, enerjinin tekrar kullanılmasına göre yenilenebilir ve yenilenemeyen (veya tükenbilir) kaynaklar olarak iki gruba ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji, sürekli, tekrar tekrar kullanılabilen ve pratik olarak sınırsız varsayılan enerjidir. Örneğin güneş enerjisi, güneşten gelir ve elektriğe veya ısı enerjisine dönüştürülebilir; Rüzgâr enerjisi, yer küreden gelen jeotermal enerji, bitkilerden üretilen biyokütle ve sudan elde edilen hidro-gücü de yenilenebilir enerji grubunda değerlendirilmektedir. Yenilenebilir enerji, kısa sürede yerine konulan enerji olarak tanımlanmaktadır (Satman, 2007:11).



Yenilenebilir enerji kaynakları kendi içinde; dalga gücü gibi hidro (su) kaynaklı olan ve hidrolik kaynaklı olmayan (Non-hidro) yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Hidrolik kaynaklı olmayan yenilenebilir enerji kaynakları ise; yanıcı olanlar ve yanıcı olmayan yenilenebilir enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır. Yanıcı olmayan (Non-combustible renewables-NCR) yenilenebilir enerji kaynakları; jeotermal, güneş enerjisi ve rüzgâr gücü ve yanıcı olanlar odun kömürü, odun ve evsel katı atıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Akdeniz Enerji Perspektifi [OME] 2008: 321).

Yenilenemeyen enerji veya tükenebilen enerji, fosil yakıtlar olarak tanımlanan ve yeniden kullanılması mümkün olmayan enerjidir. Fosil yakıtlar olarak bilinen petrol, kömür ve doğal gaz yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır.

Enerji, belirli bir zamanda belirli bir üretim için kullanılan hammadde olmaktan ziyade bugün enerji arzının sürdürülebilir olması açısından daha da önem kazanmaktadır. Bu konuda yapılan akademik çalışmalarda, enerjinin tanımı yapılırken teknik tanımlamalardan ziyade, enerji güvenliği ve enerji güvenliğinin önemli bir boyutunu oluşturan “*sürdürülebilir enerji*” tanımı yapılmaya başlanmıştır (Satman, 2007:13).

Sürdürülebilir enerji, “*Günümüzün enerji ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetlerine zarar vermeden karşılanması*” olarak tanımlanmaktadır. Enerji arzının sürdürülebilirliğinin artırılması için, verimliliği artıran teknolojilerle yenilenebilir enerji kullanımının artırılması temel alınmalıdır. Bugün tükenen kaynaklar ve çevresel bozulma nedeniyle, enerji arzının sürdürülebilirliği, en önemli gündem haline gelmiştir (Ediger, 2009:15).

Dünyadaki Toplam Birincil Enerji Arzının<sup>1</sup> (TPES) kaynağı, dünyamızın uydusu olan Ay’ın dünya etrafında dönmesiyle oluşan, dalga ve ısı enerjisi dışında, Güneş’tir, Güneş’in enerjisinin kaynağı, derinlerinden gelen çekim basıncıyla oluşan nükleer reaksiyondur. Ancak kullanılan birincil enerji arzının çok azı, güneş enerjisinden elde edilmektedir.

Enerji literatüründe, Toplam Birincil Enerji Arzı, yukarıda sayılan yenilenebilir ve yenilenemeyen birincil enerji kaynakları arzının toplamıdır. Toplam Nihai Enerji Talebi (Total Final Energy Demand); elektrik enerjisi türleri, linyit ve kömür, doğal gaz, hidro, yenilenebilir enerji talebi, Toplam Nihai Enerji Tüketimi (Total Final Energy

<sup>1</sup> Toplam Birincil Enerji Arzı, yabancı literatürde “Total Primary Energy Supply” ifadesinin kısaltılmış haliyle “TPES” olarak kullanılacaktır.

Consumption), üretimde ve hizmet sunumu sürecinde kullanılan veya tüketilen enerji olarak tanımlanmaktadır (RIVM, 2001; OME, 2008:23).

Enerji arz güvenliği, tüm dünyada özellikle son yıllarda yüksek petrol fiyatları ve jeopolitik arz dengesizlikleri nedeniyle yeniden ilgi odağı olmuştur. Petrol fiyatlarında 2007-2008'de yaşanan ani ve aşırı artışın nedenleri 1990-2000'li yıllarda Asya'daki yatırımların yetersizliği, artan enerji talebi; ucuz petrol ve gaz rezervlerinin tükenmesi ve mevcutların da siyasî olarak bir kaç istikrarsız ülkede toplanması gibi faktörlerle açıklanmaktadır (Birleşmiş Milletler, Asya Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu [UN ESCAP], 2010:3). Enerji arz güvenliği aslında kendine özgü koşullarıyla her dönemde önemli olmuştur. Enerjiyi kesintisiz, güvenilir, ucuz, temiz ve çeşitlendirilmiş kaynaklardan sağlamak ve verimli kullanmak her ülkenin güvence altına alması gereken bir husustur.

### **1.1. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ TANIMI VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE**

Bu bölümde, öncelikle enerji arz güvenliği kavramı, ilgili literatürden faydalanılarak tanımlanmış, ardından arz güvenliğini etkileyen faktörler detaylı olarak ele alınmıştır.

Enerji arz güvenliği tanımına geçmeden önce bir üst kavram olan enerji güvenliğini tanımlamak gerekmektedir. Enerji güvenliği tanımı, tarihsel seyri açısından, zaman içinde genişletilmiş ve enerji arzı güvenliği ile eş anlamlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Enerji güvenliği, birçok tanımda yer alan ve İngilizce karşılığı 4A olarak ifade edilen, enerji kaynağının mevcut olması (Availability), ulaşılabilirliği (Accessibility), ekonomik olması (Affordability) ve sürdürülebilir olması (Acceptability) olarak sayılan dört önemli unsuru içinde barındıran geniş kapsamlı bir kavramdır.

Enerji güvenliğinin dört temel özelliği, enerji arz güvenliğini artıran unsurlar olarak birçok tanımda yer almaktadır. (Kruyt vd.2009: 2165; Jansen vd., 2004:3; Elkind, 2010: 114).

#### **1.1.1. Elde Edilebilir Olması**

Enerji güvenliğinin birinci ve en önemli elementi, mevcut enerjinin elde edilebilir olmasıdır. Bazı kaynaklarda enerji güvenliği açısından enerjinin elde edilebilirliği; özellikle tükenecek olan petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar için fiziksel

olarak mevcut olması olarak tanımlanmaktadır (Kruyt vd.2009: 2167; IEA,2010; Hutchings vd., 2009:114; Jansen vd., 2004:5; Elkind, 2010:119).

Bazı kaynaklarda, tüketicinin ihtiyacı olan enerji mal ve hizmetlerine ulaşabilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle elde edilebilirlik, ticari, ekonomik, siyasî, stratejik vb. hangi nedenle olursa olsun, enerji mal ve hizmetlerini alan ve satan tarafların üzerinde anlaştığı bir piyasa sistemini gerektirmektedir. Tarafların karşılıklı bağımlılığı, enerji güvenliğinin önkoşuludur. Ancak piyasadaki tarafların birbirleri karşısındaki üstünlükleri ve çıkarları ticarî kuralların sınırlarını belirlemektedir. Enerji piyasası aynı zamanda fiziksel kaynaklar, sermaye yatırımı, teknolojinin verimli kullanımı, uygun hukuki ve kurumsal altyapı ve yasalara uygun üretim süreci sonunda üretilen hizmetin toplum tarafından sosyal kabul görmesi gibi önemli unsurları taşımaktadır. Bugün dünyada daha az maliyetle üretim yapılan petrol ve doğal gaz rezervleri azalmaktadır. Enerji kaynağının elde edilebilirliği açısından arz güvenliği endişesine neden olan koşullar şöyle özetlenebilir (Kruyt vd.2009:2167; Jansen vd., 2004:4)

- Petrol ve doğal gaz rezervlerinde olduğu gibi, derin deniz ve ulaşılması zor yeryüzü katmanlarında yer alması veya yüksek oranda sülfür içermesi, çıkarılmasını zorlaştırarak, üretim maliyetini yükseltmesi,
- Var olan enerji rezervlerinin, dünyada görece daha fakir ülkelerde olmasının siyasî istikrarsızlık ve kötü yönetim riskini de taşıması,
- Enerji kaynaklarının, OPEC ülkelerinde olduğu gibi, korumacı politikalarla kaynaklara ulaşılmasını engelleyen yönetimlerin elinde olması veya çevrenin korumasına yönelik öncelikli politikalarda olduğu gibi, kaynaklara erişimin ekonomik nedenler dışında engellenmesi,
- Enerji arz güvenliği için hayati öneme sahip, enerji kaynaklarına ulaşımı sağlayan altyapı yatırımlarını planlama, uygulama aşamalarının uzun yıllar devam etmesi ve tamamlanmaması olarak sayılmaktadır.

### **1.1.2. Ulaşılabilir Olması**

Enerji rezervlerinin ve mevcut enerji kaynağının enerji üretim ve tüketimi arasındaki mesafe açısından enerjinin ulaşılabilir olması, ve daha da önemlisi kesintiye uğramamasını ifade etmektedir. Günlük hayatın rutin işleyişi için gerekli olan enerjinin kesintiye uğraması, fabrikaların çalışmasını durdurması anlamına gelmekte, hastanelerin

hizmet vermesini engellemekte ve evlerin ısıtılması mümkün olmamaktadır. Enerji kesintisine maruz kalmamak ve arz güvenliğini artırmak için aşağıdaki önlemlerin alınması hayati önem taşımaktadır (Jansen vd., 2004:5; Elkind, 2010:119);

- Enerji kaynağının farklılaştırılması,
- Arzın üretim, iletim ve dağıtım ağının farklılaştırılması,
- Arz şebekesinin, boru hattı ve dağıtım altyapısıyla kapasitesinin artırılması,
- Enerji altyapısına ek yük getirecek enerji talebinin azaltılması,
- Acil enerji kesintilerinde kullanılmak üzere enerji depolanması,
- Bozulmuş enerji şebeke veya altyapılarının onarılması/iyileştirilmesi,
- Enerji piyasasında, anlık bilgi paylaşımı ile arz ve talep dengesi oluşturulması.

### **1.1.3. Üretilir Olması**

Enerji kaynağının üretilebilir olması, ekonomik bir elementtir ve enerji kaynağı rezervinin yatırım ve üretim maliyetini karşılayacak derecede kârlı olmasını gerektirir. Aynı zamanda enerji fiyatlarının, tüketicinin gelirine göre yüksek olup olmamasını da ifade etmektedir. Fiyatların dalgalanması bazen ekonomik bazen sosyal zararlara, hatta siyasî istikrarsızlığa neden olabilir. Enerji arz güvenliği açısından tüketici, anî ve beklenmedik maliyetlere katlanmayı istememektedir (IEA, 2010).

Enerji güvenliği, genel olarak tüketici ülkeler için enerji arzının, makul fiyatlarla, güvenilir ve yeterli olmasını ifade etmektedir. Güvenilir ve yeterli arzdan kasıt küresel ekonominin ihtiyacını tümüyle karşılayan kesintisiz arzdır. Makul fiyat, enerjiyi tüketenler ve üretenler açısından farklı algılandığından daha muğlâk bir ifadedir. Arz ve talep dengesine dayalı piyasanın belirlediği fiyat, genel olarak maliyet bazlı olduğundan her iki tarafa doğru (satıcı veya alıcı lehine) yön değiştirebilir. Ancak birçok tartışmanın veya makalenin konusu, enerji güvenliğinin arz yönüyle, daha da önemlisi tüketici ülkelerin iç piyasa tedariki ile karşılaştırıldığında daha az kontrol edebildiği arzın, ithalat yönüyle ilgilidir. Bu bağlamda, örneğin petrol arzındaki uluslararası piyasaları etkileyecek kadar büyük çaplı bir kesinti, uzun vadeli bir güvenlik problemi olan petrol kriziyle eşdeğerdedir.

### **1.1.4. Sürdürülebilir Olması**

Modern toplumun temel ihtiyaçlarının karşılanmasında hayati öneme sahip enerjinin aynı zamanda, üretim sürecinin sürekliliği ve özellikle son yıllarda öne çıkan çevre

duyarlılığı açısından en önemli unsuru ise enerji kaynağının uzun vadede sürdürülebilir olmasıdır. Bu özelliği enerji kaynağının çevresel ve sosyal elementidir ve toplum tarafından tercih edilmesi ve sürdürülebilirliğini ifade etmektedir. Yakın zamana kadar enerji güvenliği tanımı, çevre endişelerini içermemekteydi. Bugün aşağıda sayılan nedenlerle çevre elementi de enerji güvenliği kavramına dahil edilmiştir (IEA, 2010; Hutchings vd., 2009:115).

- Enerji üretimi, iletimi ve depolanmasının ekonomik maliyeti yanında çevreye verdiği ekolojik zararların getirdiği maliyetler de önemlidir,
- Enerji güvenliğini artırma ve sürdürülebilirlik açısından yeni teknolojilerin kullanılması kaçınılmazdır, ancak yeni teknolojiler çevrenin dengesini bozmaktadır,
- İklim değişikliği, sonucunda yükselen deniz seviyesi, enerji sistemleri ve petrol depolarından yollara kadar, altyapıları olumsuz etkileyecektir,

Enerji güvenliği, doğası gereği ekonomik boyutu yanında siyasî, jeolojik, jeopolitik ve askeri birçok farklı boyutu olan bir kavramdır. Bir iktisatçı için yüksek enerji fiyatları ve enerji arzındaki potansiyel kesintilerden kaynaklanan ekonomik kayıpların makroekonomik etkileri birinci öncelikli endişe kaynağı iken; aynı sorun siyasî açıdan zayıf bir yönetim ve başarısızlık ve askerî açıdan da dış tehdidin farklı bir boyutunu oluşturmaktadır. Literatürde enerji güvenliği ile ilgili tanımlamaların birbirinden farklı ve çatışıyor gibi görünmesinin temel nedeni ise, çok boyutlu bir kavram olan enerji güvenliğinin tanımı yapılırken farklı bir boyutun öne çıkarılmasıdır (Ediger, 2008:62; Bielecki, 2002:237). Bu nedenle üzerinde mutabık kalınmış, genel geçer bir enerji güvenliği tanımı yapmak oldukça güçtür. Bunun yanında enerji güvenliğinde; ekonomik açıdan, üç farklı boyutun öne çıktığı görülmektedir. Tüketici ülkeler için arz güvenliği; transit ülkeler için enerji nakil güvenliği ve gelirinin çoğunu ürettiği enerjiden kazanan ülkeler için enerji talep güvenliği çok önemlidir. Dolayısıyla, enerji güvenliği, tüketici ve transit ülkeler için, enerjiyi çeşitlendirilmiş hatlardan ucuza temin etmek iken; özellikle gelirinin çoğunu enerji ihracatından elde eden üretici ülkeler için kaynaklarını tekelci fiyatlar ve hatlarla tüketiciye satmak olarak tanımlanmaktadır (UN ESCAP, 2010:5; Morales, 2008:29). Bu nedenle enerji güvenliği

ve arz güvenliği, gerekli görüldüğünde nakil güvenliği ve talep güvenliği boyutuyla da ele alınmıştır.

Enerji güvenliğinin arz yönü yanında; talep yönünün varlığı aynı zamanda iki yönlü çözümleri de gündeme getirmektedir. Örneğin, çevreye zarar veren fosil yakıtlardan temiz enerjiye geçiş süreci, hem arz hem de talep yönünden temiz teknoloji tercihleri açısından değerlendirilmesi gereken bir süreçtir. Arz yönünden, elektrik üretiminde kömürün kullanılması ve karbon tutma ve depolama ile temiz enerji teknolojileri, rüzgâr gücü, güneş enerjisi, hibrid elektrikli şarj edilebilir araçlar ve sürdürülebilir biyoyakıtlar gibi yenilenebilir enerji teknolojileri önemli bir süreci oluşturmaktadır. Benzer şekilde talep yönünden yakıt tasarruflu araçların kullanılması, enerji verimliliği ve enerji depolanması, arz güvenliğini artıran önemli araçlardır (Nuttall ve Manz, 2008: 1259, Jamasb ve Pollit, 2008:5; Stiller vd. 2008:4195).

Literatürde enerji arz güvenliğinin kısa ve uzun vadede zaman boyutuyla; küreselleşen dünyada değişen ihtiyaçlar ve koşullara göre ise farklı açılardan tanımlandığı görülmektedir.

Enerji arz güvenliğinde, güvenlik endişesi eşit oranda arz ve talebin yetersizliği ile ilgilidir ve kısa ve uzun vade gibi zaman boyutlarına göre de ortaya çıkabilmektedir. Örneğin mevcut olan arzın, teknik nedenler, hava muhalefeti veya siyasî müdahalelerle riske girmesi kısa vadeli bir güvenlik problemi iken; artan enerji talebini karşılamak için, ilave arzın zamanında tedarik edilememesi uzun vadeli bir güvenlik problemidir. Bu durumda üretim ve taşıma kapasitesini artırmak için gerekli altyapı yatırımlarının ekonomik, finansal veya siyasî faktörlerin engellemesi nedeniyle yapılamaması önemli bir sorundur.

Günümüzde enerji arz güvenliği, kısa ve uzun vadede, fiziksel anlamda enerji kaynağına ulaşılabilirlikten, arz fiyatının farklılığı ve her ülkenin yatırım eksikliği gibi kendi altyapı sorunlarının doğuracağı kesintiler, enerji altyapısına yönelik içerden veya dışarıdan gelecek her türlü tehdit ve terörist saldırılara kadar birçok tehdiye maruz kalan bir husustur. Ayrıca sel, deprem, kasırga, ağır kış koşulları gibi doğal engeller; grev, lokavt, ambargo, iç savaş, işgal gibi beklenmedik sosyal ve siyasî riskler gibi birçok olasılığın birlikte değerlendirilmesini gerektiren geniş kapsamlı bir kavram olarak kabul edilmektedir (Bielecki, 2002: 238; Pamir, 2007: 14; Krut ve diğerleri, 2009: 2165).

Enerji arz güvenliği, “enerjinin üretimi, iletimi ve tüketimi faaliyetleri kapsamında, enerji arzı, nakli ve talebinin, yeterli miktarda ve kaliteli olarak, makul maliyet/fiyatlarla, kesintisiz ve çevreye duyarlı biçimde gerçekleştirilmesi” olarak tanımlanmaktadır (Stiller vd., 2008: 4195; Aksoy, 2007:3; WEC, 2009: 6; Ediger, 2008: 62; Pamir, 2007:14).

Enerji arz güvenliğini sağlamada başarılı bir stratejinin temel hedefleri;

- Enerji talebi ve arzı arasındaki açığı en aza indirmek,
- Enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliği ve tasarrufunu artırmak,
- Optimal enerji karışımını oluşturmak,
- Enerji arzını çeşitlendirmek,
- Enerji altyapısını geliştirmek için yatırım yapmak,
- Alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek,
- Ar&Ge faaliyetleri ile yenilik ve rekabeti teşvik etmek,
- Enerji fiyat dalgalanmalarına karşı kırılganlığı azaltmak,
- Enerji sektöründe iyi yönetişimin sağlanması olarak sayılmaktadır (UN ESCAP-2010).

Enerjide arz güvenliğini artırmak için alınacak tedbirler ise;

- Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi,
- Tedarikçi ülkelerin çeşitlendirilmesi,
- Yerel kaynakların değerlendirilmesi,
- İç piyasanın tam liberalizasyonu/serbestleştirilmesi,
- Sınır ötesi yatırımların artırılması,
- Depolama kapasitesinin geliştirilmesi,
- Tasarruf ve enerji verimliliğinin artırılmasıdır.

Genel olarak, literatürde yer alan enerji arzı güvenliği tanımları ve enerji arzı güvenliğini artırmak için oluşturulan stratejilerden yola çıkarak enerji arz güvenliğini etkileyen faktörler; ekonomik, siyasî ve coğrafi faktörler olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada yer alan alt başlıklar literatürde öne çıkan örneklerle desteklenmektedir.

## **1.2. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

İnsanlık tarihini, insanlığın gelişimi dünyaya hâkim olma çabası ile doğrudan ilgili olan enerji şekillendirmektedir. İnsanoğlu, ateşin bulunmasından nükleer enerjinin

keşfine kadar sürekli olarak daha fazla enerjiye sahip olmayı istemiştir. Üretimini en temel hammaddesi olan enerji, geçmişte olduğundan daha fazla, ülkelerin ekonomik ve ulusal güvenliklerini temelden etkilemekte ve uluslararası siyasete yön vermektedir. Dünyanın yakın tarihindeki çatışmalara bakıldığında da, ülkeler arasındaki çatışmaların nedenleri arasında enerji sorununun da bulunduğu görülmektedir. Enerjinin varlığı, savaflara, yeni keşiflere neden olmuş ve böylece tarihin akışını değiştirmiştir. İnsan nüfusunun artması ve dünya ekonomisinin büyümesiyle, her geçen gün artan enerji ihtiyacı, özellikle de sanayi devrimi ile birlikte artan enerji bağımlılığı, tüm dünyayı sarmıştır. Çünkü günlük yaşamın her aşamasında ev ve iş yerlerini ısıtan, sanayinin çarklarını döndüren, tarımda üretimi artıran, kısaca hayatın devam etmesini sağlayan, enerjidir.

Enerji talebi ile ilgili yapılan çalışmalar dünyada kişi başına düşen birincil enerji tüketimi talebinin, 2002 yılından 2030 yılına kadar %60 kadar artacağını tahmin etmektedir. Enerji üretiminde 2020 yılına yönelik tahminler, fosil yakıtların ağırlıklı olarak kullanılmaya devam edeceği yönündedir. 2050 yılında enerji talebinin daha fazla olacağı ve bu süreçte dünyada fosil yakıtlarının enerji tüketim talebinin %85 gibi yüksek bir oranını karşılayacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları %14 ile aynı kalırken, nükleer enerjinin %7'den %5'e düşeceği tahmin edilmektedir (Bilen vd., 2008:1531).

Dünyadaki fosil yakıt enerji kaynaklarının tükenir olması, 1970'li yıllardaki petrol krizleri ve 2000'li yıllarda Rusya doğal gaz krizleri gibi siyasî sebeplerden dolayı zaman zaman ortaya çıkan enerji krizleri ile yenilenebilir enerji kaynakları alt yapısı ve yapılan yatırımların az olması, enerji kaynaklarının yönetimi ve arzında bazı sıkıntılara neden olmaktadır. Örneğin, en fazla kullanılan enerji kaynağı olan petrolü, en yoğun tüketen Batılı ülkelerin, bol petrol rezervine sahip olan Doğu ülkelerine olan bağımlılığı, dünyadaki gerginlik ve çatışmaların temel nedenidir. Ancak enerji krizlerinden en çok gelişmiş Batı ülkeler etkilemekle birlikte, krizlerin etkileri artan küreselleşmeyle aynı oranda tüm dünyaya yayılmaktadır.

Enerji arz güvenliğini etkileyen faktörler ekonomik, siyasî ve coğrafi olarak üç ana başlık altında incelenmektedir.



### 1.2.1. Ekonomik Faktörler

Enerjiyi üreten ve tüketen ülkeler açısından incelendiğinde; kanıtlanmış veya potansiyel rezerv tahminleri ve üretimi; ithalat bağımlılığı oranı, mevcut/potansiyel ticaret hacmi, gelir, fiyat, talebin fiyat esnekliği ve ikame edilebilirlik, ithalat ve ihracatta sübvansiyon ve vergi indirimi ve teşvikleri, enerji ticaretinde döviz kuru ve nakliye ve depolama imkânı ve maliyeti, atıklar, yatırım eksikliği ve maliyeti, tüketim düzeyinin değişmesi gibi birçok ekonomik faktörün, enerji arz güvenliği açısından etkili olduğu görülmektedir (Pascual ve Zambetakis, 2010:19).

Enerji güvenliğinin dört temel unsurundan biri olan ve özellikle tükenir fosil yakıtlar için enerji kaynağının fiziksel olarak mevcut olması,ve üretim rezerv oranı, enerji arz güvenliğinin en önemli göstergelerinden biridir. Dünyada en fazla fosil yakıt rezervine sahip olan ülkelerin arz güvenliği, yerli kaynağı mevcut olmayan, ithalat bağımlısı ülkelere göre çok daha yüksektir. Rusya, dünyada en fazla petrol ve doğal gaz rezervine sahip ülkelerden biri olarak 2000-2004 arasında ortalama %7 ekonomik büyüme ile küresel dünyada ekonomik gücünü daha da artırmıştır. Ülke ekonomisindeki büyümenin temel nedeni, endüstriyel büyümenin %70'i ve GSYİH'nin %19'nu oluşturan petrol ve doğal gaz sektöründeki büyümedir. Petrol sektörü tek başına GSYİH'nin %25'ni oluşturmaktadır. Zengin enerji rezervleriyle Rusya, Avrupa'ya doğal gaz, elektrik ve petrol ihraç eden bir ülke olarak uluslararası toplumda siyasî ve ekonomik etkinliğini artırmıştır (Van Der Meulen, 2009;848).

Enerji kaynağının rezerv büyüklüğü, bir ülkenin hem iç tüketimini karşılaması hem de ihracat geliri sağlaması açısından enerji arz güvenliğini artıran bir unsurdur. Enerji talebini ithalatla karşılayan bir ülke açısından ithalat bağımlılığı, arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Bir ülkede, petrolde yaşanan arz kesintisi en fazla ihtiyaç duyulan ulaşım sektörü yanında dolaylı olarak yatırımları, tüketimi veya ithalat kararlarını, dolayısıyla enerji arz güvenliğini etkilemektedir. Fosil yakıtların ve özellikle petrolün arz güvenliğinde öne çıkmasının en önemli nedeni; IEA, 2008 verilerine göre; tüm dünyada tüketilen petrolün %50'sinin ulaşım sektöründe kullanılması ve sektörün %95 oranında petrole bağımlılığı ve aynı zamanda da sera gazı salınımının büyük oranda fosil yakıt kullanımından kaynaklanmasıdır. Fosil yakıtlardaki arz güvenliği endişesi, tüketici ülkeleri, ithalat bağımlılığını azaltmaya yönelik ülke içinde ve ülke dışında farklı çözüm arayışlarına zorlamaktadır. İthalat bağımlısı ülkeler açısından,

muhtemel ülke içi çözümler yeni rezerv taraması veya maliyet açısından daha ekonomik olan yerli (kömür, hidro, biyoyakıt vb.) kaynakların, yeni teknolojilerle desteklenerek daha etkin üretimi veya alternatif olarak yenilenebilir enerji olarak sıralanmaktadır. Ülke dışı çözümler ise enerji kaynağı, tedarikçi ülke ve bölge farklılaştırılması/çeşitlendirilmesidir.

1970’li yıllardaki petrol krizlerinin de etkisiyle, özellikle petrolde ithalat bağımlılığını azaltmak isteyen batılı gelişmiş ülkelerden bazıları, çözümü iç piyasada ararken bazıları küresel piyasada aramışlardır. Örneğin İngiltere ve Hollanda, fosil yakıt ithalat bağımlılığını azaltarak, enerji güvenliğini artırmak için yerli kaynak arayışına yönelmiş ve Kuzey Deniz’inde yeni petrol ve doğal gaz rezervleri keşfedilmesiyle petrol ve doğal gaz üreticisi ülkeler arasına katılmıştır. Enerji fakiri Fransa, hidrolik kapasitesini doldurduğu için, tercihini nükleer enerjiden yana kullanmış ve 1973 yılında %8,1 olan nükleer enerjinin payını 1990 yılına kadar %75,3’e çıkarmıştır (AB İstatistik Kurumu [Eurostat] 2009:5).

Genişleme sürecini hızlandırmaya çalışan AB, gelecekte ortaya çıkabilecek olan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla, kendine özgü stratejiler geliştirme arayışındadır. Bu kapsamda, başta Almanya, sanayi ve konutlarda doğal gaz tüketimini ve Rusya ile doğal gaz ticaretini artırarak enerji kaynağı ve tedarikçi çeşitlendirmesi yolunu tercih etmiştir. AB’nin, enerji bölgeleri olan Orta Doğu ve Hazar petrollerine yakın ilgisini artırarak sürdürmesi beklenmektedir. AB doğal gaz kaynakları itibarıyla nispeten daha zengin bir konumdadır. Ancak, nükleer santrallerini kapatma kararı alan AB, gelecekte elektrik ihtiyacını doğal gaz kullanarak karşılamayı plânlamakta ve bu nedenle ortaya çıkacak doğal gaz açığını başta AB-Rusya Federasyonu Enerji Diyalogu ve INOGATE<sup>2</sup> Programı olmak üzere farklı kaynak grubu ülkelerinden karşılamaya çalışmaktadır. ABD’nin izlemiş olduğu “çoklu boru hatları politikası”<sup>2</sup>ni benimseyerek, Orta Doğu, Orta Asya ülkeleri ve Kuzey Afrika’dan Avrupa’ya uzanan doğal gaz ve petrol boru hatları ile ilgili yeni yaklaşımlar geliştirmeye çalışmaktadır. AB Komisyonu ve Konseyi, Kyoto protokolüne atıfta bulunarak (L140 No’lu) resmi gazetesinde 2009 yılında yayınladığı direktifinde (Directive 2009/28/EC), ulaşım sektöründe petrol bağımlılığını azaltabilmek için yeni teknolojilerle yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır (Avrupa Birliği [AB] 2009:17).

<sup>2</sup> INOGATE: Avrupa’ya Ülkeler Arası Petrol ve Gaz İletimi (Interstate Oil and Gas Transport to Europe)

Benzer şekilde son dönemde Brezilya, kıyı şeridinden 300 km uzak güneydoğu kıyılarındaki derin sularda keşfedilen deniz aşırı zengin petrol ve doğal gaz rezervleriyle, petrol zengini ülkeler arasına girmiştir. Yeni petrol ve doğal gaz rezervleriyle ilgili henüz detaylı haritalar oluşturulmamıştır, ancak ülkede araştırmayı yapan ulusal Petrobras şirketinin test sonuçları son derece olumlu çıkmıştır. Teyit edilen petrol rezerv miktarının 50-90 milyar varil olduğu tahmin edilmektedir. Orta Doğu dışında dünyada en büyük petrol üreticisi olmasını sağlayacak kadar yüksek olan rezerv miktarı, ülkenin ekonomik ve sosyal koşullarını iyileştirmek için iyi bir fırsat olarak görülmektedirler (Wrobel, 2009:28). Geleneksel petrol rezervleri hızla azalırken, Kanada'da yeni keşfedilen Alberta petrol kum rezervlerinin işlenmesi, birçok petrol şirketi veya ülkenin sahip olmadığı ileri teknoloji düzeyini gerektirmektedir.

Arz güvenliğini artırmanın önemli bir unsuru olan ithal bağımlılığını azaltmak için, bazı ülkeler, mevcut yerli kaynaklarını ithal enerji ikamesi olarak tüketme yolunu seçmektedirler. Örneğin Çin, artan enerji ihtiyacını karşılamak ve fosil yakıtlarda dışa (ithal) bağımlılığını azaltmak için, görece zengin kömür rezervlerini maliyet-fiyat avantajından dolayı ikame kaynak olarak kullanmaya başlamış ve çevreye zararlı etkilerine rağmen ekonomik büyümesinden ödün vermeyerek kömür tüketimini artırmıştır. Ancak bu durum bir taraftan arz güvenliğini artırırken diğer taraftan çevreye olumsuz etkisiyle, arz güvenliğini tehdit etmektedir. Dolayısıyla hem ekonomik hem de çevreye daha az zarar veren alternatif enerji kaynakları kullanımında yeni teknolojilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Pascual ve Zambetakis, 2010:21).

Birçok Avrupa ülkesi ekonomik ve teknolojik engellerden dolayı kullanım oranı hala sınırlı olan rüzgâr, güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Dünyada yükselen petrol fiyatları, sürdürülebilir ve kendine yeter ekonomiler yaratacak olan biyoenerjiye dayalı/tabanlı teknolojik gelişmelerin politika yapımcılar tarafından yeni bir çözüm olarak görülmesine neden olmuştur. Ancak diğer yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik olarak sürdürülebilir olması da meselenin diğer tarafını oluşturmaktadır. Bu konuda yapılan ampirik çalışmalar umut vericidir. Sadorsky'nin (2009:4027) Arjantin, Çin, Brezilya, Hindistan, Rusya, Türkiye, Filipinler ve Tayland gibi 18 gelişmekte olan ülkede, yenilenebilir enerji ve gelir arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmasının sonuçlarına göre; uzun vadede gelirdeki %1'lik artış yenilenebilir enerji talebinde yaklaşık %3,5 artışa neden olmaktadır.

Enerjinin depolanması, enerji arzı kesintisine karşı kısa vadede acil durum yönetimi ile arz güvenliğini sağlamada etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. AB Komisyonu, enerji tüketiminde %54 (Eurostat, 2009:4) olan ithalat bağımlılığını azaltmak için 1990'ların ortalarına kadar, üyelerine petrol şoklarına karşılık en az iki aylık stratejik petrol depolarını kurmalarını tavsiye etmiştir. Fakat üyeler arasındaki yapısal farklılıklar ve ithalat bağımlılığının aynı oranda olmaması, AB'nin ortak bir enerji politikası geliştirmesine engel olmuştur. AB anlaşmalarında enerji başlığı, enerji fakiri olan Belçika, İtalya ve İspanya gibi ülkelerce desteklenirken; petrol ve doğal gazda İngiltere, kömür zengini Almanya, nükleer enerji zengini Fransa ve enerji ithalat bağımlılığı neredeyse sıfır olan Danimarka buna itiraz etmiştir (Belyi, 2003: 357:). Yine benzer şekilde, Türkiye'nin İran ile yaptığı doğal gaz anlaşmalarında "al ya da öde" bazlı anlaşmaların dezavantajlarından korunmak için, kullanmasa da ödemek zorunda olduğu doğal gazın fiyatı, 2009 Mayıs ayında %25 düşürülmüş ve Tuz Gölü'nün altında inşa edilecek bir alanda depolanması, alternatif proje olarak tartışılmaya başlanmıştır. Devasa talep miktarıyla Çin ve Hindistan açısından da acil arz kesintisi riskine karşı, iyi bir enerji yönetimi politikası gereği depolama sisteminin hayati önem taşıdığı vurgulanmaktadır (Pascual ve Zambetakis, 2010:23).

1970'li yıllarda ve 2007-2008 döneminde yaşanan petrol krizleri ve yükselen petrol fiyatları ve özellikle son yıllarda küresel ısınmayla ilgili toplumsal bilinç artışı, enerji arzında ithalat bağımlılığı sonucu yaşanan güvenlik probleminin, ekonomik maliyetleri yanında sosyal maliyetlerinin de göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir. Zira yükselen petrol fiyatları nedeniyle, ithalat bağımlılığı yüksek olan ABD, petrol ithalatına daha fazla ödenek ayırarak gelirini ve zenginliğini petrol ihraç eden ülkelere transfer ederken, vatandaşlarının refah seviyesinin düşmesine neden olmuştur (Leiby, 2007:20; Hutchings, 2009:104). Özellikle son yıllarda petrol fiyatlarının hiç olmadığı kadar yükselmesi, Avrupa'da endüstri ve tüketicilerin yenilenebilir enerjiye yönelmesini sağlamıştır. Özellikle ulaşım sektöründe petrolün alternatifinin olmaması, AB'nin gelirinin önemli bir kısmını petrol ithalatına gitmesine neden olmuştur. Petrol bağımlılığının getirdiği yüksek maliyetler nedeniyle AB Komisyonu, halen yürürlükte olan Yenilenebilir Enerji Direktifinde ile petrol arzında yaşanabilecek kesinti riskine karşı, biyoyakıtın önemine dikkat çekmiş ve ilgili yasal

düzenlemelerde değişiklik yaparak acil petrol stoku rejimini kamuoyuna duyurmuştur (Eurostat, 2009:5).

Yeni keşfedilen petrol ve doğal gaz rezervleri ile enerji zengini ülkeler arasına katılan Brezilya, yenilenebilir enerji üretimindeki başarısı ile arz güvenliğini sağlamada önemli bir yol kat etmiştir. 2008 verilerine göre; enerji arzında %46 yenilenebilir enerji oranı ile dünya (%16) ve OECD (%6,7) ortalamasının üzerinde, en temiz enerji kullanan ülke konumundadır. Üretilen elektrik enerjisinin %85'i hidro-gücünden elde edilmekte ve ulaşımda yoğun olarak biyoyakıt kullanılmaktadır. Ülkede özellikle ağır taşıtların, petrolden ziyade şeker kamışından imal edilen biyodizel yakıtını kullanma oranı, 2008'de %4 iken; 2010 yılında %5'e yükselmiştir. Böylece ülke bir taraftan ithal edilen mineral dizel yakıtın azalmasıyla milyarlarca dolar tasarruf ederken; diğer taraftan büyük şehirlerin havası temizlenmekte ve ayrıca biyodizel üretiminde kullanılan ve büyük oranda küçük aile işletmelerinden karşılanan bitkisel yağların tarımsal üretimi ailelerin geçim kaynağı olmaktadır (Wrobel, 2009:25).

İthalat bağımlılığı yüksek olan ülkeler açısından ithal enerji kaynağı farklılaştırılması; ithalat yapılan ülke ve hatta bölgelerin farklılaştırılması, arz güvenliğini artırıcı tedbirler arasında sayılmaktadır. Arz güvenliği riskini dağıtmak için bu yöntem, "*yumurtaları farklı sepetlere koyma*" olarak ifade edilmektedir. Tüketim düzeyi yüksek olan, başta petrol olmak üzere, fosil yakıtlara ikame olarak görece daha ekonomik olan doğal gaz, yeni yakma teknolojileriyle çevreyi daha az kirleten kömür ve biyoyakıt gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim, arz güvenliğini artırmaktadır (Lai, 2007:534; Frondel ve Schmidh, 2008:6; WEC, 2009:6).

Rezerv azlığı, ithalatçı ülke için ithalat bağımlılığı iken; rezerv ve rezerv üretim oranının büyüklüğü ihracatçı ülke açısından ihracat gelirine olan bağımlılığı, yani enerji talep güvenliğini ifade etmektedir. Dolayısıyla ihracatçı ülke de, talep güvenliğini artırmak için gerekli önlemler almak zorundadır (Pascual ve Zambetakis, 2010:11).

### **1.2.1.1. Fiyat**

Enerji arz güvenliğini sağlamada temel kural, enerji talebinin karşılanmasıdır. Serbest piyasa koşullarında fiyat, arz ve talep arasında kurulan denge sonucu belirlenir. Fiyatlar, piyasa koşullarını yansıtır ve piyasada yatırımcının yatırım yapıp yapmama ve tüketicinin tüketim veya tasarruf kararlarını etkileyen sinyallerdir. Zengin ülkelerde dahi

fiyatlar beklentilerin aksine yükseldiğinde, tüketicilerin enerji tüketimlerinde ani değişiklikler yapması çok zordur (Elkind, 2010:127). Enerji fiyat artışı, arz güvenliğinin zaman boyutuyla ele alındığında, kısa vadeli spekülâtif arz kesintisine bağılı olabileceğı gibi, uzun vadede rezerv azalmasından veya yatırımların yetersiz olmasından kaynaklanabilir.

Enerji arz güvenliğı tanımından yola çıkarak, enerji kaynağının ulaşılabilir ve sürdürülebilir olması, arz güvenliğinin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır. Tanım gereğı mevcut kaynağın ulaşılabilir ve sürdürülebilir olması, ekonomik olarak üretilebilir olmasını da ifade etmektedir. Enerji kaynağına ulaşamamanın nedeni coğrafi uzaklık veya ekonomik koşullardan ziyade, siyasî risk ve çatışmalardan kaynaklanabilir. Enerji piyasasında geçerli olan fiyatlar, serbest piyasada oluşan rekabetçi fiyatlar değil, monopol piyasada, ihraç eden ülkelerin belirlediğı yüksek fiyatlar veya kotalar olabilir (Jansen ve Seebregts, 2009:3).

Enerji arz güvenliğinde fiyat, üretici ve tüketici ülkeler açısından farklı anlamlar ifade etmektedir. Arz fiyatının yüksek olması, kısa vadede tüketici/ithalatçı ülkenin gelirinin daha fazlasını ithalata ayırması ve arz güvenliğı endişelerini artırıcı bir sonuç iken; üretici/ihracatçı ülke açısından ihracat gelirinin artmasını ifade etmektedir. Artan enerji fiyatları karşısında, kısa vadede, enerji yoğunluğunun, ithalat bağımlılığının yüksek olması ve enerji talebinin inelastik olması, ithalat ödemelerinin artmasının en önemli nedenidir. Diğer taraftan gelirinin çoğunu enerji ihracatından elde eden bir ülke için, uzun süreli fiyat atışı enerji talep güvenliğı sorununa yol açabilir. Özellikle petrol başta olmak üzere fosil yakıtlardaki fiyat artışının yarattığı arz güvenliğı endişesinin çözümü de, fiyat artışının nedenine göre değişecektir. Burada fiyat unsuru yanında hem ithalatçı hem de ihracatçı ülke açısından, enerji kaleminin ticaret hacmi içindeki oranı yani ithalat bağımlılık oranı, her iki ülkenin, serbest piyasa veya devlet kontrolünde/planlı ekonomiye sahip piyasa yapısı, siyasî rejimi ve demokrasi düzeyi ve enerji kaynağının iletim güzergâhı ve yolu açısından coğrafi konumu da önemli birer faktördür.

Petrol rezervlerinin, kömür ve doğal gaz ile karşılaştırıldığında daha kıt, daha az verimli olması, dağıtımının daha az yapılması ve dünyada belirli bölgelerde yoğunlaşması, spekülâtif fiyat artışlarına yol açmakta ve enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. 1970-73 arasında OPEC ambargosu ve 1979-80 İran devrimi sonrasında

yaşanan petrol fiyatlarındaki âni artışlar, enerji arzı güvenliği endişelerini en önemli gündem maddesi yapmıştır.

AB, enerji arz güvenliğini, piyasa yapısı ve piyasa yaklaşımlarına göre değerlendirmektedir. Petrol ve doğal gaz arzındaki kıtlık, kaynak yetersizliğinden ziyade spekülâtif olarak yükseltelen enerji fiyatlarına bağlanmaktadır. AB, 2006 yılında Rusya'nın Ukrayna ile yaşadığı krizin ardından, sürdürülebilir enerjide arz risklerini;

- İstikrarsız bölge ve tedarikçilere olan ithalat bağımlılığının artması,
- Bazı büyük üretici ve tüketicilerin enerjiyi bir siyasî güç olarak kullanması
- AB iç piyasasında geçerli olan rekabet kurallarına tabi olmamalarından dolayı, uluslararası piyasaların AB piyasası üzerindeki muhtemel olumsuz etkileri

olarak belirlemiştir (Umbach, 2008:13). Diğer yandan Rusya ve Ukrayna arasında 2005, 2006, 2008, 2009 yıllarında mütemediyen yaşanan ve AB'nin enerji güvenliğini doğrudan tehdit eden krizlerin nedeni, Ukrayna'nın 1991 yılından 2008 yılına kadar doğal gazı, transit ülke olmasından dolayı zaten düşük bedelle alması ve bu sürede Rusya ile arasındaki anlaşma gereği yapması gereken enerji iletimi altyapı reformlarını tamamlamaması ve son olarak Rusya'nın enerji kaynaklarını, gücünü artırmak için bir araç olarak kullanması olarak görülmektedir (Pascual ve Zambetakı, 2010:15; Elkind, 2010:135). Kısa vadede enerji arz kesintilerinin, rezerv kıtlığı nedeniyle yükselen fiyatlardan ziyade spekülâtif kaynaklı olduğu görülmektedir.

1970'li yıllar, yükselen enerji fiyatlarının etkisiyle enerji verimliliğini artırmada ve petrolden doğal gaz, nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarına kadar, yerli enerji kaynaklarının geliştirilmesinde önemli bir dönem olmuştur (Belkin,2008:3). Fiyat sinyalleri, ülkelerin enerji güvenliği politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamış ve Hindistan, Nijerya ve Rusya gibi ülkelerde enerji verimliliğinin artırılması veya alternatif enerji kullanımını teşvik etmiştir. Örneğin Japonya'da özel sektör, uluslararası piyasalarda varlığını sürdürebilmek için, rekabet gücünü artıracak şekilde enerji tüketimini düzenleyecek tedbirler almıştır. Ekonomik bir faktör olan fiyat, tüketiciyi tasarruf yapmaya, serbest piyasa koşullarında yatırımcıyı da getirisi arttığı oranda yatırım yapmaya yöneltmektedir (Dünya Ekonomi Konseyi [WEC] 2009:42).

Enerji fiyatlarının düşük olması ekonomik açıdan istenen bir durumdur ancak; bazı akademisyenlere göre, bir ülkede, ABD'de olduğu gibi, uzun yıllar ucuz olan enerji fiyatları enerji yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin enerji

tüketiminde sübvansiyonlarla tüketiciyi desteklemesi, enerji Ar&Ge ve yatırımlarını azaltacağı için eleştirilmektedir. Diğer yandan tüketici ülkeler açısından enerji fiyatlarının yükselmesinin, arz güvenliğini artırmada önemli bir politika aracı olarak, tasarruf ve verimlilik artışı için, tüketiciyi tasarruf yapmaya zorlayacağı, Ar&Ge ve altyapı yatırımları için önemli bir finansman kaynağı olacağı ifade edilmektedir.

Üretici ülkenin yüksek enerji fiyatlarının getireceği geliri elde edebilmesi için öncelikle enerji altyapı yatırımlarını tamamlaması gereklidir. Rusya, dünyadaki en fazla doğal gaz ve önemli derecede petrol rezervine sahip bir ülke olmasına ve devasa büyüklükteki hidrolik kapasitesine rağmen, 1990'ların başında elektrik enerjisi sektörü enerji üretimi, iletimi ve dağıtımını için gerekli olan büyük çapta yatırımlara ihtiyaç duyulduğunu ifade etmiştir. Uzun vadede yüksek enerji fiyatları, tüketici ya da ithalatçı ülke açısından, ülke ekonomisine verimlilik, tasarruf ve Ar&Ge'yi artırarak olumlu katkılar sağlamaktadır. Ancak yüksek enerji fiyatları, ihracatçı ülkenin GSYİH'nın büyümesi ve küresel enerji tüketimi arasındaki ilişkinin uzun vadede azalacağı ekonomik büyümesini ve uluslararası pazarlık gücünü olumsuz etkileyeceği öne sürülmektedir (Umbach, 2008:13).

### **1.2.1.2. Esneklik ve İkame Edilebilirlik**

Bir önceki bölümde enerji tüketimi ithalata dayalı bir ülkenin, arz güvenliği endişelerini azaltmak için ithal ikamesi olarak öncelikle enerji tüketiminde yerli kaynaklara başvurmasının kaçınılmaz olduğu ifade edilmişti. İthal edilen kaynağı ikame edecek enerji kaynaklarına yönelim arz güvenliğini sağlamada önemli bir unsurdur. IEA, (2009:7) istatistiklerine göre %40'lık payı ile enerji tüketiminde en büyük paya sahip petrol, en yaygın ticareti yapılan birincil enerji kaynağıdır. Bunun yanında petrolün, OECD ülkelerinde %99 oranında (benzin ve dizel) ulaştırma sektöründe kullanılması, ikame edilebilir bir enerji kaynağı olmaması, enerji güvenliği denildiğinde daha çok petrol arzının güvenliği olarak algılanmasının en önemli nedenidir. Petrol için kısa vadede en iyi ikame doğal gaz olarak görülmektedir. Uzun vadede ulaşım sektöründe doğal gazın petrol ürünlerinin ikamesi için 2015 yılı hedef gösterilirken biyoyakıt alternatifi ise en erken 2025 yılı için %15 olarak tahmin edilmektedir. Hidrojen hücreleri, doğal gaz ve yenilenebilir enerjinin çok uzun vadeli bir alternatif olabileceği ve ancak 2030-2040 yıllarında rekabet edilebilir seviyeye ulaşacağı tahmin



edilmektedir. Ulaşım sektörü dışında petrol ikamesi olarak kömür, doğal gaz ve biyokütlenin daha fazla kullanılacağı tahmin edilmektedir (Jansen vd., 2004:12).

Petrol, bugünkü koşullarda, özellikle ulaşım sektöründe ikame edilebilirliği daha az olduğu için, fiyatlardaki âni ve aşırı dalgalanmalar karşısında talep esnekliği inelastik olan bir enerji kaynağıdır. Daha da önemlisi ise ekonomideki bütün sektörleri etkileyen enerji kaynağı olarak önemli bir gösterge ve arz güvenliği faktörüdür. Dünyada 1970'li yıllardaki petrol krizlerinden hemen sonra öncelikle gelişmiş Batılı ülkelerin, ithalat bağımlılığını azaltmak ve arz güvenliğini artırmak için petrole ikame kaynak arayışları başlamıştır. Ulaşım sektöründe petrol bağımlılığını azaltmak, çevre duyarlılığı ile fosil yakıtların neden olduğu sera gazı salımı seviyesini düşürmek için Ar&Ge ve yeni teknolojik yatırımlarla, ikame olarak, biyodizel yakıt üretiminin ekonomik seviyelere çekilmesi, yeni nesil alternatif elektrikli taşıtların geliştirilmesi çalışmaları devam etmektedir. Ayrıca mevcut enerji kaynaklarının yeni teknolojilerle verimliliğinin artırılması öne çıkan çözümlerdir. Alternatif olarak, hybrid model, şarj edilebilir elektrikli araç teknolojisi ve kullanımı henüz geçiş aşamasındadır. Hybrid model, şarjlı elektrikli araçların, içten yanmalı motorlu araçlara alternatif olarak geliştirilmesi, alternatif enerjide fiyat ve ikame edilebilirlik açısından taşımacılık sektörünün başı çekeceğini göstermektedir (Andersen vd. 2009:4).

Son yıllarda Brezilya gibi gelişmekte olan ülkelerin, teknoloji üretimindeki dezavantajlarına karşı, ekilebilir tarım arazilerinin bolluğu, alternatif enerji kaynağı üretiminde biyoyakıtın tercih edilmesine neden olmaktadır. Brezilya halen dünyada, benzine alternatif olarak geliştirilen etanolü en fazla üreten ve ihraç eden ülke olarak, otomobillerde %22 oranında biyodizel yakıt kullanmaktadır. Dünyada birçok ülke petrol ikamesi olarak biyoyakıtı destek vermektedir. Tayland, 2005 yılı enerji stratejisi planına göre, kara taşımacılığında petrol tüketimini 2009 yılına kadar %25 oranında azaltmayı ve 2011 yılına kadar %10 etanol ve %3 biyodizel yakıtla ikamesini hedeflemiştir. Güneydoğu Asya'da biyodizel üretiminde pazarı elinde bulduran Malezya, fosil yakıt ithalatına ödediği faturayı azaltmak için 2005 ulusal politikasına göre biyoenerji üretimine destek vermektedir. Çin, mısır ve diğer tahılların biyodizel üretiminde kullanılmasını yasaklayarak 1,3 milyar nüfuslu bir tarım ülkesi olarak ulusal güvenliğini, enerjiye tercih etmemekle birlikte, ithal enerjiye olan bağımlılığını azaltmak için yıllık 1760 milyon varil biyodizel üretimi yapılan şeker kamışı üretimine

destek vermektedir. 2020 yılına kadar taşımacılıkta biyoyakıt kullanımının %15'e çıkarılması hedeflenmiştir (Wonglimpiyarat, 2009:5).

Enerji arz güvenliği tanımından yola çıkarak aynı zamanda çevreye en az zarar veren, güvenli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ve teknolojilerinin arz güvenliğini olumlu yönde etkileyen faktörler olarak tercih edilmesi, hatta teşvik edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda AB'nin bölgesel olarak Orta ve Doğu Avrupa'daki yeni üyelerinde serbest piyasa modelinin kurulması ve küresel olarak çevre koruma hedeflerine odaklanan arz güvenliği politikası, emniyet, güvenilirlik ve enerji kaynaklarının genel güvenliği endişeleri sonucu, “*en temiz*” fosil yakıt olan doğal gazın tüketim ve ithalatının artmasına neden olmuştur. İthal doğal gaz, Birlik üyeleri arasındaki enerji iletimi ağlarının iyileştirilmesi, kaynak çeşitlendirme ve biyogaz ve diğer yakıtlarla olan ikame edilebilirlik özelliğinden dolayı tercih edilmiştir. AB, iklim değişikliği, enerji kaynağı farklılaştırması ve uzun vadede sürdürülebilir enerji sistemlerine geçişi desteklemek için, 1990'lı yılların ortalarında ulusal programlarla desteklenen Yenilenebilir Enerji direktifini 2001 yılında yürürlüğe koymuştur. Örneğin Almanya, 2004 yılında CO<sub>2</sub> gaz emisyonunu azaltmak için başlayan Ar-Ge çalışmalarını, biyoyakıtta vergi indirimleri ile desteklemiştir. Birlik içinde çevre duyarlılığı ile ilk çalışmalar, 1985 yılında, nükleer enerjiyi kesinlikle yasaklayan Danimarka'nın; alternatif olarak kömürün daha modern teknolojiler kullanılarak yakılması ve mümkün olan en etkin kömür enerjisinin kullanılması için yaptığı çalışmalardır. Ülkede çevreye duyarlı enerji üretimi bağlamında rüzgâr ve güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi ağları kurulmuş, üretilen elektriğin depolanması için taşınabilen pil üretimine yönelik çalışmalara hız verilmiştir (Eurostat, 2009:12).

AB'de 2006 yılına kadar toplamda yenilenebilir enerji tüketimi %7'ye, birincil enerji üretiminde yenilenebilir enerjinin oranı %15'e ulaşmıştır. AB'de birincil enerji üretiminde en büyük paya sahip olan doğal gaz tüketimi, aynı miktarda enerji üretimine ilaveten çevreye daha az zarar veren bir enerji kaynağı olarak, taş kömürü ve linyit üretiminin toplamına yaklaşmıştır. Tüketimi patlayan doğal gaz ve kömür ikamesi olarak biyokütlenin konutlarda ve elektrik üretiminde kullanılması, ulaşım sektörü dışında konut, hizmetler ve endüstride, 1991 yılında %16 olan kömür ve petrol

tüketimini 2006 yılına gelindiğinde %8'ye düşürmüştür (Eurostat, 2009:12; Andersen vd., 2009:5).

Görüldüğü gibi uzun vadede yerli, yenilenebilir ve çevreye duyarlı enerji kaynaklarının ikame olarak geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması enerji arz güvenliğini artırmada en önemli alternatif olarak ortaya çıkmaktadır.

### **1.2.1.3. İthalat Bağımlılığı ve Tüketim Düzeyi**

Tüketim düzeyinin değişmesi, nedeni ister nüfus artışı veya ekonomik büyümeye bağlı talep artışı, ister çevre ve güvenlik endişeleri ile başvurulmuş alternatif enerji kaynakları arayışı olsun, enerji arz güvenliğinin önemli bir faktörüdür. Enerji tüketim düzeyindeki azalma veya artış ülkelerin/tüketicilerin iç dinamiklerinin etkisiyle kendi tercihi olabileceği gibi piyasa koşulları veya küreselleşen dünyada konjonktürel sebeplere de bağlı olabilir (RIVM, 2001).

Talep esnekliği inelastik olduğu için enerji fiyatlarındaki artış, enerji talep düzeyi ve tüketimini ve dolayısıyla da arz güvenliğini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Enerji tüketiminde ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkeler, kısa vadede belli bir üretim düzeyini/standardını devam ettirebilmek için gelirinin belirli bir miktarını enerji tüketimine ayırmak zorundadır. Enerji fiyatındaki artışın etkisi, ithalatçı ülkenin gelişmişlik düzeyi yani birim GSMH artışı için gerekli olan enerji miktarı olarak tanımlanan enerji yoğunluğu ve verimliliği düzeyi ile doğru orantılıdır. Enerji yoğunluğu yüksek olan bir ülke, fiyat artışı karşısında, ekonomik büyüme ve GSMH'dan fedakârlık yaparak talebini azaltmak zorunda kalırken; enerji yoğunluğunu azaltan ülke, enerji verimliliğini artırarak, bir taraftan enerji tasarrufu yaparken diğer taraftan GSMH'nın artmasını sağlayabilir.

Enerji ekonomisi literatüründe, enerji tüketiminin artması, ekonomik büyüme ve milli gelir artışının göstergesidir. Enerji tüketimi ile reel kişisel gelir arasındaki iki yönlü ilişkiyi araştıran çalışmaların bulguları, enerji politikaları oluşturmada çok önemli bir bilgi kaynağıdır. Eğer enerji tüketimindeki artış GSYİH'yi artırıyorsa, ilişki pozitif bir ilişkidir ve bu ülkenin enerji bağımlısı olduğunu göstermektedir. Enerji bağımlısı bir ülkede, eğer enerjinin tamamı ithal ediliyorsa veya ithal edilen enerji ihraç edilenden daha fazla ise, enerji kullanımındaki azalma milli gelirin düşmesine neden olmaktadır. Eğer tam tersi bir ilişki veya nötr bir ilişki varsa enerji tasarrufu politikaları milli geliri

negatif etkilemez. Narayan vd. (2009:2), 95 ülke üzerinde yaptıkları çalışmada; uzun vadede enerji tüketimi ve milli gelir arasındaki ilişkinin yönünü Granger Nedensellik testiyle ölçmüşlerdir. Çalışmaya göre, 95 ülkenin %60'ında enerji tüketimi ve GSYİH arasında uzun vadede pozitif ilişki olduğu sonucu bulunmuştur. Buna göre bir ülkenin milli geliri ve ekonomik büyümesini artırabilmesi için daha fazla enerji tüketimi gereklidir. Fakat ekonomik büyüme için gerekli olan enerjiyi daha fazla ithalat yaparak karşılamak yerine, bugün gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, enerji tasarrufu sağlayan ve verimliliği artıran yeni teknolojiler kullanmak bir önkoşul olarak ortaya çıkmaktadır. Böylece bir ülkede, klasik yaklaşımın tersine enerji tüketimi azalmasına rağmen, verimlilik artışından dolayı milli gelir artmaya devam edebilecektir.

Gelişmiş ülkeler, enerji yoğunluğunu azaltan yeni teknolojilere yatırım yaparak, bir taraftan enerji tüketim düzeyini azaltırken, diğer taraftan da verimlilik artışıyla milli gelirden azalma olmadan, üretim artışı gerçekleştirmektedir. Böylece geliştirilen yeni teknolojilerin kullanılmasıyla enerji tüketimi düzeyi azalmakta ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Enerji yoğunluğu azaltılarak verimlilik artışı ve tasarruf yoluyla tüketim düzeyinin düşürülmesi enerji arz güvenliğinin artırılmasını sağlayan önemli bir politika aracıdır. Bugün gelişmiş ülkeler, enerji verimliliğinin artırılması için çok büyük yatırımlar yapmaktadırlar. Son on yıl içinde AB, enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanmasında başı çeken bir bölge olmuştur. AB'nin Yenilenebilir Enerji direktifinde 2010 hedefi olarak belirlenen %21 elektrik üretim oranını yakalayabilmek için, 2007 yılında tahminen 150 milyar \$ olan küresel enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımlarının 1/3'ini gerçekleştirmiştir (Eurostat, 2008:6; Jamasb ve Pollitt, 2008:4). 2020 yılı için tüm enerji sektörlerinde (sanayi, ulaşım, ısıtma ve soğutma) yenilenebilir enerji hedefi ise %20 olarak belirlenmiştir. Komisyon ulaşım sektöründe biyoenerji ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji kullanımı hedefini %10 olarak belirlemiştir (Eurostat, 2008:6).

Tüketim düzeyinin azaltılması, enerji yoğunluğunun azaltılması ve enerjinin daha verimli kullanılmasıyla mümkündür. Özellikle gelişmiş ülkeler, teknoloji avantajını kullanarak enerji verimliliğini artıracak enerji tasarrufu politikaları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Enerji verimliliğinin artırılması için alınan tedbirler tüketiciye %30 tasarruf yapma imkânı veren doğal gaz aparatlarının kullanılmasından, en karmaşık teknolojik yeniliklerin uygulanmasına ve enerji verimliliği destek hatlarının

uygulamaya konulmasına kadar birçok uygulamayı içermektedir. Örneğin ABD’de düşük sabit gelirli bir aile yıllık gelirinin ortalama 13,5’ni enerji tüketimine harcarken; orta düzeyde geliri olan bir aile, yüksek verimlilik sağlayan doğal gaz aparatlarıyla enerji verimliliğini artırarak yıllık gelirinin ortalama %3,6’nı enerji için harcamaktadır (Amerikan Gaz Birliği [AGA] 2010). Enerji verimliliğinin artırılması aynı zamanda, enerji yoğunluğunu da azaltacaktır.

Dünyada enerji tasarrufunu artırmak için uygulanan politikaların farklı sosyo-politik stratejilere dayandığı gözlenmektedir. 2004 yılında Dünya Enerji Konsey’i (WEC) ve Fransız Çevre ve Enerji Yönetimi Ajans’ının ortaklaşa yürüttüğü çalışmada, 65 ülkede uygulanan tasarruf politikalarında, AB özellikle çevrenin korunmasına yoğunlaşırken, ABD’nin ulusal enerji güvenliğini öne çıkardığı görülmüştür. Uygulanan politikalarda, Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde siyasî müdahale yanında tüketicilerin titiz olmaması, bilinç eksikliğinin ve İsveç gibi gelişmiş ülkelerde de sermaye yetersizliğinin, başarının önündeki en önemli engeller olduğu görülmüştür. Enerji tasarrufunda başarının anahtarı ise iyi bir planlamayı zorunlu kılmaktadır. Dünyada enerji yoğunluğunu azaltmada en başarılı ülke Japonya’dır. Son otuz yıldır yürürlükte olan enerji tasarrufu ve çevre koruma yasasını, 2020 yılına kadar %30 tasarruf hedefiyle revize etmiştir. Ülkede 2006 yılında uygulamaya konan Yeni Ulusal Enerji Stratejisinin temel hedefleri; birincil enerji tüketiminde petrol bağımlılığını %40’düşürmek; ulaşım sektöründe petrol tüketimini %80’e düşürmek ve enerji tasarrufunu teşvik etmektir. İlk iki hedefi gerçekleştirebilmesi için enerji tasarrufunun artırılması önemli bir politika aracıdır. Bu amaçla, ülkede enerji tasarrufu için, regülasyonlar ve teşvik programları vasıtasıyla alınan tedbirler, endüstri sektörü başta olmak üzere ticari/konut sektörü ve taşımacılık sektöründe ayrı ayrı uygulanmaktadır (Sebitosi, 2008:1593; IEA, 2009:55).

Tüm dünyada tüketim düzeyinin dış faktörler nedeniyle azalması veya artması arz güvenliği bağlamında en önemli sorun olarak görülmektedir. Enerji tüketim düzeyinin azalması veya azaltılması bazen konjonktürden kaynaklanabilir. Örneğin Çin ve Hindistan 1990-2000’li yıllarda Asya’daki enerji yatırımlarının yetersizliği nedeniyle sığrayan talep artışını karşılayamamıştır. Asya kıtasının, 1970’li yıllarda %15 olan enerji talebi; 2000’li yıllarda %27 olmuştur ve 2030’a kadar %35 olacağı tahmin edilmektedir. Asya kıtasının adeta tırmanışa geçen enerji talebiyle küresel enerji

tüketimi, yeni bir yönelim içine girmiştir. Çünkü 2008 yılında dünyada ilk defa, Çin ve Hindistan gibi OECD üyesi olmayan ülkelerin birincil enerji tüketimi, OECD ülkelerini geçmiştir (Shunping, 2010:24; Dadi, 2009:5; Wrobel, 2009:25). Çin’de 2001-2008 yılları arasında toplam birincil enerji tüketimi yıllık %8 artışla 143,199’dan 285,000 Tek (Ton eşdeğeri kömür) yükselmiştir. 1995 yılından bu yana üçe katlayan araba sayısının, 2050 yılında 50 milyona ulaşması beklenmektedir. Tüketimin %70’nin sanayide kullanılması, ülkenin ekonomik büyüme ve enerji talebi artışının devam edeceğinin göstergesidir. Artan enerji talebi ülkeyi, enerji kaynaklarının yoğunlaştığı Orta Doğu, Rusya ve Afrika’ya yöneltmiştir. Ülke açısından petrol ve gaz rezervlerinin, Orta Doğu ve Kafkasya gibi siyasî olarak istikrarsız birkaç ülkede yoğunlaşması ve azalan petrol rezervleri nedeniyle işletme maliyetlerinin yükselmesi ve aynı zamanda fosil yakıtlara bağımlılığının artması, ülke ekonomisinin enerji fiyatları karşısında kırılganlığını artırarak, enerji arz güvenliğini tehdit etmektedir (Kruyt vd., 2009:2166).

Söz konusu olumsuz gelişmeler, tüm dünyada hükümetleri enerji arz güvenliğini artırıcı politikalar uygulamaya zorlamaktadır. Bu bağlamda, enerji arz güvenliğini artırmak için enerji stratejileri ve politikaları uygulanması, kısaca enerji yönetimi tüm dünyada önem verilen bir politika alanı olmuştur.

#### **1.2.1.4. Enerji Yönetimi**

Sanayi devrimi ve teknolojik yenilikler üretim artışını; ulaşım ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi, uluslararası ticareti ve tüketim düzeyini artırmıştır. Ticaret hacmi arttıkça üretim boyutu açısından, üretici- öncelikle sanayileşmiş- ülkelerin enerji ihtiyacı da artmıştır. Son yıllarda petrol ikamesi ve en temiz fosil yakıt olarak doğal gazın özellikle endüstri, hizmetler ve konut sektöründe elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılması, ticaret hacmini önemli ölçüde artırmıştır. Böylece, elde edilebilirliği, iletimi ve sürdürülebilirliği açısından petrolden sonra doğal gaz da, enerji arz güvenliği endişelerinin önemli bir boyutunu oluşturmaya başlamıştır.

Ülkelerin hem kendi sınırları içinde hem de küresel dünyada enerji arzının serbest piyasanın rekabet ortamında kaliteli, güvenli, kesintisiz ve temiz bir şekilde tüketiciye ulaştırılması için enerji sektöründe yasal düzenlemelere gitmesi kaçınılmazdır. Enerji tüketiminde, ülke sınırları içinde enerji (elektrik, doğal gaz dağıtım) iletim ve dağıtımında ağ şebekelerinin regülasyonu; ülke sınırları dışında da

enerji tedarikinde uluslararası işbirliği ve anlaşmalara katılma, enerji arz güvenliğinin özel bir boyutunu ifade etmektedir (Stiller vd., 28:4195).

Hükümetlerin ulusal politikalarını oluştururken öncelikle hukukî çerçeveyi çizmek için yasal düzenlemeler yapması gerekir. Uluslararası piyasada ülkelerin kendi arasında işbirliği veya anlaşmalar yapması, ortak strateji geliştirmesi ve AB’de olduğu gibi ortak politikalar oluşturması enerji güvenliğini sağlamada farklı bir boyutu ifade eden enerji yönetimi kavramını gündeme getirmektedir.

Enerji arz güvenliğini sağlamada, ithalat bağımlılığını azaltarak güvenceye almayı savunan klasik yaklaşım, yani bir ülkenin enerji ihtiyacını kendi kaynaklarını kullanarak karşılaması-enerji bağımsızlığı “öngörülemez” olması nedeniyle eleştirilmektedir. Karşılaştırmalı üstünlükler teorisine göre; küreselleşme, tüm dünyada, maliyet avantajı ile ülkeler arasında ticaret hacmi ve karşılıklı bağımlılığı artırmıştır. Teoriye göre; mal ve hizmetlerin uluslararası ticareti, maliyet avantajı, uzmanlaşma ve ekonomik verimliliği artırması nedeniyle desteklenmelidir. Bir ülkenin enerji ihtiyacı-iyi işleyen uluslararası piyasalardan-eğer başka bir ülkeden daha ucuza karşılanabiliyorsa ithal edilmelidir. Ekonomik teoriye göre, enerji ihtiyacı, piyasa yoluyla karşılanmalıdır.

Uluslararası enerji piyasası enerji kaynakları üzerindeki rekabetin getirdiği kırılganlık ve korkular nedeniyle son derece hassas ve kuralsız bir yapıya sahiptir. Burada sorun bizatihî piyasa güçlerinden ziyade, arz kesintileri ve şokları karşısında piyasa kırılganlığından kaynaklanmaktadır. Dünyada özellikle petrol olmak üzere enerji rezervlerinin orantısız dağılımı ve çoğunlukla Orta Doğu, Rusya, Nijerya ve Venezüella gibi kırılgan ve istikrarsız ülkelerde yoğunlaşması, sorunun sadece bir kısmını oluşturmaktadır. Daha önemlisi ise hükümetler üzerinde baskı kuran petrol şirketlerinin dayatmasıyla uygulanan yanlış ve yanlış sübvansiyonlar veya vergi indirimleri içeren enerji politikalarıdır.

Dünya enerji piyasalarının güvenliğini temin edebilmek için, şirketler ve hükümetler arasında hem ulusal hem de uluslararası enerji, çevre, askeri, güvenlik, hukuki güvence ve hatta istihbarat kurumları arasında işbirliği yapılmasının önemine dikkat çekilmektedir. Ulusal yasal düzenlemeler ve uzun vadeli uluslararası anlaşmaların enerji güvenliğini hem arz hem de talep boyutuyla güvence altına alması,

çevre duyarlılığı açısından küresel ısınmayı önleyici tedbirler getirmesi ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir.

### **1.2.1.5. Ulusal Yasal Düzenlemeler**

Dünyada küreselleşmenin etkisiyle, fiili olarak kaldırılan ticarî sınırlar, öncesinde sektörlerde serbestleşmeyi de zorunlu kılmaktadır. Küresel dünyada enerji piyasalarının liberalizasyonu ile hükümetler, şirketler ve tüketicilerin rolleri de değişmiştir. Dolayısıyla yeni koşulların taşıdığı, risk ve maliyetler açısından enerji arz güvenliği tanımının yeniden yapılması zorunlu olmuştur. Bugün bu tanım, hem arz hem de talebi içine alan maliyet etkinliğine yönelik güçlü bir risk yönetimi stratejisi-enerji yönetimi- olarak kabul edilmektedir. Arz güvenliğinde, fiziksel anlamda ulaşılabilirlik ve fiyat riski önemini sürdürürken, önemli diğer bir taraf ise, elektrik ve doğal gaz nakil ağlarında, arz güvenliğini daha da iyileştirmek için ağlarda yapılan düzenlemelerin stratejik rolüdür. Enerji nakil ağları, doğal monopoldür ve bağımsız idari düzenlemeye tabidirler. 1990'lı yıllardan beri, bağımsız idari düzenlemeler sektörde reformların uygulanması, ağlara yapılan yatırımlarla verimliliğin, hizmet kalitesinin ve ağ üzerindeki arz ve talep rekabetinin artmasında anahtar rol oynamaktadır.

Arz güvenliğini artırıcı tedbirler; enerji piyasalarının daha verimli işlemlerini teşvik etmek, enerji arzını çeşitlendirmek, arz ve talep dalgalanmalarını önleyici mekanizmalar geliştirerek fiyat şoklarını bastırmak; enerji verimliliğini artırarak temiz enerji üretimini desteklemek, enerji üreten, tüketen ve ulaşım güzergahındaki ülkeleri, daha düzenli diyaloglarla bir araya getirmek olarak özetlenmiştir (Hutchings vd., 2009:104). Yasal düzenlemeler, arz güvenliğinin kurumsal ve hukuki boyutunu ifade etmektedir ve ekonomik boyut kadar önemlidir.

Dünyada enerji tüketiminin en yoğun olduğu coğrafyalardan biri olarak AB bölgesi, arz güvenliği endişesini en etkili hisseden ve ciddiye alan bir bölgedir. Enerji tüketiminin %56'sını dış kaynaklardan tedarik eden Birlik'in, 2005 yılı baz alındığında, petrol fiyatları varil başına 100\$'ı aşarsa; 2020 yılına kadar %60 bağımlılık oran ile gelecekte de enerjide dışa bağımlılığının devam edeceği tahmin edilmektedir. Bir ekonomik bütünleşme olarak kurulan AB'nin, genişleme süreci sonunda %18 tüketim oranı ile dünyanın en fazla enerji tüketen topluluğu haline geleceği ve petrol ve doğal gazda %50'lerde olan ithalat bağımlılığının, 2030 yılına kadar %70'lere çıkacağı tahmin



edilmektedir (EU, 2009). AB, iyi işleyen bir enerji güvenliği sistemi ile Birlik içinde ilişkileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Enerji türü farklılaştırmasıyla kriz yönetiminde başarı sağlayacak yasal düzenleme ve işbirliği öneren enerji güvenliği politikasının, sorunu aşmada etkili olacağı düşüncesindedir. Arz güvenliği politikası gereği, tedarikçi ve arz rotasının farklılaştırılması kadar, üretici ve tüketici arasında yakın işbirliğinin de önemine dikkat çekilmektedir.

1990'ların ortalarında genişlemenin etkisiyle AB, Beyaz Kitapla, enerji politikasını, arz güvenliği, rekabet edebilirlik ve çevrenin korunması gibi üç önemli açıdan ele almıştır. Rekabet edebilirlik ve çevrenin korunması ayrı gibi görünse de arz güvenliğini dolaylı olarak etkileyen yönlerdir. Birlik içinde harmonize olmuş, liberalleşen elektrik ve gaz piyasalarının oluşması enerji arzında özel teşebbüsün artmasına, tekelleşmeyi önleyerek, iç piyasada, kısa vadeli enerji arz güvenliğinin artmasına neden olacaktır. Aynı zamanda çevrenin korunması için enerji tüketiminin azaltılması ve yeni ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin teşvik edilmesi, fosil yakıt ithalatı ve ithalat bağımlılığının azaltılması ve enerji arzı güvenliğine katkıda bulunacaktır. Beyaz Kitapta yer alan direktiflerin iç piyasada uygulanması enerji piyasasında elektrik ve doğal gaz ticaretinin liberalleşmesi, sürdürülebilir gelişmenin enerji politikasıyla entegrasyonu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesini sağlamıştır (Belyi, 2003:351; Stiller vd., 2008:4195).

2000 yılında, Avrupa Komisyon'u Yeşil Kitap'ta enerji arz güvenliğinden bahsederken, artan ithalat bağımlılığına dikkati çekmiş ve çözüm olarak kaynak çeşitlendirmesi, yeni teknolojiler ve uluslararası ilişkilerin geliştirilmesini göstermiştir. Sürdürülebilir gelişme için enerji arz güvenliğine özellikle vurgu yapılırken, ithalat bağımlılığını azaltmak ve sera gazı emilimini sınırlandırmak için, enerji talebinin azaltılmasına yönelik yeni tedbirlerin alınmasının âciliyetine dikkati çekmiştir. Bu bağlamda 2020 yılına kadar enerji tasarrufunda %20 ve alternatif enerji olarak elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjinin payını %21'e çıkarmayı hedeflemektedir (AB Yeşil Kitap [Green Paper ] 2004; Belyi, 2003:352; Eurostat, 2009).

### 1.2.1.6. İşbirliği, Anlaşma ve Birleşmeler

Uluslararası enerji piyasaları entegre oldukça, enerji ticareti artacak ve enerji güvenliği gelecekte daha da önemli olacaktır. Bugün, tankerlerle okyanusları geçen günlük 40 milyon varil petrolün, 2020 yılında 67 milyon varile ulaşması, sıvılaştırılmış doğal gazın üçe katlanarak 460 milyon tona ulaşması beklenmektedir. Dünya enerji tüketiminde önemli bir paya sahip AB üyesi ülkelerin hükümetleri için, enerji politikalarının önündeki en önemli engel olan arz güvenliği, başarı ya da başarısızlıklarının da göstergesi olarak, ekonomik, siyasî ve hatta uluslararası ilişkileri belirleyen son derece önemli bir konudur (Florini, 2010:152).

Jansen'e göre (2004: 26), uluslararası ekonomik birimler enerji arz sistemlerinin daha güvenilir ve ekonomik olmasında daha dengeli ve doğru kararlar vermektedirler. Liberal ekonomi modeli ve yüksek teknolojinin getirdiği zengin yaşam biçimi, enerji yoğunluğunu istikrarlı bir şekilde azaltacaktır. Kyoto protokolü çok pahalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları henüz ihtiyaca cevap verememektedir. Daha da önemlisi OECD ülkelerinin, petrol ve doğal gazda Orta Doğu, Rusya ve Orta Asya ülkelerine bağımlılığı artmaktadır.

Jansen, uzun vadeli enerji güvenliği endeksinde, arz güvenliğini etkileyen faktörleri belirlemek için, Shannon Çeşitlilik Endek'sine uzun dönem zaman boyutunu katarak yeniden oluşturmuştur. Buna göre:

- Enerji arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi,
- İthal enerji kaynakları ile ilgili ithalat çeşitlendirilmesi,
- İthalat bölgelerinde uzun vadeli siyasal istikrar ve
- Enerji kaynağının, iç kaynaklar da dahil, rezerv büyüklüğü,

enerji arz güvenliğini pozitif yönde etkilemektedir. Bu faktörlerin yanında, uluslararası ekonomik ve siyasî birimler aracılığı ile enerji kaynaklarının üretimi, tüketimi ve yönetiminde küresel işbirliğinin, arz güvenliğinin sürdürülebilirliğini artıracaklarını varsayan çalışmasını test etmiştir. Sonuç olarak yukarıda sayılan arz güvenliği faktörleri, sürdürülebilirlik açısından arz güvenliğini olumlu etkilemektedir.

Petrol ithalatı bağımlılığı, gelişmiş Batı ülkelerinin enerji politikalarının en önemli boyutunu oluşturmaya başlamış ve OECD ülkeleri de enerji güvenliği stratejilerinde üst denetçi rolü oynayan Uluslararası Enerji Ajansı'nı (IEA) kurmuştur. IEA'nın temel amacı, küresel piyasada yaşanan Körfez Savaşı, 11 Eylül ve Irak savaşı

gibi şoklara, tüketici ülkelerin vereceği ortak tepkiyi belirlemektir. Petrol arzında kesintilerin önüne geçecek bir sistem oluşturarak, piyasanın işlerliğini devam ettirmek, küresel alanda rasyonel enerji politikalarını teşvik etmek ve uluslararası piyasada sürekli bilgi akışını düzenleyen sistem yönetimini sağlamaktır. Bu amaçla enerji yönetiminde doğru karar verebilmek için en son enerji istatistikleri, politik analizleri ve tavsiyeleri, düzenli olarak, World Energy Outlook (WEO) yayınları ile desteklemektedir. Enerji tedarikçilerini (kaynak ve bölge itibarıyla) çeşitlendirerek enerji arzını farklılaştırmak, enerji talebini azaltacak etkili enerji vergisi politikalarını desteklemek, yeni teknolojiler geliştirmek için enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde araştırmalar yapmaktır. IEA üyesi ülkeler ve OPEC arasındaki düzeyli ilişkiler de uluslararası düzeyde jeopolitik enerji arz güvenliğinin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır (Belyi, 2003:355; Florini, 2010:160). Küreselleşmeyle birlikte, entegre olan dünya piyasalarında, enerji arz güvenliği gibi ortak sorunlar ülkeleri, ortak çözüm arayışına yönelik olarak bir araya getirmektedir.

Küreseleşen dünyada 1990'lı yıllara gelindiğinde, arz güvenliğinin önemi giderek artmıştır. Son on yılda uluslararası gündemde en önemli konu haline gelen enerji güvenliği, 2008 yılında yapılan G8 zirvesinde birinci sıraya konulmuştur. G8 üyeleri ile birlikte Çin, Hindistan, Güney Kore ve Avrupa ülkeleri, Enerji Verimliliği İşbirliği için uluslararası ortaklık kurmuştur. Enerji arz güvenliğinde enerji kaynaklarının fiziksel anlamda taşınması ya da enerjinin müşteriye kesintisiz bir şekilde ulaştırılması problemi, arz güvenliğini tehdit eden en önemli bir problem olarak kabul edilmiş ve çözüm olarak yeni enerji teknolojilerin geliştirilmesi için uluslararası işbirliği ile ortak araştırma fonları kurulmasına karar verilmiştir. Üye ülkeler Ar&Ge finansmanı için yıllık 10 milyar \$ vermeyi taahhüt etmişlerdir. Bu bağlamda İklim Değişikliği Destekleme Fonu, Temiz Teknoloji Fonu ve Stratejik İklim Fonuna toplamda yıllık 6 milyar \$ ayrılmıştır (Leiby, 2007:11; Florini, 2010:161).

AB'de derinleşen iç piyasa yapısı ve Kyoto Protokolünün uygulamaya konulması kadar Birliğin genişleme süreci de, Avrupa'nın enerji arzı güvenliğine karşı tutumunu etkileyen faktörler olmuştur. Eski Sovyet Bloku üyesi ve yeni AB üyelerinin (10+2) enerji tüketiminde hâlâ Rusya'ya bağımlı olmaları, Birliğin enerji politikasını Rusya faktörü açısından yeniden gözden geçirmesine neden olmuştur. AB, enerji güvenliğini genişleme süreciyle ilişkilendirmiş ve Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinin

geleneksel olarak enerji arzında Rusya'ya olan bağımlılıklarının enerji güvenliği stratejilerine katkı sağlayacağı beklentisini ifade etmiştir. AB, ortak bir enerji politikası uygulayabilmek için öncelikle kendi içinde homojen bir yapıya kavuşması için anlaşmalar yapmaktadır. Birlik genişledikçe enerji güvenliğini sağlamak için Orta ve Doğu Avrupa doğal gaz ağ bağlantılarıyla entegrasyon sağlamaya yönelik Macaristan ve Romanya arasında anlaşmalar yapılmıştır.

AB, bir yandan kendi içinde harmonize olmaya çalışırken, diğer taraftan, büyük bir enerji ithalatçısı olarak (ithalat bağımlılığı ortalama olarak %54, ancak bu oran Lüksemburg ve Malta gibi bazı üyelere %100 iken; Danimarka enerji tüketiminde %100 kendine yeten bir ülkedir) tedarikçi ülkeler ve bölgelerle entegre olmaya çalışmaktadır. AB, endüstrilerin rekabet gücünü artırmaya, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemeye ve aynı zamanda enerji güvenliğini sağlamaya yönelik olarak ve üçüncü ülkelerle yapılması planlan ve enerji konusunda işbirliğini öngören çalışmalarda enerji güvenliği için:

- Enerji üreten ve ihraç eden ülkeler ile diyalog kurulması,
- Enerji üretimi ve taşınmasında üçüncü ülkelerinde çevreye duyarlı yatırımlara destek sağlanması,
- Enerji transferinde, transit ülkelerle de Avrupa Enerji Şartı'nın (Energy Charter Treaty-ECT) uygulanmasına yardımcı olunması gibi bir dizi enerji işbirliği programı geliştirmiştir (Bielecki, 2002:45) .

AB, Yeşil Kitapta, enerji arz güvenliği ile ilgili teknik aksaklıkları kısa dönem riski; enerji ihraç eden ülkelerle jeopolitik ve ekonomik bağlantıları uzun dönem riski olarak tanımlayan kısa ve uzun dönemli stratejiler geliştiren çalışmalar yapmıştır. Enerji güvenliğini temin etmede enerji politikaları ve güçlü piyasa yapısının oluşturulması, önemli bir araç olarak görülmektedir. AB, bölgesel gruplar veya aynı siyasî sınırları paylaşan ülkelerin enerji kaynaklarını bir havuzda toplayarak paylaşmalarını önemli bir avantaj olarak görmektedir. Güney Doğu Avrupa ülkelerinin, AB regülasyonlarına göre, enerji piyasalarını liberalleştirmeleri buna en güzel örnek olarak gösterilmektedir. Enerji üzerine gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında veya Asya ve Afrika ülkeleri, AB ve Amerika kıtasındaki ülkeler arasında yapılan işbirliği ve ortak yatırımlar yapılması, bağlantıların uygulanmasıyla kısa ve uzun vadede enerji verimliliğini artırarak enerji güvenliğini sağlamadaki önemine vurgu yapılmaktadır (WEC, 2009:22; Jamasb ve

Pollitt, 2008:3). Özellikle bölgesel bazda endüstriyel ağ bağlantılarının kurulması ve tam rekabet piyasasında olduğu gibi enerji arz eden tedarikçilerin sayıca çoğalmasının, talep dalgalanmalarını önleyeceği ifade edilmektedir. ABD’de dağıtım sistemleri içinde düzenlemelerden ziyade, serbest piyasada belirlenen fiyat modeli, California eyaletinde elektrik dağıtım modelleri içinde en başarılı model olmuştur.

1994 yılında Lizbon’da imzalanan ve 1998 yılında yürürlüğe giren Avrupa Enerji Şartı’na (ECT) *Avrupa ülkeleri, Japonya, Orta Asya ülkeleri ve gözlemci statüsündeki Çin, ABD, Venezüella, İran, Kuveyt, ASEAN, Dünya Bankası, OECD, IEA ve Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS), Elektrik Gücü Konseyi* ile üye sayısı 51 ülkeye çıkmıştır. ECT, enerji güvenliğini artırmak için kurulmuştur. Bu amaçla piyasa istikrarını sağlamak, enerji yatırımları, ticareti, boru hatları ve ağ şebekeleri iletimini ve enerjiyle ilgili sorunların çözümünü ele alan uluslararası siyasî bir deklarasyon olarak tanımlanmaktadır. ECT’nin uygulamalar başlığı altında; geniş bir Avrupa enerji piyasası oluşturulması ve küresel enerji piyasasının verimliliğini artırmak için aşağıdaki alanlarda ortak işbirliği önerilmektedir (Avrupa Enerji Şartı Sekreteryası [ECS] 2004:216):

- Enerji kaynaklarına erişim ve geliştirme,
- Pazarlarda erişim,
- Enerji ticaretinin serbestleştirilmesi,
- Promosyon ve yatırımların korunması,
- Güvenlikle ilgili ilke ve kuralları belirlenmesi,
- Araştırma, teknoloji geliştirme, inovasyon ve yaygınlaştırılması,
- Enerji verimliliği ve çevre koruma,
- Eğitim ve öğretim.

Küresel enerji güvenliği hem üreten hem de tüketen ülkeler için çok önemlidir. Bu nedenle her iki taraf açısından da karşılıklı diyalog ve işbirliği gereklidir. Bu bağlamda dünyada en fazla petrol ve doğal gaz ihraç eden ülkelerden biri olan Rusya, talep güvenliğini sağlayabilmek için, enerji diyalogları kurarak uzun vadeli anlaşmalar yapmayı ve var olanları uzatmayı tercih etmektedir. Rusya, daha fazla tüketici ile uzun vadeli anlaşmalar yaparken, ihracat şartları her geçen gün daha da ağırlaştığı için, transit ülke sayısını azaltarak by-pass boru hatları kullanmayı hedeflemektedir. Böylece ihracatçı ülke olarak, transit ülke sayısını azaltarak daha fazla müşteriye direkt bağlantı

ve satış yaparak, arz kesintilerinin önüne geçip, talep güvenliğini artıracaktır (WEC, 2009:34).

Rusya, 2009 yılında Avrupalı müşterileri ile uzun vadeli anlaşmalarını yenileyerek enerji ithalatında talep güvenliğini artırmıştır. AB, Rusya'nın petrol ve doğal gaz arzında ihtiyacı olan enerji nakil altyapı projelerini destekleyerek, enerji arz güvenliğini artırmaktadır. AB, ikili anlaşmalar yanında Rusya'nın 2009 sonuna kadar, imzalayarak uygulamaya koyacağı Kyoto Protokolü gibi uluslararası çok taraflı kurumsal yapılara aktif bir şekilde katılabilmek için de bu ülkeyle işbirliğinin geliştirilmesi gerektiğine inanmaktadır. Rusya'nın ECT'ye katılması, küresel enerji güvenliğine doğru önemli bir adım olarak görülmektedir. Bu adımın, ECT'ye gözlemci olarak katılan İran, Suudî Arabistan, Nijerya, Kuveyt, hatta Venezüella gibi diğer önemli enerji tedarikçisi/üreten ülkelerin yanında Çin ve Hindistan gibi büyük ithalatçı ülkelerin de üye olmalarını sağlayacağı beklentisi yüksektir. Birliğin enerji politikasının; enerji bağımlılığının azaltılması açısından *siyasî*, enerji fiyatlarının kırılganlığı ve piyasa rekabet ortamının oluşturulması açısından *ekonomik* ve enerji politikasında sistemik bir aktör olarak rol oynayan uluslararası kurumların teşvik edilmesi açısından *normatif* bir boyuta sahip olduğu gözlenmektedir (Belyi, 2003:352).

Küresel dünyada bölgesel işbirliği, anlaşma veya birleşmeler ile enerji piyasalarının iyileştirilmesine yönelik ekonomik ilişkilerin geliştirilmesinin enerji arz güvenliğini artıracığı savunulmaktadır. Enerji tüketiminde 1997 yılına kadar petrolde kendine yeten bir ülke olan ve bugün petrol bağımlılığı %50 olan Çin, enerji arz güvenliğini artırmak için harekete geçmiştir. Bu amaçla dünyanın farklı bölgelerindeki ülkelerle diyalog kurarak ithalat yaptığı tedarikçilerini çeşitlendirmeyi tercih etmiştir. Araba sayısındaki artışa paralel olarak, artan talep artışı ve yükselen petrol ithalatını karşılamak için, barışçıl bir diplomasi yürüterek petrol üreten ülkelerle bağlarını güçlendirmiş, bölgesel olarak da Japonya dışında Asyalı komşuları ile enerji araştırmalarında işbirliği yapmaya başlamıştır (IEA, 2008).

Çin, özerk ulusal şirketleri aracılığı ile İran, Sudan ve Venezüella gibi ülkelerle işbirliği yapan anlaşmalara imza atarak, enerjide denizaşırı ticarete yatırım yapmaya başlamıştır. İran ile enerji ve petrol alanında işbirliğine yönelik üst düzey görüşmeler sonucunda, Çin şirketleri 30 yıllık süreç için 250 milyar ton sıvılaştırılmış doğal gaz ve piyasa fiyatlarıyla günlük 150.000 varil olmak üzere 25 yıllık ham petrol alımı

anlaşmalarına imza atmışlardır. İran, Suudi Arabistan'dan sonra Çin'e petrol ihraç eden ikinci büyük ülke olmuştur. Ancak ABD ve Avrupa ülkeleri, Çin'in yaptığı ikili anlaşmaları enerji kaynaklarını kontrol altına alma girişimi olarak algılamakta ve arz güvenliğini tehdit eden bir girişim olarak değerlendirmektedir. Yine Çin'in kendisini yasal olarak bağlayacak uluslararası enerji organizasyonları ve rejimlerine üye olmaması ve Batılı ülkelerin başı çektiği uluslararası enerji işbirliği sistemleri ve enerji arz güvenliğine yönelik bir tehdit olarak algılanmaktadır. Ülkenin, uluslararası enerji organizasyonlarıyla bir an önce diyalog kurmasının bu tür yanlış anlamalara engel olacağı ve enerji arzını stabilize etmenin yanında, Çin'in enerji ile ilgili çıkarlarına fayda sağlayacağı ifade edilmektedir (Zhongping vd., 2009:43). Diğer taraftan davranışları ve söylemleriyle yanlış anlamalara neden olan Çin, ülkenin denizaşırı ticaret yapan enerji şirketlerinin, yaptıkları anlaşmalarla daha çok uluslararası pazarlara satış yaptığını öne sürerek savunma yapmaktadır.

IEA siyasi bir ortak olarak, özellikle üye sayısı genişletilmiş ECT rejiminde vücut bulan yasal taahhütlerin yerine getirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Bunun için OECD üyelerinin dışında önemli enerji tüketicisi olan Çin ve Hindistan'ın yeni üye sıfatıyla ECT'ye (Hutchings vd., 2009:105) katılması, hatta daha sonra üye olabilecek, üretici ve transit ülkelerle diyalogu, küresel enerji güvenliği açısından çok önemli ve gerekli görülmektedir.

Dünya Ticaret Örgütü, (WTO), hükümetlerin enerji verimliliğini artırmak için kullandıkları vergilerden sübvansiyonlara, standartlardan etiketleme zorunluluğuna kadar enerji sektöründeki düzenleme ve politika araçlarına standart kurallar getirmektedir. İhracat vergileri, enerji ticaretinin önündeki engeller olarak görülmesine rağmen; ihraç eden ülkelerin, önemli bir gelir kalemidir. WTO, uluslararası petrol ve doğal gaz enerji piyasalarında enerji arz güvenliğini sağlamak adına ithalatçı ve ihracatçı ülkeler arasında ikili yatırım ve ticaret anlaşmaların yapamadığı düzenlemeleri yapabilmektedir. Örneğin yenilenebilir enerjinin elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasını teşvik edecek veya doğrudan destek verecek bir ticari düzenleme, arz güvenliğini sağlayan önemli bir enerji yönetimi aracıdır (Florini, 2010:167).

1997 yılında oluşturulan Uluslararası Enerji Forum'u (UEF) ise hem üretici hem de tüketici 97 ülkeyi bir araya getiren bir yapıdır. Temel misyonu, enerji güvenliğinden ziyade, ham petrol, LPG, benzin, dizel, yağ vb. enerji kaynaklarının mevcut verileri ve

ulaşılabilirliği ile ilgili veri tabanı oluşturmaktır (Florini, 2010: 168). Piyasaların enerji rezervleriyle ilgili spekulatif bilgilerden ziyade, kanıtlanmış ve güvenilir verilere olumlu tepkileri arz güvenliğini artıran önemli araçtır (Jansen, 2004:24). UEF, enerji piyasalarında üretim ve yatırımların yapılmasında ve üretici ve tüketici ülkeler arasında uzun vadeli ticari anlaşmaların yapılmasında önemli bir veri tabanı oluşturmaktadır.

Küresel piyasada, enerji güvenliğini sağlamaya yönelik işbirliği ve anlaşmalar, üretici ve tüketici ülkeler kadar, transit ülkeleri de taraf yapmaktadır. Dünyadaki petrol rezervlerinin %73'ü ve doğal gaz rezervlerinin yaklaşık %71'i Türkiye'ye komşu ülke ve bölgelerde yer almaktadır (HOC,[House of Commons] 2008:33) Bu nedenle Türkiye, enerji iletiminde transit ülke olarak küresel enerji arz güvenliğinde önemli bir yere sahiptir. Haziran 2006'da, büyük ve zorlu bir süreç sonrasında dünya petrol piyasasının kritik bir elemanı olarak devreye alınan Bakü-Tiflis-Ceyhan petrol boru hattı (BTC), enerji arz güvenliği denildiğinde akla gelen en somut örnektir. Günlük 1 milyon varil petrol kapasitesi ile çalışmaya başlayan BTC hattı ile dünya petrol arzının %5'i Türkiye üzerinden tüketiciye ulaşmaktadır. Orta Asya petrolünün günlük 1,6 milyon varil kapasiteye çıkarılması hedeflenmektedir. Akdeniz'de önemli bir liman olan Ceyhan, Azeri, Irak, Rusya ve Orta Asya'dan gelen ham petrol arzının, gelecekte rafineri edilerek dağıtılmasında önemli bir merkez olması beklenmektedir. EPDK'ya yabancı ve yerli şirketler rafineri kurmak için gerekli lisans başvurularını yapmaya başlamıştır (Çetinkaya, 2010:7). Azerbaycan, Gürcistan ve Türkiye'nin katılımı ile BTC sadece güvenilir bir taşıma sistemi değil, hem kendi ülkeleri, hem de Kafkasya ve Orta Asya bölgesi için barış ve istikrarın sembolü olarak görölmektedir.

Küresel enerji piyasasında üretici, tüketici ve transit geçiş güzergâhında bulunan ülkeler arasında enerji alanında karşılıklı diyalog ile kurulan işbirliği ve anlaşmaların artması enerji arz güvenliğini artıracaktır. Enerji piyasasındaki tüm tarafların tabi olduğu uluslararası standart ve kuralların oluşturulması, böylece enerji potansiyelinin güvenilir verilerle desteklenerek doğru yatırımlarla ve en verimli şekilde kullanılması; piyasada arz ve talep dengesinin kurulması ve enerji güvenliğinin sağlanmasında hayati öneme sahiptir.



### 1.2.2. Siyasî Faktörler

Enerji arz güvenliği her ne kadar ekonomik bir terim olsa da, küreselleşmeyle birlikte askeri, ulusal güvenlik ve siyasî boyutuyla da önemli bir konu olmuştur. Enerji güvenliğinde mevcut (elde edilebilir olması-AV) enerji kaynağının ulaşılabilir (AC), ekonomik (AF) ve ekolojik (AC) olmasında ekonomik faktörler kadar siyasî faktörler de önemlidir. Dünyada, üretilmekte olan enerjinin %85'ni oluşturan fosil yakıtların kontrolünü eline almak isteyen küresel güçler arasında, enerji kaynakları ve teknolojilerinin paylaşımı için büyük bir mücadele yaşanmaktadır. Fosil yakıtlarda ve özellikle de petrolde azalan rezervler nedeniyle maliyetinin ve fiyatının yükselmesi, doğal afetler, nüfus artışına bağlı artan enerji talebi yanında bir önceki bölümde değinildiği gibi, ülkeler arasında karşılıklı diyalog yoluyla çözülebilecek sorunların karşılıklı güç gösterileri ve çatışmalarla çözülmeye çalışılması, enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde ve özellikle de enerji kaynaklarının yoğun olduğu Afrika ve Orta Doğu'daki çatışmalar kısıtlı olan petrol arzını daha da azaltmakta ve enerji arz güvenliğinin önemini artırmaktadır.

Dünya tarihi, güç/enerji kaynaklarını kontrol etmek isteyen tarihi aktörlerin mücadelesiyle şekillenmektedir. 1900'lü yıllarla birlikte petrol hem barışta hem de savaşta önemli rol oynamaya başlamıştır. Dünya enerji üretiminde en fazla kullanılan kaynak olan petrolde, arz güvenliğini etkileyen üç önemli faktör vardır. Birincisi, petrol rezervi ve arzın tarihi olarak Orta Doğu, Kafkasya ve Afrika gibi istikrarsız bölgelerde yoğunlaşmasıdır. Başka bir açıdan yaklaşıldığında ise petrol ve doğal gazın yoğunlaştığı bölgelerde enerji kaynaklarını kontrol etmek isteyen küresel güçler arasındaki mücadele nedeniyle istikrarın imkânsız hale gelmesidir. İran-İrak savaşı, Körfez Savaşı, ABD'nin Irak'ı işgali ve halen devam eden iç çatışmalar ve Afganistan Savaşı, bölgelerdeki zengin enerji rezervleri üzerinde kontrol sağlamak isteyen ülkelerin mücadelesidir (Leiby, 2007:2).

Petrol arz güvenliğinin ikinci faktörü, üretici ülkeler birliği olan OPEC gibi ana petrol ihracatçılarının süregelen piyasa gücü ve ithalatçı ekonomilerin azalsa da devam eden arz şokları ve fiyat sıçramalarına maruz kalmasıdır. OPEC, petrolde düşük maliyetli rezerv yoğunluğu ve piyasadaki talebe paralel olarak artan gücünü kullanarak, bir kartel gibi davranmakta, rekabet seviyesinin üzerinde (maliyet dışında) fiyat belirleyerek petrol ithal eden ülkeleri, yıllarca süren ekonomik maliyetlere maruz

bırakmaktadır. OPEC'in kartel gücü ve etkinliği, dünyada petrol ithalatı talebine ve OPEC'in pazar payına göre değişmektedir. Küresel petrol rezervlerinin %60'nın İran Körfezinde yoğunlaşması, OPEC'e, üretim düzeyi veya belirlediği fiyatlarla kısa vadeli arz şokları yaratma veya var olanları kötüleştirme veya iyileştirme gücü vermektedir (Leiby, 2007:2; Ulubay, 2008:124).

Son olarak petrol talebinin özellikle ulaşım sektöründe yoğunlaşması tüketici ülkelerin, kısa vadeli arz şoklarında, arz ve talebini esneterek ayarlama gücünü sınırlandırmaktadır. Bölgesel çatışmalar, enerji rezerv yoğunluğu olan bölgelerde istikrarsızlığa ve güvensizliğe yol açmaktadır. Sonrasında ekonomik göstergelerin yönlendirmesi gereken enerji üreticisi aktörlerin, siyasî olarak aldıkları kararları ve katı uygulamaları ve uyarılama maliyetleri, bir ülkede, enerji arz güvenliğini tehdit eden, hem ekonomik hem de siyasî anlamda tedirginliğe neden olmaktadır (Leiby, 2007:3; Ulubay, 2008:124).

#### **1.2.2.1. Siyasî İstikrarsızlık**

Enerji kaynağı rezervinin mevcudiyeti, bir ülkenin, ekonomik, siyasî, sosyal düzeninin istikrarlı bir şekilde devam etmesine olumlu katkı sağlayabileceği gibi, tersi bir durum da söz konusu olabilir. Bu konudaki en çarpıcı örnek, Irak'ın nükleer silah gereçesiyle işgali sonrasında yaşanan ve halen devam eden etnik ve dini kökene dayalı ülke içi çatışmalardır. Bölgenin enerji arzında önemli bir potansiyele sahip olması, sürece ABD, İngiltere gibi bölge dışı ülkelerin taraf olmasının ve halen devam eden istikrarsızlığın da en önemli sebebidir.

Enerji arz ve talep güvenliği açısından üretim ve tüketimde bir ülkenin anahtar konumdaki enerji kaynağına sahip olması veya ona olan bağımlılığı, ülkenin ekonomik, siyasî ve sosyal düzenini ve hatta ülkedeki rejimin güvenliğini tehlikeye sokabilmektedir. Üretici ülkeler açısından petrol kaynaklarına sahip olmak, yukarıda sayılan nedenlerle, İran'da 1980 yılında yaşanan rejim değişikliğine neden olmuş, Irak'ta Saddam rejiminin sonunu getirmiştir.

Doğal gaz enerji arz güvenliğini ölçmek için kullanılan modellerde siyasî risk, enerji arz güvenliğini etkileyen bir faktör olarak tanımlanmıştır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) İnsani Kalkınma Endeksi (HDI) siyasî istikrar göstergesi olarak kabul edilmektedir. Sıfır ile bir arasındaki derecelendirmede bire yaklaşan

değerler tercih edilmektedir. HDI endeksi, Moody's, S&P, Fitch gibi kuruluşların bir ülkede sıklıkla öngörülemeyen ve ideolojik kaymaların yaşanması ihtimaline karşı, ticaret ve yatırım imkanlarının değerlendirildiği derecelendirmelerinden daha etkili ve güvenilir bir endekstir. Jansen ve ekibi kendi çalışmasında, ihracatçı ülkenin uzun dönemli siyasî riski ve ithalatçı ülkenin ithalat bağımlılığı oranını birlikte kullanmıştır. İthalatçı ülkenin ithalat bağımlılığının yüksek olması ihracatçı ülkenin siyasî risk tehdidinden daha fazla etkilenmesine neden olmaktadır. Kısaca enerji ithalatının yapıldığı bölgedeki siyasî risk, enerji arz güvenliğini azaltmaktadır (Biol ve Kepler, 2000: 462; Jansen, 2004: 22).

Tüketici ülkeler açısından örneğin Çin, dünyada en fazla petrol tüketen ülkelerden biri olarak, petrol fiyatlarının dalgalanması sonucu ekonomik ve siyasî olarak ciddi tehditlerle karşı karşıya kalmaktadır. Çin ekonomisinin, ancak güvenli petrol arzıyla, 2020 yılına kadar sürdürülebilir büyümesini %7 oranında artıracığı tahmin edilmektedir. Ülkenin ekonomik olarak büyümesi, artan sosyal ve ekonomik baskılara karşı Çin Komünist Partisi ve rejimin meşru gücünün yenilenmesi ve siyasi istikrarının artması anlamına gelmektedir (Ji, 2007:468). Uzun vadede enerji tüketiminde ithalat bağımlılığı, maliyet artışı yanında petrol veya doğalgazda olduğu gibi deniz, kara ve boru hattı yoluyla enerjinin transferi sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle Rusya ve Çin gibi farklı rejimlere sahip olan ülkeler transit ulaşım yolu üzerindeki ülkeler ve komşularıyla iyi ilişkilerini artırmaya başlamıştır.

#### **1.2.2.2. Ambargo**

Petrol rezervleri ve üretimi, Orta Doğu ve özellikle İran Körfezi gibi belli bir bölgedeki gelişmekte olan birkaç ülkede yoğunlaşmasına karşın; petrol talebi, gelişmiş, batılı ülkelerde yoğunlaşmaktadır. Petrol ihraç eden ülkelerin bir araya gelerek oluşturdukları OPEC, kanıtlanmış petrol rezervlerinde %80 ve küresel üretimde %40'lık payı ile piyasada son derece önemli bir güce sahiptir. Bu güç bölge ülkelerinin, uzun vadede arz güvenliğini negatif yönde etkileyen 1970-73 yıllarındaki petrol krizlerinde önemli bir aktör olmasını ve petrol piyasalarının, diğer ticari marketlerle karşılaştırıldığında, talebin inelastik olması kartellere karşı daha uysal davranmalarına neden olmuştur. 1970'li yıllardaki OPEC petrol ambargosu, tüketici ülkelerin arz güvenliğini tehdit eden bir unsur olarak, bu ülkeleri alternatif aramaya zorlamıştır. Söz

konusu gücün, ekonomiler üzerinde yarattığı kırılganlığı azaltmak için serbest piyasa modelinin tüm dünya enerji pazarlarında yaygınlaşması, enerji arzı güvenliğini artırmada önemli bir araç olarak görülmeye başlanmıştır (Bielecki, 2002:239).

### 1.2.2.3. Terörizm

Enerji kaynakları, jeopolitik konumu itibarıyla, kaynağa sahip olan ülkeyi ve dolayısıyla da bölgeyi, siyasî istikrarsızlığa; askeri ve güvenlik açısından kritik bir konuma mahkûm etmektedir. Terörist faaliyetler ve saldırılar, öncelikle, tüketici ve transit ülkelerde arz güvenliği; üretici ülkelerde talep güvenliği açısından tehdit yaratmaktadır.

Tüketici ülkelerde arz güvenliği, özellikle de enerji tüketimi yüksek, ancak yeterli enerji rezervine sahip olmayan sanayileşmiş ülkelerde ayrı bir öneme sahiptir. Örneğin ABD, dünya petrol tüketiminde 1/4 pay ile adeta petrol “bağımlısı” bir ülke olarak enerji arz güvenliğinin sınırlarını, fosil yakıtlara ulaşım ile çizmeye başlamıştır. Enerji arzına müdahale, küresel enerji güvenliği için, özellikle de küresel terörizm çağında, ülkelerin ana damarlarına saldırı ve bir tehdit olarak algılanmaktadır. Dünya Ticaret Merkezi’ne yapılan 11 Eylül terörist saldırıları, Irak Savaşı ve Afganistan iç savaşının enerji piyasaları üzerinde çok önemli fiyat dalgalanmalarına neden olduğu gözlenmektedir (Belyi, 2003:358; Nuttall ve Manz, 2008:1248). 11 Eylül terörist saldırısıyla gerginleşen Suudi Arabistan-ABD ilişkileri, Suudî Arabistan’ın Çin’e 1995 yılında %2 olan petrol ihracatının 2003 yılında %17’ye yükseltmesine ve iki ülke arasında ekonomik işbirliğinin derinleşmesine neden olmuştur (Zhongping vd., 2009:43).

Enerji nakil güzergâhı üzerinde olan ülkeler için de benzer koşullar geçerlidir. Enerji arzının kesintisiz bir şekilde yapılabilmesi için, ülkeler arası enerji naklinde kullanılan petrol ve doğal gaz boru hatları ve elektrik iletim ağının güvenliği enerji arz güvenliğinin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır. Transit ülkelerin maruz kaldığı siyasî istikrarsızlık, terörizm veya bölgesel risk ve çatışmalar, enerji nakil hatları için kapsamlı güvenlik analizini (advanced security analysis-ASA) zorunlu kılmaktadır.

Önemli bir geçiş güzergâhı üzerinde olan Bakü-Ceyhan-Tiflis (BTC) petrol boru hattının güvenliğini sağlamak için, hat güzergâhı boyunca, yer alan kasaba ve köylerin arazi şekli, bitki örtüsü, nehir ve gölleri ve etnik yapısı, nüfus yoğunluğu gibi hattı

çevreleyen coğrafi ve sosyo-politik koşullar dikkate alınarak yapılan risk analizi önemli bir örnektir. Türkiye’de ayrılıkçı terörist faaliyetlerine devam eden PKK, boru hattının Türkiye sınırları içindeki ayağını oluşturan Ceyhan bölümüne yönelik olarak her fırsatta sabotaj düzenlemektedir. Hattı korumak ve enerji nakil güvenliğini sağlamak üzere kurulan Kapalı Devre Sistemi (CBS), BTC hattının bulunduğu alanla topladığı verileri işleyerek bir harita üzerine aktarır, risk analizi yapmakta ve gelecekte benzer koşullar altında muhtemel saldırı olasılığı bulunan alanları tespit etmektedir. Sistem, boru hattının belirli özellikleri ve bölgenin siyasî, sosyal ve etnik genel göstergelerini içermektedir. 2008 yılı Ağustos ayında, Doğu Anadolu Bölgesi, Erzincan Refahiye’ye yapılan terörist saldırı MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) sensor ve uydu bağlantıları ile tespit edilerek derhal müdahale edilmiş ve hattın daha fazla zarar görmesi engellenmiştir. Yapılan saldırının yerleşim yerlerinden uzakta, yeryüzü şekli itibarıyla dağlık bir arazide ve saklanmaya müsait bir coğrafyada yapılması enerji nakil hatlarının güvenliğini sağlamada, güzergâh ve konumunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Saldırının hemen ardından müdahale edilerek, altyapının daha fazla zarar görmesini engelleyen güvenlik sistemi, enerji arzında nakil güvenliğinin gerekliliğini göstermektedir (Steinhäusler vd., 2009:4).

Enerji güvenliğinde, ulaşılabilirlik açısından nakil güvenliği, enerji arz güvenliğinin önemli bir boyutudur. Bölgesel olarak Rusya ve Gürcistan arasında yaşanan gerginlik ve çatışmalar, bu tür bir sistemi, enerji nakil hattının güvenliği açısından çok gerekli kılmaktadır. Hat boyunca gerek Rusya ve Gürcistan arasında cereyan eden çatışmalar, gerekse potansiyel terörist saldırı tehlikesi veya herhangi bir nedene bağlı yangın riskine karşı MODIS sensor ile korunmaktadır (Steinhäusler vd., 2009: 5).

### **1.2.3. Coğrafi Faktörler**

Coğrafya, tarih boyunca insan yaşamını şekillendiren bir unsur olmuştur. Enerji arz güvenliğinde coğrafyanın etkisi özellikle fosil yakıtlarda (petrol, doğal gaz, kömür, nükleer (uranyum), biokütle) enerji kaynağının, rezerv büyüklüğü, kalitesi ve bulunduğu jeolojik derinliği, tüketiciye uzaklığı ve iletim güzergâhı stratejik ve jeopolitik açıdan bulunduğu coğrafya, enerji arz güvenliğini etkileyen faktörlerdir. Enerji kaynağının rezerv büyüklüğü kalitesi daha çok ekonomik olarak işletme maliyetini etkileyen bir konu olduğu için ekonomik faktörler bölümünde değinilmiştir.

Bu bölümde, enerji kaynağının tüketiciye uzaklığı, iletim güzergâhı, jeopolitiği ve çevre ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri üzerinde durulacak ve enerji arz güvenliğine etkileri tartışılacaktır.

### 1.2.3.1. Uzaklık

Enerji arz güvenliğinin, tüketici ve üretici ülkeler açısından, bir ülkenin hem kendi sınırları içindeki enerji nakil ağ güvenliği hem de sınır ötesi enerji nakil ağları güvenliği olmak üzere iki boyutu vardır. Aynı zamanda enerji kaynağının türüne göre de, arz güvenliği farklılık göstermektedir. Özellikle petrol ve doğal gaz ticarî hareketleri enerji alanının önemli unsurlarından biridir. Ancak, bu noktada petrol ve doğal gaz arasındaki önemli bir farka değinmekte fayda vardır. Petrol ve doğal gaz üretimi birbirleriyle çok yakından ilişkili olsa da; teknik açıdan iletimi konusu çok büyük farklılıklar göstermektedir. Petrol nispeten düşük maliyetle deniz yolu ile taşınabilirken, doğal gazın bu yöntemle taşınabilmesi için önce sıvılaştırılması (LNG) ve tüketilmeden önce de tekrar gaz haline getirilmesi gerekmektedir. Günümüzde oldukça yüksek maliyetlerle ifade edilen bu işlem, doğal gazın boru hatları ile naklini zorunlu kılmaktadır. AB ülkeleri, ABD, Çin ve Japonya, petrolün büyük bir bölümünü deniz yolu ile ithal etmektedir. AB, enerjinin arz güvenliğinin sürdürülmesi ve çevrenin korunması açısından petrolü boru hatları ile almayı tercih etmektedir. Petrolün taşınmasında kullanılan tankerlerin yarattığı çevre kirliliği ve Meksika körfezinde Mayıs 2010 tarihinde meydana gelen kazada olduğu gibi, muhtemel deniz kazalarından duyulan endişelerle boru hatlarının kullanımını artırmak isteği, 2001 yılında AB'nin resmî yayını olan Yeşil Kitap'ta (2004) açıkça ifade edilmiştir.

Enerji arzında, nakil güvenliğini sağlamak için, enerji kaynağına göre uygun iletim yöntemi ve güzergâhı, enerji kaynağına ulaşılabilirlik, büyük ölçekli naklin getirdiği maliyet avantajı ile ekonomik ve iletim sırasında herhangi bir kaza veya terörist saldırı sonucu çevreye zararı açısından önemli bir konudur. Türkiye özellikle Rusya, Orta Asya ve Kafkasya enerji kaynaklarının, deniz yoluyla İstanbul ve Çanakkale Boğazı transit geçiş güzergâhı üzerinde bulunan bir ülke olarak, risk altındadır. “*Türk Boğazlarında Geçiş Güvenliği*”nin tartışıldığı toplantıda, Türkiye'nin uluslararası çıkarları dışında, Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin ticaret, enerji çıkarlarını da ilgilendiren konuyla ilgili, İstanbul ve Çanakkale Boğazı'nın artan gemi trafiğini

kaldıramaz noktaya geldiğine dikkat çekilerek mevcut yapının “sürdürülemez” hale geldiğine vurgu yapılmıştır. Ülkede ortalama günde 28, yılda 10 bin tanker geçiş yapmaktadır. Taşınan 150 milyon ton yükün yaklaşık 100 milyon tonu büyük bir risk yaratan ham petroldür. Boğazlarda tanker kazası riskini azaltmak için, tanker trafiğini hafifletecek tedbirlerin ilki için harekete geçilmiştir. Dışişleri ve ETKB’rı Türk karasularında petrol kirlenmesine yol açan şirketlere yaptırımlar getirecek bir kanun tasarısı taslağı üzerinde çalışmaya başlamıştır. Uzun vadede boğazların petrol geçişine yönelik kullanımının önüne geçmek için tankerlerin Samsun-Ceyhan petrol boru hattına yönlendirilmesi ve yeni boru hatlarının inşa edilmesi planlanmaktadır (ETKB, 2010).

### 1.2.3.2. Güzergâh ve Konum

Enerji arz güvenliği, enerji kaynağına ulaşım veya enerjinin iletimi açısından şebeke/ağ problemi olarak tanımlanmaktadır (Jamash ve Pollit, 2008:12). Enerji güvenliği, geçen yüzyılda, tüketicilerin enerji piyasalarına daha fazla hâkim olmasından dolayı, “*bir ülkenin kalkınması için gerekli olan yeterli miktardaki kaliteli ve çevre dostu enerjinin makul fiyatlarla ve kesintisiz olarak sağlanması*” (Ji,2007:465) olarak tanımlanmaktaydı. 21. yüzyılda bu tanımlamanın yetmeyeceği ve bunun yanına enerji talep güvenliğini de koymak gerektiği tartışılmaya başlanmıştır. Daha da önemli olan ise dünyadaki enerji politikalarını etkileyen en önemli unsur olan enerji nakil güvenliğidir. Bugün ulusal kaynakları yetersiz ülkeler, ihtiyacı olan enerjiyi zamanında, kesintisiz ve en güvenli şekilde sağlamak için sürekli yeni arayışlar içindedirler. Bu süreçte öne çıkan unsur, her ne pahasına olursa olsun ucuza kaynak temin etmek değil, ulusal ekonomilerin herhangi bir kesinti yaşanmaksızın üretime devam edebilmeleri için ihtiyaç duyulan enerjinin, güvenli taşıma sistemleri ve güzergâhları yoluyla tüketiciye ulaştırılmasıdır. Enerji kaynağının güvenli konumu ve nakil güzergâhı, coğrafi açıdan enerji arz güvenliğine pozitif etki eden önemli bir faktördür.

Petrol ve doğal gaz naklinde uzun vadede boru hatlarının kullanılması, hem çevreye riski hem de ekonomik olarak etkin bir şekilde kullanıldığında enerji tasarrufu sağlaması ve altyapı maliyetlerinin azaltılması açısından tercih edilmektedir. Ancak özellikle doğal gaz naklinde boru hatlarının kullanılmasıyla hem üretici hem de tüketici karşılıklı bir bağımlılık ilişkisine girmektedir. Boru hattının inşası öncesinde üretici veya aracı ülke söz konusu bağımlılık ilişkisinde baskın/üstün konumdayken; hat inşası

tamamlanınca güç, üreticiden tüketici veya aracıya geçmektedir. Ayrıca belli bir amaca hizmet için kurulan boru hatlarının alternatif bir kullanım alanı söz konusu değildir. Üretici ülke, talep güvenliğini arttırmak ve inşa masraflarından dolayı, kendisini garantiye almak için yatırım kararı almadan önce uzun vadeli, dikey bütünleşme veya kamusal mülkiyete dayalı anlaşmalar isteyemektir.

Çin’de otomobil kullanımının artması, üretim endüstrisinin büyümesi ve kömür ikamesi olarak petrol tüketiminin artarak 2020 yılına kadar 400 milyon tona ulaşması beklenmektedir. Bu durumda Çin tükettiği petrolün yarısını, jeo-politik açıdan karmaşık güç ilişkilerine dayalı, deniz yoluyla ithal etmek zorunda kalmıştır (IEA, 2008). Pekin yönetiminin jeo-stratejik politikası gereği, enerji ithalatında tercih edilen nakil güzergâhı ve deniz yolu, ülkenin siyasî işbirliği politikası ve askeri sınırlarını belirlemiştir. Çin açısından enerji kaynağının konumu ve nakil güzergâhı ulusal güvenliğiyle direkt bağlantı kurulması gereken önemli bir konudur. Çünkü ordusu ne kadar güçlü olursa olsun, petrol olmaksızın geniş çapta bir askeri harekâtı göze alamayacağını farkındadır. Enerji naklinde deniz taşımacılığı ağının güvenlik faktörü ülkenin deniz ticareti ve askeri deniz gücünün yenilenmesinde yeni rehberi, itici gücü olmuştur (Ji, 2007:468).

Enerji naklinde güzergâh ve konum, arz güvenliği açısından önemlidir. Daha da önemli olan ise güvenli ve kesintisiz enerji nakli için birden fazla alternatifin olmasıdır. Ülkeler ve bölgeler arasında enerji nakil güzergâhını ve hatlarını çeşitlendirmek, tüketicinin farklı tedarikçilere ulaşmasını sağlayarak arz güvenliğini artırmaktadır. Bunun yanında, belirli bir bölge içinde, petrol ve doğal gazda aynı nakil hattı ve güzergâhını kullanmak, iç piyasada tüketiciye ulaşılabilirlik açısından, enerji nakil maliyetlerini azaltmasıyla enerjinin ekonomik olması ve ekolojik açıdan arz güvenliğini artıracaktır (Jamash ve Pollitt, 2008:5). AB HyWay Projesi bunun en güzel örneğidir. AB Komisyonu Avrupa’da, hidrojen enerjisi kullanımının yaygınlaştırmak amacıyla 6. Çerçeve programı kapsamında [contract no. 502596], araştırma enstitüleri, endüstriler ve ulusal ajansların birlikte finanse ettikleri entegre bir proje olan HyWay Projesini uygulamaya koymuştur. 2004-2007 yıllarında proje gereği, her ülkede ana yol güzergâhı üzerinde nüfusun yoğun olduğu şehirler seçilerek Avrupa hidrojen enerjisi yol güzergâhı haritası çizilmiş ve hidrojen enerjisi ağı kurulmuştur. Üç aşamadan oluşan proje, hayata geçirildiğinde arz güvenliği açısından, sürdürülebilir bir enerji sisteminin



başarısı için, gerçek yaşam koşullarının dikkate alınması “*hem ekonomik hem de sosyal yapının eş zamanlı dönüşüm geçirmesi*” gerektiği fikrine dayanmaktadır. Bu bağlamda her ülkenin, sadece teknolojik değil, coğrafi, kurumsal ve sosyo-ekonomik engeller ve fırsatlarının da dikkate alınarak hem yerleşik hem de mobil uygulamalar yapmasını ve bu uygulamaların yarattığı sinerjiyi, yayılma etkisiyle en geniş alana dağıtmayı hedeflenmektedir (Stiller vd, 2008:4208; Van Der Meulen, 2009: 838).

AB bölgesel olarak enerji tüketiminde hukuki, kurumsal, teknik altyapısını homojen bir yapıya kavuşturarak elde edeceği tasarruf ve verimlilik artışı ile iç piyasada enerji arz güvenliğini artırmayı hedeflemektedir. Tüketici ülkeler açısından, uzun vadede petrol ve doğal gaz naklinde boru hatlarının kullanılması, çevre riskinin ve ekonomik maliyetinin daha az olması nedeniyle tercih edilmektedir. Hem elektrik hem de doğal gaz sistemlerinde, arz güvenliğini artıracak alternatif, ülke içinde homojen bir yapı ile tüm tüketicilerin enerjiye, kesintisiz, ucuz, temiz ve eşit koşullarda ulaşmasını sağlamak iken; ülke dışında enerji kaynağı, ülke ve bölgesinin çeşitlendirilmesidir. Ana tedarikçi ülkeye olan bağlantıları çeşitlendirmek veya LNG ithalat kapasitesini artırmak, enerji arz güvenliğini artıran önemli politika araçlarıdır (Van Der Meulen, 2009; 838).

Transit yol güzergâhı üzerinde bulunan ülkeler açısından, enerji kaynaklarının ve üretiminin yoğun olarak bulunduğu Orta Asya, Orta Doğu ve enerjinin büyük oranda tüketildiği gelişmiş ülkelerin bulunduğu Avrupa kıtası arasında enerji nakil güzergâhı üzerinde doğal bir köprü konumunda olan Türkiye, sahip olduğu önemli pozisyonu, bulunduğu coğrafyaya borçludur. Benzer şekilde Makedonya'nın ulusal enerji sektörünün sürdürülebilir gelişiminin SWOT analizinin yapıldığı çalışmada, ülkenin coğrafi konumu itibarıyla AB enerji (elektrik, petrol ve doğal gaz) güzergâhı üzerinde yer alması, bulunduğu coğrafya ile rüzgâr, güneş enerjisi ve hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline sahip olması birer fırsat olarak değerlendirilmektedir (Markovska vd., 2009:4). Bu durum enerji rezervlerine sahip olmasa da, enerji nakil güzergâhı üzerinde yer alan bir ülke olarak, petrol ve doğal gaz boru hattı anlaşmalarında taraf olması ve dünya enerji piyasasında elini güçlendirmesini sağlayacak avantaj olarak görülmektedir (Steinhäusler vd., 2009:6).

### 1.2.3.3. Jeopolitik

Enerji arz güvenliği, hem iç politika hem de dış ilişkilerde önemli bir yere sahiptir. İç politikada hükümetlerin ekonomik göstergelerindeki başarıyı etkileyen yönü ile etkili olurken, uluslararası ilişkiler teorisi, enerji güvenliği kavramına, ülkeler arasındaki ilişkilere etkisi yönünden yaklaşmaktadır. Örneğin AB, özellikle 1990'lı yıllardan sonraki genişleme süreci ve genel olarak ortak enerji politikası sonucu Rusya'nın jeopolitik konumu ile yakından ilgilenmektedir. Uluslararası ilişkilerde, enerji arz güvenliği sadece ekonomik açıdan değil aynı zamanda enerji kaynaklarının ve enerji tüketenlerin asimetrik coğrafi dağılımı açısından da önemli bir yere sahiptir (Belyi, 2003:353; Leiby, 2007:5).

Tüm dünyada ekonomik büyüme ve nüfus artışına bağlı enerji talep artışı, fosil yakıtlara, özellikle de petrol ve doğalgaza olan bağımlılığı arttırmaktadır. Fosil yakıtların tüketimi ve talebinin artması ve yeni rezerv keşfedilmemesi ve mevcut rezervlerin işletme maliyetlerinin yüksek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının henüz yaygın kullanımının maliyetli olması enerji arz güvenliğini tehdit etmektedir. Özellikle petrole duyulan ihtiyacın artması Basra Körfezi'ni, ABD ile AB arasında giderek açığa çıkmakta olan rekabetin, önemli alanlarından birisi haline getirmiştir. Gelişmiş ülkelerin, fosil yakıt tüketimine dayalı sanayilerini yaşatabilmeleri için, petrolün Ortadoğu'da; doğalgazın ise Ortadoğu, Rusya ve Orta Asya/Kafkasya'da bulunması, dünyada yeni gelişmelerin yaşanmasına neden olmaktadır.

1991 yılından beri, enerji üreten ve tüketen ülkelerin enerji bakanları arasında resmi olmayan uluslararası enerji forumları yapılmaktadır. AB üyesi ülkeler, bölgesel olarak egemenliklerini koruyarak, enerji arz güvenliğini sağlamaya yönelik, ortak dış ve güvenlik politikaları oluşturmayı tercih etmektedirler. Bölge dışında enerji arz güvenliğini artırmak için, OPEC üyesi olmayan Norveç, Rusya, Meksika, Kazakistan, Umman ve Azerbaycan gibi büyük tedarikçileri tercih ederek tedarikçi çeşitlendirmesine girmektedir. Yine benzer şekilde Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri, enerji ithalatında Rusya'ya bağımlı durumdadır. Ancak Baltık ülkeleri tarihi ve jeopolitik nedenlerle Rusya'ya olan bağımlılıklarını azaltmak için Rus yatırımcıların sayısını azaltmak istemektedir (Belyi, 2003:357).

#### 1.2.3.4. İklim Değişikliği ve Çevre

Enerji arzı, genelde enerjinin fiziksel anlamda mevcut olmasından, kaynak çeşitliliği, enerji arzında sistemin başından sonuna ve son kullanıcıya kadar uzanan ve fiyat istikrarı sağlayan teknolojiye kadar çok geniş bir kavramdır. Toplumun ve ekonominin ihtiyacı olan enerjiyi, kesintisiz, güvenilir, temiz ve ucuz yollardan tedarik etmek ve makul fiyatlarla sağlayabilmek ve bunu güvenlik altına almak enerji arz güvenliğinin olmazsa olmazıdır. Bunu yaparken 3E dengesinden biri olan (enerji, ekonomi ve ekoloji) ekoloji ya da çevre koşullarına özen gösterilmelidir (Mutioğlu ve Özdemir, 2008:103). Enerji arz güvenliği, iklim değişikliği, çevrenin korunması endişeleri ve nükleer silahların yaygınlaşması gibi küresel güvenlik konularıyla da en üst seviyede ilişkilidir. 19. yüzyılın ortalarında ilk olarak İngiltere’de daha sonra diğer ülkelerde gemi, tren ve sanayinin çarklarını döndürmeye başlayan kömür, yaklaşık 1,5 asır sonra yerini daha çok kullanım alanına sahip olan petrole kaptırmıştır. Bugün çevre ve iklim değişikliğine dikkat kesilen dünyada, doğal gaz da enerji bağımlılığı yarışında ilk sıralara oturan bir enerji kaynağı olmuştur. Su, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları henüz yaygın olarak kullanılmasa da, geleceğin çevreyle barışık enerji kaynakları olarak önem kazanmaktadır.

Bir ülkenin bulunduğu coğrafya ve iklimi, ekonomik gelişme düzeyi enerji tüketimi ve arz güvenliği üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin kış aylarında Rusya’nın Ukrayna üzerinden Avrupa ülkelerine giden doğal gazı kesmesi, AB arz güvenliğini tehdit etmektedir. Diğer taraftan fosil yakıt kullanımı ile çevreye verilen zarar iklim değişikliğine yol açmakta ve sürdürülebilirlik açısından enerji arz güvenliğini etkilemektedir. Artan enerji talebiyle Çin’in yaşadığı petrol kıtlığı, liderlerini, kömür merkezli enerji politikalarına dönmeye zorlamıştır. Çin ekonomisi için yeni bir element olan ekolojik dengenin korunması sorunu ise 1990 yılından bu yana kirliliğini azaltmak için enerji tüketiminde kömürün oranını düşürmeye çalışan ülkede çelişkili bir durum yaratmaktadır. Kömür tüketimi nedeniyle özellikle 1970-2004 yılları arasında en yoğun şekilde sera gazı emisyonununun, %60’na neden olan sektör olarak, çözümü yine kendisi üretecektir (WEC, 2009:452; Ji, 2007:468; Stiller vd., 2008: 4195).

Küresel iklim değişikliği ile Kyoto sözleşmesinin ardından ortaya çıkan Karbon borsası, 2008 rakamlarıyla 3.65 trilyon Euro gibi bir rakama ulaşmıştır. Diğer yandan 2012-2030 yılları arasında sera gazı salımını azaltmak için yapılacak yatırımlar ve

karbon tutma ve depolama için geliştirilen yeni teknoloji yatırımlarıyla düşük karbon ekonomisine geçişte, toplamda her yıl 530 milyar Euro finansman gerektirmektedir (Dünya, 2010:4).

Enerji arz güvenliğinde coğrafi iklim koşulları, özellikle konut sektöründe ısınma amaçlı enerji talebini ve endüstride enerji yoğunluğu bağlamında ele alınmaktadır. Örneğin Rusya'da enerji verimliliği ülkenin enerji stratejisinde anahtar konumundadır. Rusya, iklimi, yüzölçümü büyüklüğü, ekonomisinin enerji yoğun endüstrisi nedeniyle dünyada enerji yoğunluğunun en yüksek olduğu ülkelerden biridir. Ülkede, enerji arz güvenliğinin önemli bir ayağını oluşturan tasarrufun nihaî hedefi, sürdürülebilir büyümeyle birlikte çevreye duyarlı enerji teknolojilerinin geliştirilmesiyle, iklim dezavantajına rağmen, enerji yoğunluğunu azaltmak ve enerji verimliliği ve rekabet gücünü artırmaya yönelik politikalar geliştirmek ve uygulamaktır.

Enerji verimliliğini artırmada ve temiz, yenilenebilir enerjiye geçişte küresel teşvik yaratması açısından enerji tüketiminin iklim değişikliğine etkisi önemli bir unsurdur. Enerji arz güvenliği stratejilerinde, çevre kirliliğinin telaffuz edilmeye başlanması, çevre korumayı temel ihtiyaçlar karşılandıktan sonra dikkate alınan bir sorun olmaktan çıkarmıştır. Bugün gelişmekte olan ülkelerin de çevreyle ilgili birçok anlaşmaya destek olup imza atmasına neden olmaktadır. Çevre kirliliğini önleyici ve onarıcı politikalar ekonomik ve mali araçlar aracılığı ile yürütülmektedir. İklim değişikliği tehdidi enerji arz güvenliğinde sürdürülebilirlik açısından hükümetleri sübvansiyonlar, vergiler ve harçlar, vergi iade ve teşvikleri, lisans, izin ve kotalarla çevreyi koruyan politikalarını uygulamaya zorlamaktadır (Wonglimpiyarat, 2009:5).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, çevre kirliliği ve iklim değişikliğine farklı tepkiler vermektedir. Gelişmiş ülkeler, sanayileşme sürecini yavaşlatma pahasına ekosistemi tehdit eden kirliliğe çözüm bulma yoluna giderken; gelişmekte olan ülkeler çevre kirliliği ve iklim değişikliği pahasına kalkınması için gerekli olan sanayileşmeyi tercih etmektedir. Bu durum büyük oranda bu ülkelerin gelir düzeyinin düşüklüğü ve hızlı kentleşmeye bağlanmaktadır. Eğitim düzeyi, yerleşme, işsizlik, altyapı sorunları gibi ekonomik sosyal sorunlar daha öncelikli sorunlar olarak görülmektedir. Yapılan bazı çalışmalara göre, çevre kirliliği ve iklim değişikliği ile mücadele, ekonomide kullanılan ifade ile lüks bir maldır. Ülkelerin gelir düzeyi arttıkça, çevre koruma bilincine ulaşılmakta ve daha önce tahrip ettikleri çevreyi yeniden tamir etme çabaları

içine girmektedir. Ters U şeklindeki çevresel Kuznets eğrisi, çevre kirlenmesinin önce yükseldiği, sonra düşmeye başladığını göstermektedir. 2008 yılında G8 ülkeleri, enerji bakanlarının katıldığı L'Aquila G8 toplantısında Uluslararası Enerji Verimliliği İşbirliği Ortaklığı (International Partnership for Energy Efficiency Cooperation - IPEEC), bağlamında resmi olarak IEA ile işbirliği kurulmuştur. Dünyada en fazla sera gazı üreten ülke ünvanı ABD'den Çin'e geçmiştir. Hindistan'ın ise altı yıl içinde ikinci sıraya yerleşmesi beklenmektedir. Gelişmiş Batılı ülkeler ve enerji tüketim düzeyi artış eğiliminde olan gelişmekte olan ülkeler arasında küresel iklim değişikliği rejiminin oluşturulmasında uluslararası baskılar, önemli bir yere sahiptir. Hindistan ve Çin'in toplam sera gazı emisyonu Batılı ülkelerin toplamından daha azdır. Ancak Çin ve Hindistan'ın ekonomik büyümelerinden fedakârlık yaparak, yeşil politikalarla sera gazı emisyonunu azaltmak niyetinde olmadıkları gözlenmektedir. İklim değişikliğinde önemli bir sonuç için ülkeler arasındaki diyalog süreci önemlidir. Aralık 2009 Kopenhag'da yapılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Zirvesinde 2007'de alınan karar taslağı üzerinde sonuca varılamamıştır (Hutchings vd., 2009:105).

## **2. BÖLÜM: DÜNYADA MEVCUT ENERJİ DURUMU VE ENERJİ POLİTİKALARI**

Dünya ekonomisi, enerji tüketiminin temel kaynağıdır. 2008 yılı ortalarına kadar, dünya ekonomisi büyümeye devam etmiştir. 2008 yılının ikinci yarısında ekonomik büyümedeki yavaşlama, enerji fiyatlarının artmasından ziyade, Ekim ayında yaşanan sert finansal krizle gelen durgunluk nedeniyle olmuştur (BP, 2009: 2). AB-27 bölgesinde yaşanan borç krizi ve Gelişen Asya piyasalarında ve küresel bazda enflasyon beklentisi de belirsizlik yaratmaktadır. 2011 yılında %8,6 büyümesi beklenen Çin'in, artan enerji talebi ile motor görevi görerek bölgesel ve küresel büyümeyi etkileyeceği tahmin edilmektedir (Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı [OPEC] 2011).

Dünya Enerji Konseyi, gelişmekte olan ülkeler için, küresel enerji arzı ve tüketimini şekillendiren anahtar unsurları; nüfus artışı, ekonomik ve sosyal gelişme, finansal ve kurumsal koşullar, yerel/bölgesel ve küresel çevre duyarlılığı (environmental concerns), enerji arzı ve kullanımında verimlilik, teknolojik yenilik ve gelişme, yeterli modern enerjiye ulaşım olarak tanımlamaktadır. Enerji ile ilgili kurulan modellerde birincil enerji talebi ekonomik aktivitelerin ve son kullanıcı fiyatlarının bir fonksiyonu olarak kabul edilmektedir (Ediger, 2003:2999).

Ekonomik büyüme, enerji talebi ve Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) arasındaki doğrusal ilişki, birincil enerji talebi artışında en önemli faktör olarak kabul edilmektedir. Bu konuda yapılan akademik ampirik çalışmalarda; Soytaş ve Sarı (2003), Jobert ve Karanfil (2007), Sarı ve Soytaş (2007), Seung ve So-Yoon (2009), Narayan vd. (2009), Apergis ve E. Payne (2010-a), Öztürk ve Acaravcı (2010), Apergis ve E. Payne (2010-b), Eşbütünleşme ve Granger nedensellik (causality) testi kullanarak enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiş ve enerji tüketimi ve gelir arasında çift yönlü pozitif bir ilişki bulmuşlardır.

Enerji güvenliği, ekonomik büyüme ve doğal çevrenin korunması duyarlılığı, dünyadaki her ülkenin enerji arz güvenliğini artırmak için hazırladığı ulusal enerji politikalarının temel belirleyicileri olmuştur. Enerji tüketimine yönelik tahminlere göre, dünyada ekonomik büyüme devam ettiği sürece gelecek 25 yıl içinde, özellikle OECD üyesi olmayan ülkelerde, enerji talebi de artacaktır. Dünya enerji talebinde 2030 yılına yönelik projeksiyonlara göre; petrolün %32, kömürün %28 ve doğal gazın payının

%22 olacağı tahmin edilmektedir. Toplam enerji talebinin içinde fosil yakıtların payının %82, hidro gücü ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının %13 ve nükleer enerjinin %5 olacağı tahmin edilmektedir (OPEC, 2011).

Dünyada kullanılan enerjinin %84'ü, dünya nüfusunun %30'u kadar olan zengin endüstri ülkeleri/ekonomileri tarafından tüketilmektedir. Bugünkü tüketim düzeyi ve nüfus artışı aynı hızla devam ederse, gelişmekte olan ülkelerin yüksek enerji talebi/tüketimi ile petrol ve doğal gaz rezervlerinin 45-50 yıl, kömür rezervlerin ise en fazla 200 yıl süreceği tahmin edilmektedir. Rusya'nın ve bütün Avrupa'nın nüfusu, dünya nüfusunun %21'ini oluşturmasına karşılık Avrupa'nın enerji tüketimindeki payı %43'tür. Özellikle ABD'nin nüfusu dünya nüfusunun ancak %6'sı kadar olduğu halde, enerjinin %32'sinden fazlası bu ülkede tüketilmektedir. Azgelişmiş ülkeler, dünya nüfusunun %20'sini oluşturmakta fakat üretilen enerjinin ancak %1'ini kullanabilmektedir (Abdeen, 2008:2268).

Dünyada birincil enerji tüketiminde ABD ve Çin enerji piyasasında en büyük ve süper tüketiciler olarak toplamda %40 gibi önemli bir paya sahiptir. ABD, en büyük ekonomi olarak, dünyadaki üretimin 1/5'ni gerçekleştirmektedir. Dünyanın en kalabalık nüfusuna sahip olan Çin Halk Cumhuriyeti, ekonomik büyüklükte ABD ile başa baş bir pozisyonda ve dünyanın en fazla ticaret yapan 10 ülkesinden biri olma yolundadır (Ediger, 2003:2999).

2008 yılında toplam birincil enerji arzı 12, 267 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. ABD 2,283, milyon Tep ve Çin 2, 131 milyon Tep enerji arzı ile tek başına Asya (1,410) bölgesinden daha fazla enerji büyüklüğüne sahiptir. 2009 yılında dünyada toplam enerji tüketimi, 11164,3 Milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. Dünya birincil enerji tüketiminde fosil yakıtların payının 2008 yılı itibariyle yaklaşık %78, gibi yüksek bir orana sahip olduğu gözlenmektedir (BP, 2010:34). Dünyada verilerine ulaşılabilen 61 ülkeden sadece 23 tanesi fosil yakıt tüketimini kendi ürettiği fosil yakıtlarla karşılamaktadır. OME<sup>3</sup> 2008 yılı verilerine göre küresel enerji talebinde hala petrol %35'lik oranla birinci sırada yer alırken, kömür %25 ve doğal gaz %21 ile sıralanmaktadır (IEA, 2010:56).

Yapılan tahminlere göre; dünya birincil enerji talebi/tüketiminde gelişmekte olan ülkelerin payının artacağı ve gelişmiş ülkelerin payının ise göreceli olarak azalacağı

<sup>3</sup> Akdeniz Enerji Perspektifi Mediterranean Energy Perspectives (Observatoire Mediterranéen de l'Énergie-OME)

beklenmektedir. Dünya birincil enerji talebinin gelecek 20 yıl içinde yıllık %2 artacağı tahmin edilmektedir. Dünyadaki toplam birincil enerji talebi, coğrafi olarak dağıtıldığında Asya-Pasifik ülkeleri %35 oranla en büyük paya sahiptir. Enerji piyasaları arasında en iyi büyüme potansiyeline sahip ülkeler arasında, Güney Kore, Tayland, Hindistan, Endonezya ve Tayvan sayılmaktadır. Kuzey Amerika ülkeleri %25 ve Avrupa-Avrasya Bölgesi %19 ve Orta doğu ve Latin Amerika ve Afrika ise %4'lük oranı paylaşmaktadır Ancak; gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketiminin kişi başına gelişmiş ülkelere göre daha az olacağı tahmin edilmektedir. Yeni orta ve büyük ölçekte enerji piyasalarında enerji tüketiminin yıllık %4 oranında artacağı ve dünyada 21. yüzyılda en azından 20 yıl süreyle önemli bir rol oynayacağı beklenmektedir (Ediger, 2003:2997; OME, 2008:25).

2008 yılında yaşanan küresel kriz enerji talebini düşürmüştür. Dünya ekonomisi, bölgesel hızları farklı olsa da bir toparlanma süreci yaşamaktadır. 2009 yılında küresel üretimde yaşanan %3 düşüşün yerini, 2010-2011 yıllarında ortalama %4,25 büyümeye bırakması beklenmektedir. Büyümenin gelişmekte olan ülkelerde %6,5 oranında olacağı tahmin edilmektedir (IMF, 2010).

2008 krizinden sonra tüm dünyada yaşanan toparlanmaya karşın; dünyanın en büyük ekonomileri ve enerji tüketicilerinden olan Japonya'nın, bir önceki yıla göre; deprem, tsunami ve nükleer problemler nedeniyle enerji tüketimindeki belirsizlikler sonucu, %0,1 küçüleceği tahmin edilmektedir. Ülkede enerji arzında yaşanacak sıkıntıların üretim ve diğer sektörlerde %7 daralmaya neden olacağı, ülkede altı ay yetecek petrol doğal gaz enerji stokları nedeniyle, enerji kıtlığının özellikle yılın ikinci yarısında daha etkili olacağı tahmin edilmektedir. Japonya yönetiminin aldığı ekonomik önlemlerle, kayıpların telafi edilmesi beklenmektedir. Ülkenin Asya'daki ticari ortakları ve küresel büyüme üzerindeki etkilerinin %0,1 olması beklenmektedir. Japonya'da felaket öncesinde de petrol tüketiminin, 2010 hariç, azalma trendi gösterdiği ve verimlilik artışı ve nüfusunun yaşlanması nedeniyle %1,5 azalacağı tahmin edilmiştir (OPEC, 2011).

Birincil enerji tüketiminde fosil yakıtlar yaklaşık %80 oranıyla ilk sırada yer alırken, sonrasında sırasıyla yenilenebilir enerji %19 ve nükleer enerji %2,8 oranı ile yer almaktadır. Yenilebilir enerji kaynakları kendi içinde; elektrik enerjisi üretiminde kullanılan rüzgâr, güneş, biyokütle, jeotermal toplam oranı %0,7; ısıtma ve sıcak su için



kullanılan biyokütle, güneş jeotermal oranı %1,4; hidro elektrik üretimi %3,2 geleneksel biokütle oranı %13 olmuştur (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı [UNEP] 2011).

2009 yılında 11.164,3 milyon ton Tep olan enerji tüketiminde; enerji kaynaklarının büyüklüğüne göre dağılımına bakıldığında; petrol 3882,1; doğal gaz, 2653,1; kömür 3278,3; nükleer enerji 610,5 ve elektrik enerjisi 740,3 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir (OPEC, 2011).

## 2.1. ENERJİ KAYNAKLARI

İnsanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi için gerekli olan enerji kaynakları, dünyada eşit bir dağılım göstermemektedir. Fosil ya da, yenilenebilir enerji kaynaklarının rezerv, üretim ve ticareti, dünya siyasî ve ekonomik koşullarına ve ilişkilerine yön verecek kadar önemlidir. Bu nedenle öncelikle dünyadaki mevcut enerji kaynaklarının durumu ile ilgili verilerin gözden geçirilmesi yararlı olacaktır. Bu bölümde enerji kaynakları; birincil ve ikincil enerji kaynakları ve nükleer enerji olarak ele alınmıştır. Birincil enerji kaynakları ise kendi içinde, fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmıştır.

### 2.1.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları, enerjiyi doğrudan veya yakma işlemine tabi tutulmasıyla ortaya çıkaran ve insanlığın hizmetine sunan değerlerdir. Var olma sürecinin devamı için gerekli olan bu değerlerin sürekliliği enerji güvenliği problemini de beraberinde getirmektedir. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi enerji kaynakları rezervlerinin tükenmesi, “*mutlak kıtlık*” iken; var olan siyasî, sosyo-ekonomik veya teknik/teknolojik nedenlerle bunlara ulaşamama “*göreceli kıtlık*” olarak tanımlanmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük bölümünü ithalatla karşılayan, ülkeler göreceli enerji kıtlığı yaşayan ülkelerdir.

Fronde ve Schimith akademik çalışmalarda, kaynakların tükenmiş olması ihtimalinin bağlayıcı bir kısıt olarak görülmediğine vurgu yapmaktadır. Bu konuda yaptıkları ampirik çalışmalarında, gerek yenilenemeyen gerekse yenilenebilen enerji kaynaklarının arz risklerini, ithalat riskleri ve içerde üretilen diğer enerji kaynakları için var olan riskler olarak ikiye ayırmıştır. İhracatçı ülkenin petrol arzındaki rahatsızlığı, diğer fosil yakıtlarla ilgili yaşanan ekonomik, siyasî vb. diğer problemlerden kaynaklanabilir. Örneğin en önemli petrol ve gaz üreten ülke olarak İran, potansiyel

siyasî çatışmalar nedeniyle ciddi petrol ve gaz kesintileri yaşanmasına neden olmuştur (Frondele ve Schimidh, 2008:4).

### **2.1.1.1. Fosil Yakıtlar**

Fosil yakıtlar başlığı altında, dünyada, yoğun olarak tüketilen, petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtların ülke ve bölge düzeyinde rezerv durumu ve nihai enerji içindeki tüketim düzeyine yer verilecektir. Mevcut enerji durumu içinde, enerji sektörüne yön veren önemli olaylar kronolojik sırayla ve istatistik verilerle desteklenmiş bilgiler ve akademik çalışmalara dayanan yorumlarla birlikte verilecektir. Enerji kaynaklarının üretimi, arzı ve aynı zamanda talep ve tüketimini etkileyen potansiyel olaylar ve koşullar enerji arz güvenliği bağlamında ele alınacaktır.

#### **2.1.1.1.1. Petrol**

Dünya birincil enerji arzında fosil yakıtlar, özellikle petrol, kömür ve doğal gaz en önemli enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Petrol, yüzyıllar önce insanoğlu tarafından bulunmuş ve çeşitli amaçlarla kullanılmış bir enerji türü olarak hala kullanılan bir doğal kaynaktır. Ancak petrolün iktisadi alanda bir mal ve endüstri hâline gelmesi, 1859 yılında ABD Pennsylvania’da ilk modern ve ticari amaçlı petrol kuyusunun açılmasıyla başlamıştır. Bu tarihten sonra petrol, uluslararası rekabette sürekli olarak ülkelerin stratejilerinde öncelikli öneme sahip olmuştur. Dünya üzerinde küresel güç olma niteliğini oluşturan, “*enerji ve ham madde üstünlüğünü elinde bulundurma fikri*” ortaya çıkmıştır. Ülkeler, farklı projeler üreterek petrol kaynaklarına ulaşmak veya kaynak bakımından zengin olan ülke ya da bölgelerin kontrol altında tutulmasını hedef edinmiştir. 20. yüzyılda Batılı güçlerin Orta Doğu’daki ekonomik ve siyasî hâkimiyet mücadelesinin odak noktasını oluşturan petrol kaynaklarına ulaşmaya yönelik senaryolar kapsamında. Chester Projesi bir ilk olmuştur (Alkin ve Atman, 2006:2).

Enerji piyasasında fosil yakıt kaynaklarının rezerv durumu, bu kaynakların; üretimini, piyasa fiyatını ve tüketim düzeyini etkileyen en önemli verilerin başındadır. BP, 2008 yılında enerji fiyatlarının aşağı doğru seyreden baskısını açıklarken, kesinleşmiş/kanıtlanmış petrol, kömür ve doğalgaz rezervlerinin, daha on yıllarla ifade edilen zaman dilimlerinde dünyanın ihtiyacına yetecek miktarda olduğu belirtilmiştir. Aşağıda Tablo 2.1’de dünyada 2009 yılı itibariyle fosil yakıt rezervi ve tüketiminde öne

çıkan ülkeler ve ülke topluluklarının bilgileri yer almaktadır. Jeolojik hesaplamalarla kesin olarak kanıtlanmış ve var olan ekonomik ve işletme koşullarında gelecekte çıkarılacak olan petrol rezervleri, dünyada eşit bir şekilde dağılım göstermediği için, ülkeler ve bölgeler arası enerji arzının transferi enerji güvenliğinin temel belirleyicileri arasından sayılmaktadır (British Petroleum [BP] 2010:2).

**Tablo 2.1. Dünya Petrol Rezervi ve Tüketimi Oranları (2009)**

Ülke ve Bölgeler	Rezerv		Tüketim	
	1000 Milyon Tep	%	Milyon Tep	%
Suudi Arabistan	36,3	19,8	121,8	3,1
Venezüella	24,8	12,9	27,4	0,7
İran	18,9	10,3	83,6	2,2
Kuveyt	14,0	7,6	19,2	0,5
Rusya Federasyonu	10,2	5,6	124,9	3,2
Japonya	-	-	197,6	5,1
Çin	2,8	1,1	404,6	10,4
Hindistan	0,8	0,4	148,5,	3,8
AB	0,8	0,5	670,8	17,3
ABD	3,4	2,0	842,9	21,7
OECD	12,4	6,8	2072,7	53,4
OPEC	140,4	77,2	-	-
OPEC-dışı	24,6	13,6	-	-
Eski Sovyet Rusya	16,7	9,2	-	-
Dünya Toplamı	181,7		3882,1	

Kaynak: BP, 2010.

BP (2010) verilerine göre (Tablo 2.1), dünyada 2009 yılı kanıtlanmış petrol rezervi 181,7 milyon Tep olarak tespit edilmiştir. Suudi Arabistan dünya petrol rezervlerine sahip olma açısından %19,8 oranı ile birinci sıradadır. Toplam rezervlerin %56,6'sı Orta Doğu ülkeleri %77,2'i OPEC ülkelerinin elinden bulunmaktadır. Güney Amerika kıtası %14,9 rezerv ve %80 rezerv üretim oranıyla, petrol rezervlerinde önemli bir bölgedir. Bölgede Venezüella %24 rezerv oranıyla önemli bir üretici ülkedir. Dünya toplam petrol rezervlerin 2/3'ü Rusya ve Orta Doğu bölgesinde iken tüketimin %90'nı bu bölge dışındagerçekleşmektedir (IEA, 2010).

2008 yılında dünyada üretilen fosil yakıtlar, tüketimden daha fazla olmuştur. En fazla petrol rezervi ve üretimine sahip olan ülkeler grubu olarak OPEC, sanayileşmiş ülkeler arasında yer almadığı için ürettiğinin çok azını tüketmektedir. OPEC'in fosil yakıtlar üretim seviyesi aynı kalmasına rağmen, tüketimin düşmesi, dünya petrol arzını artırmıştır. 1982 yılından bu yana ilk defa küresel petrol üretimi, tüketimden daha hızlı

bir düşüşle %2,6 oranında azalmıştır. Küresel petrol tüketimindeki azalma, OECD ülkeleri enerji tüketiminde yaşanan %4,8 düşüşten kaynaklanmaktadır. OECD ülkeleri dışında, tüketimde 2001 yılından bu yana %2,1 oranı ile en düşük artış yaşanmıştır. OECD üyesi olmayan Çin, Hindistan ve OPEC ülkesi olmayan Orta Doğu ülkeleri, petrol tüketiminde artış yaşanan ülkelerdir (BP, 2010:9).

OECD ülkeleri, dünyada üretilen petrolün yarısından fazlasını tüketmektedir. Tablo 2.1’de görüldüğü gibi Japonya, dünya petrol tüketiminin %5’i ile en fazla enerji tüketen ülkelerden biri olarak dikkati çekerken %100 ithalat bağımlısı bir ülkedir. Dünya petrol piyasası OPEC gibi üretici ülkeler topluluğu ülkelerin sahip olduğu tekel fiyat gücü veya son dönemde Irak, Libya ve diğer Orta Doğu ihracatçı ülkelerinde yaşanan, siyasî-rejim sosyo-ekonomik sorunlar ve terörist olaylarla olumsuz etkilenmektedir. Uzun dönemde enerji arz güvenliği risklerini azaltmanın çözümü, bu ülkelere olan petrol ithalatı bağımlılığını azaltmaktır (Sadorsky, 2009:3; BP, 2010:9).

IEA verilerine göre; özellikle fosil yakıtlarda küresel enerji tüketimi sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> gaz emisyonunun %55’ne neden olan ülkeler de enerji tüketiminde en önde olan ABD, Çin, Rusya, Japonya ve Hindistan’dır. 2030 yılına kadar zararlı gaz emisyonunda bu ülkelerin sırasıyla Çin, ABD, Hindistan, Rusya ve Japonya olmak üzere toplamda payını %59’a çıkacağı tahmin edilmektedir (ABD Enerji Bilgi Ajansı [EIA] 2007).

Petrol fiyatları 2008 Temmuz ayında 149 \$’a kadar yükselmiş, ancak yıl sonunda %70 oranında gerilemiştir. Petrol fiyatları 150 yıllık tarihinde ilk defa 7 yıl sürekli artmıştır. (OME, 2008: 152). 2011 Mart ayı itibarıyla Brent fiyatları 119,79 \$ seviyesine kadar çıkmıştır. Artışta Kuzey Afrika ülkelerinde yaşanan olumsuz hava ve Libya’daki petrol arzının azalması olarak tahmin edilmektedir. Bölgedeki karışıklıkların devam etmesi durumunda fiyat yükselişlerinin devam edeceği ve küresel ekonomik toparlanmayı da olumsuz etkileyeceği tahmin edilmektedir (OPEC, 2011).

#### **2.1.1.1.2. Doğal Gaz**

Dünya genelinde toplamda 187,49 milyon m<sup>3</sup> doğal gaz rezervlerinde Rusya Federasyonu, %23,7 oranıyla liderdir (Tablo 2.2). Türkmenistan yaklaşık 8,10 trilyon metre<sup>3</sup> doğal gaz rezervi ile Rusya’nın ardından bölgesinde ikinci sırada yer almaktadır. Söz konusu doğal gaz rezervi havzaları dünya enerji arz güvenliğinin ana merkezlerini

oluşturmaktadır. Doğal gaz rezervinde İran (%15,8) ve Katar (13,5) önemli bir potansiyele sahiptir.

**Tablo 2.2. Dünya Doğal Gaz Rezerv, Üretim ve Tüketim Oranları (2009)**

Ülkeler/ Bölgeler	Rezerv		Üretim	Tüketim
	Trilyon m <sup>3</sup>	%	%	%
Rusya Federasyonu	44,38	23,7	17,6	13,2
İran	29,61	15,8	4,4	4,5
Katar	25,37	13,5	3,0	0,5
Türkmenistan	8,10	4,3	1,2	0,6
Suudi Arabistan	7,92	4,2	2,6	2,6
Japonya	-	-	-	3,0
Çin	2,46	1,3	-	3,0
Hindistan	1,12	0,6	-	1,8
AB	2,42	1,3	5,7	15,6
ABD	6,93	3,7	20,1	22,2
OECD	16,18	8,6	37,9	49,1
Gelişen Ekonomiler			38,9	32,0
Eski Sovyet Rusya	58,53	31,2	23,2	19,0
Dünya Toplamı	187,49	-	-	-

Kaynak: BP, 2010.

Rusya doğal gaz rezervleri açısından birinci sırada yer almasına karşın doğalgaz üretiminde ABD'nin ardından ikinci sırada yer almaktadır. Bu durum Rusya'nın rezerv/üretim ilişkisini oldukça doğru bir şekilde kurduğunu göstermektedir. ABD rezervi az olmasına karşın üretimini yüksek bir seviyede olan ABD, teknolojik yenilenmeyle elde edilen uygun maliyetli alışılmadık doğal gaz ile en büyük doğal gaz arzını, gerçekleştirmiştir. Tablo 2.2'de görüldüğü gibi İran, rezerv konumu zengin olmasına karşın üretimini %4 gibi düşük bir seviyededir.

Avrasya bölgesinde Rusya ve Türkmenistan dışında en zengin doğal gaz kaynakları sırasıyla; Sovyetlerin yıkılmasıyla bağımsızlıklarına kavuşan Türk Cumhuriyetleri, Azerbaycan, Kazakistan, Özbekistan'da bulunmaktadır. Bölgedeki ispatlanmış gaz rezervleri toplamı 67,5 trilyon m<sup>3</sup> civarındadır. Dünya doğal gaz rezervlerinin yarından fazlası, Rusya, İran ve Katar'da bulunmaktadır. Doğal gazda son on yılda en büyük rezerv artışı, Türkmenistan rezervlerinde olmuştur (OPEC, 2010).

BP 2010 verilerine göre, dünyada toplamda 187,49 trilyon m<sup>3</sup> olan kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin ise %41'i Ortadoğu'da, %34'u ise Avrupa ve Avrasya'da bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi, 8 trilyon metre<sup>3</sup> kanıtlanmış doğal gaz rezervi ile

dünya rezervlerinin %4,6'sına sahiptir. Akdeniz Bölgesinde Cezayir, %56, Mısır %20 ve Libya %18 ile bu toplamın %94'nü oluşturmaktadır (OME, 2008: 151; BP, 2010).

Doğal gazda en büyük tüketici ülkeler ABD (%22) ve Rusya'dır (%13). 2008 yılı fosil yakıt arzı özellikle tüketici ülkeler açısından, sancılı bir yıl olmuştur. Petrol fiyatları 2008 Temmuz ayında 149 \$'a kadar yükselmiş, ancak yıl sonunda %70 oranında tekrar gerilemiştir. Petrol fiyatları 150 yıllık tarihinde ilk defa 7 yıl sürekli artmıştır (OME, 2008: 152).

2008 yılı boyunca ortalama birincil enerji fiyatlarındaki artış; birincil enerji tüketiminde olduğu gibi fosil yakıt tüketiminde de yavaşlamaya neden olmuştur. Doğal gaz ve kömürde de benzer bir senaryo yaşanmıştır. Enerji tüketiminde net artış, başta küresel büyümenin 1/3'ni gerçekleştiren Çin olmak üzere, hızla endüstrileşen OECD üyesi olmayan ekonomilerden gelmiştir. İlk defa OECD üyesi ülkelerinin OECD üyesi olmayan ülkelerin tüketiminden az enerji tüketmelerinin bir nedeni enerji verimliliğindeki artışken, bir diğeri, petrol ve kömürün dünya tüketimindeki payının, özellikle gelişmiş ülkelerde küresel ısınma ve çevre duyarlılığı ile azalmasından kaynaklanmaktadır. Ediger (2008:59), geçtiğimiz yüzyılı petrol çağı; günümüzü, doğalgaz çağı olarak tanımlanmaktadır.

Küresel doğal gaz tüketimi rekor bir düşüşle %2,1 oranında azalmıştır. Küresel doğal gaz üretimi Eski Sovyetler Birliği, Orta Doğu ve Asya Pasifik dışında azalmıştır. Rusya'da %6 ile en büyük düşüş yaşanmıştır. 1982 yılından bu yana OECD ülkelerinde %3,1 gibi rekor bir düşüş yaşanmıştır. ABD için doğal gazın göreceli fiyat avantajı, ülkede enerji tüketiminde %1,5 gibi nispeten daha az düşüş yaşanmasına neden olmuştur (BP, 2010).

2009 yılında doğal gaz tüketiminde en büyük artış oranı olarak %25,9 ile Hindistan'da ve hacim olarak en büyük artış İran'da yaşanmıştır. Akdeniz Bölgesinde doğal gaz talebi son 15 yıl içinde ikiye katlanarak yıllık %5,2 artarak 1990 yılından 2005 yılına kadar 245 milyon Tep veya 285 metre<sup>3</sup> ulaşmıştır. 2005-2030 yılları arasında talebin ortalama %2,3 artış göstereceği tahmin edilmektedir. En büyük üretici olan Rusya'da (-%12,1) ve Türkmenistan'da (%-44,8) üretim düşüşleri, Rusya ve Avrupa'daki tüketim düşüşleri, daha makul fiyatlarla arz edilen LNG tüketiminin artmasından kaynaklanmıştır. ABD Tablo 2.2'de görüldüğü gibi konvesiyonel olmayan kaynaklarla üretimini rekor seviyede artırarak (%20,1) son üç yıldır doğal gaz

üretiminde lider olan Rusya'yı (%17,6) geçmiştir. 2009 yılında İran, Katar gibi ülkeler Orta Doğu ve Çin, Hindistan gibi ülkeler de Asya-Pasifik bölgesinde üretim artışları yaşanmasını sağlamıştır (BP,2010).

Doğal gaz ticaretinin  $\frac{3}{4}$ 'ü boru hatlarıyla yapılmaktadır, ancak coğrafi konumu nedeniyle özellikle Japonya, Çin gibi ülkelerde LNG ticareti önemli bir yer tutmaktadır. 2009 yılı dünyada boru hatlarıyla yapılan doğal gaz ticareti %5,8 azalmasına karşın, Katar ve Rusya başta olmak üzere LNG ticareti %7,6 artmıştır. Doğal gaz tüketiminin yaklaşık yarısı OECD ülkelerinde ve önemli bir bölümü ise, yeni gelişmekte olan ülkelere (OPEC, 2010).

İki önemli enerji kaynağı olarak petrol ve doğal gazın dağılımındaki coğrafi dengesizliğin yanında, bu kaynakların kullanımı konusunda da ülkeler açısından büyük farklılıklar bulunmaktadır. ABD, tek başına dünya birincil enerji tüketiminin %23'ünü kullanırken, dünyada 1,6 milyar insan henüz elektrikle tanışmamıştır. Dünyada 2,4 milyar insan, ısınma ve pişirme amacıyla hala bitki ve hayvan atıklarını kullanmaktadır (OME, 2008:153).

#### **2.1.1.1.3. Kömür**

Kömür, 18. yüzyıl sanayi devrimi ve buhar gücünün ulaşım ve sanayide kullanılmaya başlanması ile başlıca tüketim maddesi olmuş; buna paralel olarak dünya nüfusunun artması ile artan elektrik ihtiyacının karşılanması ve ısınmadaki rolü ile önemini giderek artırmıştır. 20. yüzyıl başlarına kadar enerji üretiminde kömür başlıca hammadde iken, petrol tüketiminin hızla artması sonucu, 1960'lı yıllardan itibaren dünya enerji tüketiminin büyük bölümü petrole dayalı hale gelmiştir. Ancak 1973 ve 1979 yıllarında yaşanan dünya petrol krizleri nedeniyle petrol rezervleri kısıtlı olan ülkeler petrole olan bağımlılıklarını azaltmak amacıyla, hem rezerv açısından yeterli ve yaygın olan kömürün üretimini artırmaya, hem de yeni enerji kaynaklarının araştırılıp geliştirilmesine büyük önem vermişlerdir.

Küresel kömür rezervleri diğer fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında nispeten daha homojen bir dağılım göstermektedir. Dünyada 826.001 milyon ton toplam kömür rezervlerinin, %28,9'u ABD (238.308), %19'u Rusya Federasyonu (157.010) %13,9'u Çin'de (114.500) ve %9,2 Avustralya'da (76.200) bulunmaktadır. OECD ülkeleri 352.095 milyon ton ile toplam rezervlerin %42,6'sına sahiptir (BP Review 2010).

**Tablo 2.3. Dünya Kömür Rezerv, Üretim ve Tüketim Oranları (2009)**

Ülkeler/ Bölgeler	Rezerv		Üretim	Tüketim
	Milyon ton	%	%	%
ABD	238.308	28,9	15,8	15,2
Rusya Federasyonu	157.010	19,0	4,1	2,5
Çin	114.500	13,9	45,6	46,9
Avustralya	76.200	9,2	6,7	1,6
Hindistan	58.600	7,1	6,2	7,5
Ukrayna	33.873	4,1	1,1	1,1
Güney Afrika	30.408	3,7	4,1	3,0
Endonezya	4.328	0,5	4,6	0,9
AB	29.570	3,6	4,6	8,0
OECD	352.095	42,6	28,7	31,6
Gelişen Ekonomiler	247.911	30	64,5	63,7
Eski Sovyet Rusya	225.995	27,4	6,8	4,7
Dünya Toplamı	826.001	-	-	-

Kaynak: BP, 2010.

2000 yılından bu yana, dünya kömür üretiminde gerçekleşen artış oranı, yaklaşık %35 olmuştur. Çin, dünya kömür üretiminin %38,4'ünü tek başına gerçekleştirmiştir. Küresel kömür üretiminin giderek daha büyük bölümünün daha az sayıda ülkenin elinde toplanmaya başladığı gözlenmektedir. Dünya üretiminin (Tablo 2.3) yaklaşık %79'unu Çin, ABD, Hindistan, Avustralya, Rusya ve Güney Afrika gerçekleştirmektedir. Asya-Pasifik bölgesi kömür üretiminin %57 ile en büyük kısmını; Avrupa-Avrasya bölgesi %20 ve Kuzey Amerika ise %18'ni gerçekleştirmektedir. Dünya linyit üretiminin ise %75'i sadece Almanya, Rusya, ABD, Yunanistan, Avustralya, Türkiye, Polonya, Çek Cumhuriyeti ve Kanada gibi 9 ülke tarafından üretilmektedir (Türkiye Kömür İşletmeleri [TKİ] 2009).

Dünya genel enerji tüketiminde kömürün payı 1970 yılında %32 iken yıllar itibarıyla azalan bir eğilim göstererek 2000 yılı sonunda %25'e düşmüştür. Fosil yakıt rezervlerinin tükenir kaynaklar oluşu, çevreye vermiş oldukları telâfisi mümkün olmayan zararlar ve küresel ısınma problemleri, 1979 yılındaki ikinci petrol kriziyle birlikte yoğun olarak kullanılmaya başlayan nükleer enerjinin yeniden gündeme gelmesini sağlamıştır. Enerji krizinin çözülebilmesi için tüm dünyada hidroelektrik, rüzgâr, jeotermal, güneş, dalga, gel-git, biyoenerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları ve hidrojen enerjisi, yakıt pilleri gibi yeni enerji kaynaklarının kullanımına öncelik verilmektedir (Sabah vd. 2002:38).



Kömür, termik santrallerde elektrik üretmek üzere enerji sektöründe, sanayi sektöründe ve ısınma amaçlı olarak konutlarda ve taşkömüründen elde edilen kok kömürü demir-çelik sanayi (metalurji) sektöründe kullanılmaktadır. Kömür, Dünya ölçeğinde kullanımı en fazla artan birincil enerji kaynağı olma özelliğini 2008 yılında da korumuştur.

Elektrik enerji üretiminde verimliliğinin artırılması, fosil yakıt bağımlılığının azaltılması, iklim değişikliği ile mücadele ve enerji arz güvenliğinin artırılması için önemli bir araçtır. Kömür üretimindeki artış, çok büyük kısmı Çin olmak üzere Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebinden kaynaklanmaktadır. Kömür tüketimindeki artışın, gelişmiş ülkelere göre gelişmekte olan ülkelerde daha fazla oluşunun nedenleri; bu ülkelerdeki yüksek ekonomik büyüme oranları, artan elektrifikasyon ve başta Avrupa Birliği olmak üzere gelişmiş ülkelerin elektrik üretiminde, CO2 emisyonunu azaltmak için doğalgazı tercih etmeleridir (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı/Uluslararası Enerji Ajansı[OECD/IEA] 2008).

2009 yılında küresel kömür tüketimi, küresel resesyon ve doğal gaz fiyatlarına göre fiyat avantajı ile, OECD ülkelerinde -%10; Eski Sovyetler Birliği ülkelerinde -%13 azalmayla fazla değişmemiştir. Asya Pasifik ve Orta Doğu bölgelerinde kömür tüketiminde, %7 artış yaşanmıştır. Asya Pasifik bölgesel tüketim artışının %95'i Çin'de gerçekleşmiştir (BP, 2010).

Dünyada elektrik üretiminde kullanılan en yaygın yakıt olan kömürün tercih edilmesinin nedenleri; petrol ve doğal gaz rezervlerinin belirli bölgelerde toplanmış olması ve yüksek fiyat değişkenlik derecesi, nükleer kaynakların atık sorunu ve kamuoyu tepkisi, yeni ve yenilenebilir kaynakların yüksek maliyetli olması sayılmaktadır. Bugün elektrik üretiminde kömürün payı, iklim değişikliği endişeleri ile azalmakta ve yerini daha temiz ve ucuz yakıt olan doğal gaza kaptırmaktadır. Buna karşın, kömürün, elektrik üretiminde en yüksek oranda kullanılan yakıt olma niteliğinin 2030 yılına kadar değişmeyeceği öngörülmektedir.

Fosil yakıt tüketiminin %32'si küresel elektrik enerji üretiminde kullanılmakta ve enerji tüketiminin neden olduğu toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun %44'nü oluşturmaktadır. Dünya elektrik üretiminde fosil yakıt dağılımına bakıldığında, %63'ü kömür, %29'u doğal gaz ve %9'u petrolden sağlanmaktadır. Fosil yakıtle elektrik üretimi OECD ortalamasına bakıldığında %61, OECD üyesi olmayan ülkelerde %72 gibi daha yüksek

bir orana çıkmaktadır. Elektrik üretiminde fosil yakıt oranı Polonya %98, Güney Afrika %94, Lüksemburg %93, Avustralya %93, İrlanda %93, Yunanistan %89, Hollanda %89, Portekiz %84, İtalya %83, Çin %82 ve Hindistan %80 ile çok yüksek oranlarla dünya ortalamasının üzerine çıkan ülkelerdir. ABD ve Çin fosil yakıt kullanarak elektrik enerjisi üreten ülkeler arasında toplam dünya üretiminin %44'ü ile en büyük orana sahip ülkelerdir. Bu ülkeleri dünya toplamının %20'si ile Rusya, Japonya, Hindistan, Almanya ve İngiltere izlemektedir (OECD/IEA, 2008).

### 2.2.1.2. Yenilenebilir Enerji kaynakları

Bu bölümde, fosil yakıtların alternatifini oluşturan ve enerji tüketiminde dışa bağımlılığı azaltarak, arz güvenliğini artıran, yenilenebilir enerji kaynaklarının dünyadaki potansiyeli, üretimi ve tüketimine yer verilecektir. Daha öncesinde, tezin Giriş bölümünde kısaca tanımlanan yenilenebilir enerji kaynaklarının alternatif enerji olarak ortaya çıkmasına neden olan koşullara kısaca değinmek yerinde olacaktır.

Dünyada 1960'larda bol ve ucuz enerji, teknolojik devrimin gerçekleşmesine yardımcı olurken ekonomilerin enerji kaynaklarına bağımlılıklarını da artırmıştır. 1970'li yıllardaki petrol krizleriyle artan fiyatlar ve enerji iletim maliyetleri; endüstrileşmiş ülkelerin, enerji politikalarını, "*ekonominin enerji ile olan ilişkisinin en aza indirilmesi yönünde geliştirerek değiştirmelerine*" neden olmuştur. Pahalı bir üretim girdisi olan enerjide, arz güvenliği endişeleri, kısa vadede enerjinin rasyonel kullanımı ve tasarrufunu, enerji yoğunluğunu azaltıcı tedbirleri ön plana çıkarmıştır. Uzun vadede enerji arzı güvenliğini sağlamak için kaynak çeşitlendirilmesi ve çevresel endişeler nedeniyle de fosil yakıtlara göre çevreye daha az zarar veren hidrolik, rüzgar gücü, güneş enerjisi, biyokütle vb. yenilenebilir enerji alternatifleri önem kazanmaya başlamıştır. 1970'li yıllarda ilk petrol şoku ile başlayan bu tür çalışmalar, sonraki yıllarda ham petrol fiyatı gerileyince rafa kaldırılmıştır (Yenilenebilir Enerji Politikaları Ağı [REN21] 2010).

Petrol fiyatlarının son yıllarda 120-140 \$ gibi yüksek fiyat aralığında dalgalanması, alternatif yakıt türlerine yönelik yatırım ve araştırma-geliştirme çalışmalarını hızlandırmıştır. Hükümetler ve hatta özel petrol şirketlerinin yeni ve yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yönelen ilgisinin aşağıdaki nedenlerle kalıcı olacağı tahmin edilmektedir (Krewitt vd., 2009:6);

- Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin sürekli artan enerji talebi,
- Petrol üretiminde Shell, Exxon, British Petrol ve Chevron gibi çok uluslu şirketlerin payının azalması; buna karşın petrol zengini ülkelerin pazarı denetleme ve fiyat kontrol gücünün gerilemesini sağlayan ulusal petrol şirketlerinin payının artması,
- Küresel ısınmanın kaynağı olarak görülen fosil yakıtlarına soğuk bakılması,
- Sürdürülebilirlik açısından mevcut, yeni bulunan petrol rezervlerinin en fazla 40 yıl sonra tükenebileceği yönündeki tahminler.

Dünyada toplamda 6 trilyon dolarlık bir iş hacmi olduğu tahmin edilen enerji sektörünün, bu devasa büyüklüğü içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı hâlâ %2 gibi küçük bir orandadır. Bu durumun en önemli nedeni, birincil enerji üretimi yani elektrik enerjisi üretiminde rüzgâr ve güneş enerji santrallerinin kuruluş maliyetlerinin, kömürle çalışanlardan daha yüksek olması ve bu alanda yapılan yatırımların önünü tıkaması olarak görülmektedir. İleri teknoloji ile çalışacak yeni tip santrallerde teknik sorunların çözülmesi ve darboğazların giderilmesi için zamana ihtiyaç duyulduğu kaydedilmektedir. Çevre ve güvenlik standartlarının dikkate alınması zorunluluğu, yeni enerji kaynaklarının maliyetlerinin düşürülmesini zorlaştırmaktadır.

Wonglimpiyarat'a göre (2009:5) çözüm; hükümetlerin petrol krizlerini aşmak için enerji arzı güvenliğini ulusal boyutta ele alarak bir strateji geliştirmesi ve bu bağlamda enerji politikalarında yenilenebilir alternatif kaynaklarının geliştirilmesine yer vererek destek vermesinde yatmaktadır. Liberalleşme ve enerji piyasalarının uluslararası boyut kazanması ve serbest ticaretin promosyonu hem enerji talep eden sanayileşmiş ülkelerin ve hem de enerji üreten ülkeler ve ülke topluluklarını enerji hammaddesinin stratejik bir mal olarak görmelerini sağlamıştır, AB, ABD ve Japonya gibi ülkeler, 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizlerinden sonra 1990'lı yıllara gelindiğinde enerji arzında yaşanabilecek kesintilere karşı strateji geliştirmeye başlamışlardır.

Apergis ve Payne, (2009:4) "yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki tek yönlü ilişki"yi araştıran çalışmasında; hükümetlerin yenilenebilir enerji üretiminde, altyapı ve tesis kurulmasına yönelik vergi indirimi desteğinin, yenilenebilir enerji talebini, tüketimini artırdığı ve tüketimin armasıyla ekonomik büyümenin de olumlu yönde etkilendiği sonucuna varmıştır. Çalışmada yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasının büyüme üzerindeki olumlu etkisi yanında; ülkelerin ithal enerji

bağımlılığının, uluslararası pazarda dalgalanan petrol ve doğal gaz fiyatlarının ve uzun vadede karbon emisyonunun çevresel zararlarının azaltması gibi dolaylı faydalarına vurgu yapılmaktadır. Bu sorunlara rağmen girişimciler mevcut enerji kaynaklarındaki son dönem fiyat artışlarının kalıcı olacağını düşündüklerinden alternatif enerji kaynaklarına yaptıkları yatırımlar artmaktadır. Bunun yanında yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yaygın kullanımı için gerekli yatırımların büyüklüğü ve santral inşasının zaman alması nedeniyle normal hayattaki 5 yıllık süre, enerji alanındaki 1 yıla eşdeğer görülmektedir. Bu nedenle alternatif enerji yatırımlarının geliştirilmesi için 10 yıl ile 20 yıl arasında bir süre gerektiği vurgulanmaktadır.

Dünyada çevre duyarlılığı arttıkça, rüzgâr, güneş, jeo-termal, dalga ve biyoenerjide yenilenebilir enerji potansiyelleri ise artmaya devam etmektedir. Küresel alanda enerji sektöründe yaşanan sorunlar, ülkelerin yenilenebilir enerjiye yönelmelerine neden olmuştur. Enerji talebinin artması ve enerji güvenliği endişeleri, iklim değişikliği, çevre kirliliği ve toplumsal sağlık endişeleri ve enerji yoksulluğunun neden olduğu sorunlar, yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmıştır (REN21, 2010).

Yenilenebilir enerji, gelişmekte olan birçok ülkenin, fosil yakıtlara karşı bağımlılığından kurtulmasında ve dünya piyasasında fiyat dalgalanmalarının neden olduğu baskıya karşı bir alternatif oluşturmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, yenilenebilir enerji yatırımlarının CO<sub>2</sub> ticareti tarifeleriyle garanti edileceği ve finansmanının, IPCC 4. Değerlendirme Raporunda da belirtildiği gibi CO<sub>2</sub> emisyonu ticareti ile karşılanması tavsiye edilmektedir, OECD, ülkeleri Çin ve geçiş ekonomileri, CO<sub>2</sub> emisyonlarını fazlasıyla kullanmaktadır, Afrika, Latin Amerika ve diğer gelişmekte olan ülkeler, CO<sub>2</sub> emisyonu ticaretinde en fazla fayda sağlayacak ülkeler arasında sayılmaktadır (Krewitt vd., 2009:6).

Birleşmiş Milletler Çevre Programı raporuna göre: yeşil ekonomiye geçmek için 2050 yılına kadar küresel ekonomilerde, ana sektörlerde yapılacak yıllık %2 yatırım artışı yeterli olacaktır. Düşük karbon ve kaynakların verimli tüketimi, yenilenebilir enerji ekonomisine geçiş için gereklidir. Yeşil dönüşüm için tarım, konut, enerji, balıkçılık, orman, üretim, turizm, ulaşım, su kaynakları ve atık yönetimi gibi ana sektörlerde yapılacak yatırımların, ulusal ve uluslararası reform politikalarıyla desteklenmesi gerekmektedir (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP] 2011).

Enerji talebindeki artışla birlikte yaşanan fiyat artışları özellikle gelişmekte olan ülkelerde, enerjide güvenilirlik ve ulusal kaynakların elde edilebilirliği konularını gündeme getirmiştir. Enerji tedarikinde ithalat bağımlılığını azaltmak isteyen ülkeleri, yerel bölgesel ve küresel bazlı risklerden korunmak için yenilenebilir enerjiye yönelmişlerdir, 2002 yılında petrol fiyatlarında yaşanan artışlar, ihracat gelirlerinin %45’ni petrol ithalatına harcayan Hindistan ve diğer Afrika ülkeleri açısından enerji güvenliğini tehlikeye sokan önemli bir tehdit olmuştur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, artan petrol fiyatları, ödemeler dengesi üzerindeki baskısını artırmış, yükselen petrol fiyatlarını tazmin etmek isteyen ülkeler, bütçeye oldukça ağır bir yük getiren sübvansiyonları artırmışlardır. Diğer yandan, yenilenebilir enerjide gelişen teknoloji, enerji arz güvenliği endişesi taşıyan ve petrol ithal eden ülkelere, enerji kaynağı çeşitlendirmesi fırsatını vermiştir. Enerji arzında fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye yönelen ülkeler, enerji verimliliği artışı ile birlikte zararlı gazların emisyonlarını azaltma hedeflerine de ulaşmış olacaktadırlar (REN21, 2010).

Son on yılda yenilenebilir enerji yatırımlarında yıllık %33 artış yaşanmıştır. Söz konusu artışta, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde teknoloji ve proje geliştirme için sermayeye kolayca ulaşabilme ve sermaye yatırımları faizlerinin düşmesi etkili olmuştur. Ayrıca, yeni teknolojilerle yenilenebilir enerji üretiminde maliyetlerin düşmesi, yükselen petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji yatırımlarına ilgiyi artırması ve yenilenebilir enerji yatırımlarına destek veren yasal düzenlemelerin artması önemli birer gelişmedir. 2002-2009 yılları arasında, 100 ülkeden 40’ı enerji politikalarında yenilenebilir enerjiyi destekleyen düzenlemeler yapmıştır (UNEP, 2011).

Dünyanın büyük ekonomilerinin “yeşil uyarı” çabalarına ve Avrupa, Asya ve Güney Afrika’daki kalkınma bankalarının artan yatırımlarına rağmen ticarî olmayan kullanım ölçeğinde yenilenebilir enerji yatırımları 2008-2009 yıllarında %6 oranında azalmıştır. 2009 yılında yenilenebilir enerji yatırımlarında, küçük hidroelektrik santralleri de dahil, Almanya ve Çin her biri 25-30 milyar \$ büyüklüğü ile öncü ülkelerdir. Yine Avrupa’da İtalya ve İspanya her biri 4-5 milyar \$ yenilenebilir enerji yatırımı ile öne çıkan ülkelerdir. Akdeniz havzasında yer alan ülkelerin yenilenebilir enerji arzında (dünyadaki yenilenebilir enerjinin %7’si) önemli bir artış olmasına karşın; yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji arzındaki payı hala sınırlı kalmaktadır (OME, 2008:223; REN21,2010).

Enerji senaryoları, dünyanın enerji geleceği için enerji verimliliğini artıran tedbirlerin ve yenilenebilir enerjide öncü rol oynayacağını ve bu yüzyılın ortalarına kadar yenilenebilir enerjinin dünya enerji ihtiyacının yarısını karşılayacağını tahmin etmektedir. Dünyada enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılacak yatırımların, ekonomik büyüme ve istihdam yaratarak yaşanan ekonomik durgunluğun da önünü açacağı ve küresel enerji fiyatlarını düşüreceği ve özellikle gelişmekte olan bölgelerdeki yaşam kalitesini artıracığı mesajı verilmektedir. Enerji arz güvenliğinde önemli bir yeri olan sürdürülebilirlik açısından, yenilenebilir enerji yatırımları finansmanının, 2008-2010 arasında %30 artışla, 243 milyar ABD \$'nı yakalayarak rekor kırması, gelecekte enerji piyasalarının yönünü göstermektedir (UNEP, 2011).

**Tablo 2.4. Dünya Yenilenebilir Enerji Kapasitesi**

<b>Enerji Kaynakları</b>	<b>2009 Yılı Kapasite Artışı</b>	<b>2009 Toplam Kapasite</b>
<b><i>Elektrik Enerjisi Üretimi (GW)</i></b>		
Rüzgâr	38	159
Güneş PV (ağ şebekesi)	7	21
Güneş Isıtma	0,2	0,6
Jeotermal	0,4	11
Dalga Enerjisi	0	0,3
Hidroelektrik Santralleri $\leq 10$ MW dahil	2 – 4	60
Bütün HES'ler dâhil	31	980
<b><i>Su/alan Isıtma (GWsaat)</i></b>		
Biyokütle	-	270
Güneş (termal)	3 – 5	18
Jeotermal	-	60
<b><i>Ulaşım Yakıtları (yıllık/milyar litre)</i></b>		
Etenol Üretimi	9	76
Biodizel Üretimi	5	17

Kaynak: REN21, 2010.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından orta vadede gelişme potansiyeli taşıyanlar; rüzgâr enerjisi, fotovoltaikler ve yakıt hücreleri başta olmak üzere, farklı formlarıyla güneş enerjisi olarak görülmektedir. Güneş pili ya da güneş hücresi olarak da ifade edilen fotovoltaik (PV) dönüşümle güneş enerjisinden, ses, koku-gaz, ışık veya başka bir yayılım oluşturmadan doğrudan elektrik üreten temiz bir sistemdir (Karadağ vd. 2009: 32). Yenilenebilir enerji kaynakları, tüm dünyada hükümet destekleri ile hızla artmakla birlikte, dünya enerji tüketimindeki payı hala çok düşük seviyelerdedir (BP, 2009:5).

Yenilenebilir enerji, 2008 yılı küresel nihai enerji tüketiminin %19'nu oluşturmaktadır. Geleneksel biyokütle ve büyük ölçekli hidroelektrik santralleri ve yeni yenilenebilirler olarak ifade edilen küçük ölçekli HES'ler, modern biyokütle, rüzgar, güneş, jeotermal ve biyoyakıtlar alternatif enerji kaynakları olarak önemini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji, geleneksel yakıtların yerini alarak elektrik üretimi, su ve alan ısıtması, ulaşımda araç yakıtı olarak ve ana şebekeden uzak olan kırsalda enerji hizmetleri için kullanılmaktadır. Dünyada, yenilenebilir enerji kapasitesi son yıllarda önemli bir artış yaşamıştır. 2009 yılı sonu toplam kapasite artışı Tablo 2.4'de verilmiştir. 2009 yılında yaşanan kapasite artışlarında biyokütle, etanol üretimi, jeotermal, rüzgâr ve hidroelektrik santralleri dikkati çekmektedir (REN21, 2010).

#### **2.2.1.2.1. Hidroelektrik**

Dünya hidroelektrik üretim kapasitesi yaşanan küresel krize rağmen 2008 yılında 159 GW artmış, 2009 yılında kurulu kapasite %40 artışla 980 GW'a yükselmiştir. Dünya elektrik üretiminin %15'ni karşılayan hidroelektrik enerji üretiminin son on yılda ortalama yıllık %2,8 oranında arttığı gözlenmiştir. Son üç yılda yapılan artışla, kümülatif kapasite iki katına çıkmıştır (UNEP, 2011).

Çin, son beş yılda kurulu kapasitesini ikiye katlamış ve 2009 yılında kümülatif kapasitesi, 197 GW'a ulaşmıştır. Çin dışında hidroelektrik üretiminde, 2009 yılında ABD, 81 GW; 2010 yılında Brezilya 76 GW; 2008 yılında Kanada 74 GW kapasite ve 2010 yılında yapımı devam eden 4 GW ile dünya sıralamasında ön sıralardadır. Birçok gelişmekte olan ülkede elektrik üretiminde küçük ve büyük ölçekli hidroelektrik enerjisi üreten tesisler yapılmaktadır (REN21, 2011).

2009 yılında Avrupa'da hidroelektrik kapasitesinde toplamda 1,1 GW (1100 MW) kapasite artışı yaşanmıştır. Gelişmekte olan ülkeler özellikle kırsal kesimlerde elektrifikasyon oranını artırmak için hidroelektrik santrallerini tercih etmektedir. 2011 yılı için hidroelektrik enerji üretiminde, Brezilya, Türkiye, Rusya, Çin, Malezya, Hindistan ve Vietnam gibi ülkelerde önemli artış yaşanması beklenmektedir. Hindistan 2010 yılı itibarıyla toplam kapasitesini 37 GW'a yükseltmiştir, Brezilya 8,8 GW kapasite ile üretime devam etmektedir. Hidroelektrik santrallerinin gelişmekte olan ülkelerde daha fazla artması beklenmektedir. ABD ve Kanada yeni teşvik politikaları ile sektörde önemli atılımlar yapmaktadır. ABD yeni politikalarla sektörde 10 GW artış

planlarken, endüstriyel çevreler 2011 yılı için 60 GW yeni kapasite artışı planlamaktadır (UNEP, 2011).

OECD ülkelerinin hidrolik potansiyellerinin büyük oranda kullanıma girmiş olması nedeniyle hidroelektrik üretimi ve kapasite artışında düşüş beklenmektedir. Öte yandan, büyük hidroelektrik santrallerinin yapımına karşı sosyal ve çevresel itirazlar da devam etmektedir. Diğer yenilenebilir kaynakların, maliyet açısından ve nitelikleri itibarıyla, alternatifleriyle rekabeti devam etmektedir (Karadağ vd.2009:25).

#### **2.2.1.2.2. Rüzgâr**

Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içinde tarihi en eski enerji kaynağı olarak, M.Ö. 17. yy. Mezopotamya'da sulama amacıyla, aynı dönemde Çin'de de kullanıldığı belirlenmiştir. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üreten sistemler ise 20.yüzyılın başlarında tesis edilmeye başlanmıştır. 1961 yılında Roma'da Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen "Enerjinin Yeni Kaynakları Konferansında" ele alınan üç kaynaktan birisi rüzgâr enerjisidir. Eskiden beri bilinen rüzgâr enerjisi, teknolojik gelişmelerle yeni ve yenilenebilir kaynaklar arasına sokulmuştur, Özellikle 1970'li yıllarda dünyayı etkileyen enerji krizi, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi gibi alternatif enerji kaynağı çalışmaları ve kullanımına hız verilmesine neden olmuştur (Atlas, 1998: 61).

Rüzgâr enerjisinin gelişimine, 1980'li yıllarda Uluslararası Enerji Ajansı eşgüdümünde yürütülen Ar&Ge çalışmalarının büyük etkisi olmuştur. Eski tip rüzgâr jeneratörleri yerini, modern ve çağdaş Rüzgâr Enerjisi Çevrim Sistemlerine (WECS) bırakmıştır. Rüzgâr türbinleri yeni teknolojiyle beraber, dizel motor ve güneş (fotovoltaik) jeneratörü içeren rüzgâr-dizel-PV hibrid sistemlerle donatılmaya başlanmıştır. Dünyada rüzgâr santrallerinin kurulu gücü hızlı bir artış göstermektedir. 1990 yılında dünyanın kurulu gücü 2160 MW iken 2000 yılında 18449 MW'a çıkmıştır, 1995-2001 yılları arasında rüzgâr türbini satışlarında yıllık %40'lık bir büyüme gerçekleşmiştir. Rüzgâr enerjisinden elde edilen elektrik gücü bu ülkelerin enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir yere sahiptir (BP, 2009:5)

Küresel piyasada yenilenebilir enerjide, rüzgâr üretim kapasitesinde %29,9 oranı ile son on yılda önemli bir artış yaşanmıştır. Dünya rüzgâr enerjisinin toplam kurulu gücünün yaklaşık %74'ü Avrupa kıtasında, %15'i Amerika kıtasında, %9'u Asya kıtasında ve kalanı da diğer kıtalarda bulunmaktadır. Almanya, dünyada en büyük



rüzgâr gücü kapasitesine sahip bir ülke olmasına karşın, en büyük kapasite artışı %49 oranında ABD rüzgâr enerjisi kapasitesinde gerçekleşmiştir. İngiltere, kapasitesini %36 büyütürken kurulu gücünü 3,3 GW çıkarmıştır (REN21,2010).

ABD, Danimarka, Hollanda, Almanya, Kanada, Hindistan ve Çin başta olmak üzere rüzgâr enerjisini kullanan bu ülkelerin ortak özelliği, hemen hemen hepsinin gelişmiş teknolojiye sahip olmalarıdır. Asya'da yenilenebilir enerjiye önem veren Hindistan, Çin ve Japonya gibi ülkeler rüzgâr santralleri yatırımlarını artırmıştır. Yenilenebilir enerji yatırım artışı ve toplam kümülatif kapasite artışında Tablo 2.5 görüldüğü gibi ABD, Çin, İspanya, Almanya ve Hindistan ilk sıraları paylaşan ülkelerdir. Bu ülkelerde özellikle kıyı-ötesi rüzgâr enerjisi yatırımlarında önemli kapasite artışları yaşanmıştır.

**Tablo 2.5. Dünya’da Rüzgâr Enerjisi Kurulu Kapasitesi (2009)**

	<b>2009 Kapasite Artışı (GW)</b>	<b>Kümülatif Toplam Kapasite (GW)</b>
ABD	10,0	35,1
Çin	13,8	25,8
Almanya	1,9	25,8
İspanya	2,5	19,2
Hindistan	1,3	10,9
İtalya	1,1	4,9
Fransa	1,1	4,5
İngiltere	1,1	4,1
Portekiz	0,6	3,6
Danimarka	0,3	3,5

Kaynak: REN21, 2010

Çin, 2009 yılında, Avrupa dışındaki ilk kıyı ötesi 65 MW rüzgâr projesini inşa eden ülke olarak toplam kapasitesini 102 MW’a çıkarmıştır. 2009 yılında, dünyada kapasite artışında 13,8 GW ile Çin birinci sırada yer alırken son beş yıl içinde kapasitesini ikiye katlamıştır (REN21, 2010).

Avrupa'nın en büyük kurulu gücü Almanya'yı İspanya, İtalya, Fransa, İngiltere, Danimarka, Hollanda, İngiltere, Yunanistan ve İsveç izlemektedir. Almanya yenilenebilir elektrik enerjisi üretim kapasitesinin %30'u rüzgâr enerjisinden oluşmaktadır. Avrupa’da toplamda 3,5 GW kapasite artışı yaşanmıştır. Avrupa’da 1995 yılında rüzgâr türbinleri 600 kW kapasite gücüne sahipken; bugün hızla gelişen rüzgâr teknolojisi 2 MW gücünde türbinleri devreye sokmaya başlamıştır (BP, 2009:5; OME, 2008:223; REN21, 2010).

Amerika kıtasında en büyük kurulu güce sahip olan ABD'yi Kanada takip etmektedir. Amerika'da son 30 yılda yeni bir rüzgâr endüstrisi doğmuştur. 1982-1992 yılları arasında California'da yaklaşık 15000 rüzgâr türbini kurulmuştur. Kenetech Rüzgâr Çiftliği, 8160 hektar alan üzerinde, 100 kW 'lık 3500 adet ve 300-400 kW 'lık 40 adet türbin ve toplamda 370 MW kurulu kapasitesi ile dünyanın en büyük rüzgâr santralidir. ABD, hızla gelişen teknolojiyle bu türbinlerin daha modernleri ile yeni projelere başlamıştır (OME, 2008:223).

### 2.2.1.2.3. Güneş Enerjisi

Dünyada 100 ülkede elektrik üretmek için kullanılan, güneş enerjisi, en hızlı büyüyen enerji üretim teknolojisi olmuştur. 2004-2009 yılları arasında, Küresel piyasada yenilenebilir enerjide güneş enerjisi üretim kapasitesinde %69 artış oranı ile önemli bir artış yaşanmıştır. Güneş enerjisinde şebekeye bağlı PV kurulu kapasitesinde yıllık %60 artış yaşanmıştır. 2009 yılında yaklaşık 7 GW ek kapasite ile %50 oranında artarak 21 GW kapasiteye ulaşmıştır (REN21, 2010).

Avrupa'da İspanya'da yaşanan düşüşe rağmen, %16 ilave kapasite artışı yaşanmıştır. Dünya PV modülleri pazarının %30'unu elinde bulunduran Avrupa, yeni inşa edilen kapasiteleri şebeke ağı bağlantılı olarak kurmuştur. AB-27'de kurulan PV güneş enerjisi tesislerinin %57'sine sahip olan Almanya, 2009 yılı itibariyle, PV piyasasında, 9,8 GW kapasite ile küresel kurulu kapasitenin %47'sini elinde bulundurmaktadır. Almanya, 2007-2009 yıllarında "Sunrise" gibi projelerle sektörde yeni teknoloji ve standartlarla enerji maliyetleri düşürerek, diğer ülkelerinde enerji taleplerinde PV güneş enerjisinin tercih edilmesinde önemli bir rol oynamıştır (EC Report, 2009).

ABD, Federal hükümetin yatırım vergilerini 2008 yılında %10 düşürerek, ülkede PV güneş enerjisinin konutlarda kullanılma oranını ikiye katlamıştır. Çoğunlukla California ve New Jersey bölgelerinde bulunan kurulu kapasitede, 2009 yılında 470 MW kapasite artırımı ile kümülatif toplamda 1GW sınırı aşılmıştır. 2008 yılında AB'de elektrik üretiminde 4600 MW kapasite artışı olmuş; 2010 yılında kümülatif kurulu kapasite 16 000 MW'a ulaşmıştır (REN21, 2010).

Afrika, Asya ve Latin Amerika'da yeni teknoloji şebeke ağına bağlı olan veya olmayan PV sistemleri, neredeyse fosil yakıt maliyetleri ile başa baş gitmektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde PV sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (REN21, 2010).

#### **2.2.1.2.4. Jeotermal**

Jeotermal enerji yerin derinliklerinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Genel olarak yüksek sıcaklıklı (>150°C) elektrik üretiminde, orta ve düşük sıcaklıklı kaynaklar ise (<150°C) jeotermal akışkanın ısı içeriğinden yararlanılan ve doğrudan kullanım olarak adlandırılan hacim bölgesel, sera ısıtma, ısı pompası, su ürünleri yetiştiriciliği ve endüstriyel amaçlı kullanım, kurutma ve kaplıca vb. amacıyla kullanılmaktadır (Gökçen,2009,46).

Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde zararlı gazlarının salınımı çok düşük olduğu için temiz ve enerji arz güvenliği açısından da yerli enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı [ETKB] 2011).

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücünün 9,700 MW, yıllık üretimin 80 milyar kWh olduğu tahmin edilmektedir. İzlanda ve El Salvador jeotermal enerji kapasitesini ve kullanım alanlarını geliştiren ilk ülkelerdir. 2008 yılında elektrik enerjisi ihtiyacının %15'ni jeotermalden sağlamıştır (UNEP, 2011). 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 (ETKB, 2011).

2010 yılı itibariyle dünyada 78 ülke jeotermal enerjiyi direkt kullanmaktadır. Jeotermal enerji, hem direkt ısıtmada hem de elektrik enerji üretiminde kullanılmaktadır. ABD 13 GW saat kurulu kapasitesi ile dünya lideridir. Çin, 9 GW, İsveç 4,5GW, Almanya 4,2GW ve Norveç 3,3 GW kurulu kapasiteleri ile dünyada başta gelen ülkelerdir. Burada sayılan beş ülkenin toplam kapasitesi, dünyada kurulu kapasitenin %60'nı oluşturmaktadır. 2004 yılından bu yana, Endonezya, İzlanda, Yeni Zellanda, ABD, Türkiye gibi ülkelerde jeotermal elektrik enerjisi üretim kapasitesinde önemli artışlar yaşanmaktadır. 2009 yılında dünyada toplam kurulu kapasite, yeni kurulan ek kapasitelerle 1,8 GW'a ulaşmıştır (REN21, 2010).

#### **2.2.1.2.5. Biyokütle**

Biyokütle enerjisi, hayvan ve bitki atıklarının doğrudan ve/veya işleme tabi turulmasıyla elde edilen enerji kaynağı olarak dünyada yaygın şekilde kullanılmaktadır. Biyokütle enerjisi, içinde sayılan, biyoyakıtlar, canlı organizmalardan elde edilmiş her türlü yakıt olarak tanımlanır. Biyodizel, biyoetanol, biyogaz olarak değerlendirilmektedir. Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlardan veya hayvansal yağlardan üretilen bir yakıt türüdür. Biyodizel petrol içermez; fakat saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Biyodizel, ulaştırma sektöründe dizel yakıtı yerine; konut ve sanayi sektörlerinde de fuel-oil yerine kullanılmaktadır. Hammaddesi olan şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen biyoetanol, benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir yakıttır. Ulaştırma sektöründe benzin ile karıştırılarak kullanılan yakıt, küçük ev aletlerinde ve kimyasal ürün sektöründe kullanılmaktadır. Biyogaz, hayvan, bitki atıkları, şehir ve endüstriyel atıklar gibi organik maddelerin oksijensiz şartlarda biyolojik parçalanmasıyla oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazından oluşmaktadır. Bugün modern yöntemler kullanılarak şehir atıklarının enerji üretiminde alternatif kaynak olarak kullanılmasıyla, biyokütle enerjisi yeni bir boyut kazanmıştır (ETKB,2011).

Biyokütle enerjisi, Brezilya, Kosta Rika, Hindistan, Meksika, Tanzanya, Tayland ve Uruguay gibi gelişmekte olan ülkelerde de önemli bir artış sağlamıştır. 2009 yılında kapasitesini %14 artırarak 3,2 GW'a çıkaran Çin, 2020 yılında kapasitesini 30 GW'a çıkarmayı planlamaktadır. Hindistan 1,5 GW olan kogenerasyon kapasitesini 2012 yılında 1,7 GW'a çıkarmayı hedeflemektedir. Brezilya, 2009 yılında 14 TWh elektrik enerjisi elde ettiği 4,8 GW kogenerasyon kapasitesini daha da artırmayı planlamaktadır (REN21, 2010).

Dünya etanol üretiminin %88'i ABD ve Brezilya tarafından yapılmaktadır. Üretimde en yüksek artış ABD, Kanada, Almanya ve Fransa'da gerçekleşirken; Brezilya'da düşüş yaşanmıştır. Belçika ve İngiltere'de %100'ü geçen kayda değer artışlar yaşanmasına karşın toplam üretimleri, 230 milyon litre ile düşük kalmıştır, Avustralya, Belçika, Çin, Hindistan, İspanya ve Tayland gibi ülkelerde de önemli ölçüde büyük üretim artışları yaşanmaktadır (REN21, 2010).

2009 yılında küresel biyodizel üretimi, %9 artarak, 16,6 milyar litreye ulaşmıştır. Etenole göre daha az yaygın olan biyodizel üretiminin %77'si, dünyada on ülkede yapılmaktadır. AB'de, 2005 yılından bu yana üretim oranı %65 oranında gerilemiştir. Ancak yine de 2009 yılında %6 artışla toplam üretimin %50'ni gerçekleştirerek biyodizel üretiminde merkez olma durumunu korumaktadır (UNEP 2011).

Elektrik üretiminde, biyokütle bazı Avrupa ülkeleri ve Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde kullanılmaktadır. AB, başta Almanya, Finlandiya ve İsveç ülkeleri olmak üzere, elektrik üretiminin yarısına yakınına katkı biokütle enerjisinden sağlamaktadır. Finlandiya elektrik tüketiminin %20'ni biyokütleden sağlamaktadır, Almanya 10 TW kapasite ile birinci sırada yer alırken, 2010 yılında elektrik üretiminde biyoenerji %5,3 ile yenilenebilir enerjide rüzgâr enerjisinden sonra ikinci sıradadır. AB içinde, 2009 yılı sonu itibariyle küresel biyokütle enerji üretim kapasitesinin 54 GW olduğu tahmin edilmektedir (REN21, 2010).

#### **2.2.1.2.6. Dalga Enerjisi**

Dalga enerjisi, dünyanın en büyük enerji kaynağıdır. Dünyanın  $\frac{3}{4}$  ünün sularla kaplı olduğu düşünüldüğünde, gelecekte enerji kaynağının dalga enerjisi olacağını söylemek mümkündür. Dalga enerjisinin kullanılmasının ekonomik ve ekolojik faydaları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- İlk yatırım maliyeti dışında birincil enerjiye bedel ödemediği temiz sınırsız enerji kaynağıdır,
- Nüfus yoğunluğu kıyılarda toplanmış olan yerleşim yerlerinde enerji, üretilen yerde tüketilecek ve ayrıca uzun iletim hattına gerek olmayacaktır,
- Deniz üzerinde kurulduğu için, tarım arazilerini yok etmeyecek ve dalyan görevi görerek, deniz canlıları neslinin devamı ve ekolojik dengeye katkı sağlayacaktır,
- Dalgalardan elde edilecek ucuz elektrik enerjisi, yoğun nüfuslu büyük şehirlerde ısınma amaçlı kullanılarak, hava kirliliğini önleyecektir,
- Yerli teknoloji ve yerli imalat ile ithalat bağımlılığını azaltacaktır,
- Sabit frekans ve sabit voltaj ile her zaman kesintisiz ve kaliteli enerji üretimi sağlanacaktır,

Dalgaların yüksek gücüne karşın, düşük hızlarda ve farklı yönlerde hareket edebilmeleri ve deniz yüzeyine kurulan tesislerin, tuzlu su ve fırtınalara dayanıklılığını artırmak için gerekli teknoloji ve aparatların kurulum maliyeti ve bakımının yüksek giderleri gibi sorunlar, dalga enerjisinin ticarî kullanımının önündeki en önemli engellerdir. Bu nedenlerle dünyada okyanus dalga enerjisi dönüştürme sistemleri kurulu kapasitesi ticarî anlamda tesis düzeyinde henüz kurulmamıştır. Sadece Portekiz’de kurulmuş olan dalga enerjisi tesisi 2,5 MW kurulu kapasitesinin, 2020 yılına kadar 250 MW’a çıkarılması planlanmaktadır (REN21, 2010).

### **2.1.2. İkincil Enerji Kaynakları**

Enerji veren bütün maddeler, birincil enerji kaynağı değildir. Birincil veya ikincil enerjilerin dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiler, ikincil enerjilerdir. Petrol kullanılarak elde edilen elektrik enerjisi, ikincil enerjiye örnek verilebilir. Elektrik enerjisi üretebilmek için ayrıca kok kömürü, kömür gazı, biyogaz, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) hammadde olarak kullanılmaktadır. Ham petrolden üretilen petrol ürünleri, kömürden üretilen kok kömürü ve odundan üretilen odun kömürü vb. ürünler de ikincil enerji olarak sınıflandırılmaktadır (IEA, 2011:22).

Bu bölümde, ikincil enerji olarak bilinen ve enerji kullanımında önemli bir paya sahip elektrik enerjisi üretimi ve tüketiminden bahsedilecektir. Elektrik enerjisi, fosil yakıtlar ve nükleer enerji kaynakları kullanılarak üretilebildiği gibi, toplam birincil enerji içinde önemli bir yer tutan hidroelektrik, rüzgâr, güneş, biyokütle, dalga enerjisi gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak da üretilebilir. İkincil bir enerji olan elektrik enerjisi, doğal çevrede doğa olayları ile oluşabilmektedir. Doğal ortamda oluşan şimşek ve yıldırım gibi elektrik enerjisini, petrol ve doğal gazda olduğu gibi bugünkü teknoloji ve imkânlarla elde etme ve kullanma imkanı bulunmamaktadır.

#### ***Elektrik enerjisi***

Enerji, hayat kalitesini iyileştiren, ekonomik ve sosyal ilerlemeyi sağlayan en önemli faktördür. Ancak dünya nüfusunun %20’sinden fazlasını oluşturan 1,5 milyar insan, halen elektriğe kavuşmuş değildir. Bu insanların %85’i Afrika ve Güney Asya’nın kırsal bölgelerinde yaşamakta olup enerjiye erişimlerinin sağlanması son derece önemlidir. Bu bağlamda elektrik enerjisi üretimi için birincil enerji arz güvenliği de aynı dercede önemlidir.

2009 yılında Tablo 2.6’da görüldüğü gibi dünyada toplam birincil enerji tüketimi 11.164,3 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. Enerji tüketim yapısına bakıldığında yaklaşık %78 oranında fosil yakıt ağırlığı dikkati çekmektedir.. Bir önceki yıla göre, küresel krizin etkisiyle %1,1 azalarak 11.164,3 milyon Tep olan enerji tüketim yapısının çok fazla değişmediği gözlenmiştir.

**Tablo 2.6. Dünyada Birincil Enerji Tüketimi (Milyon Tep)**

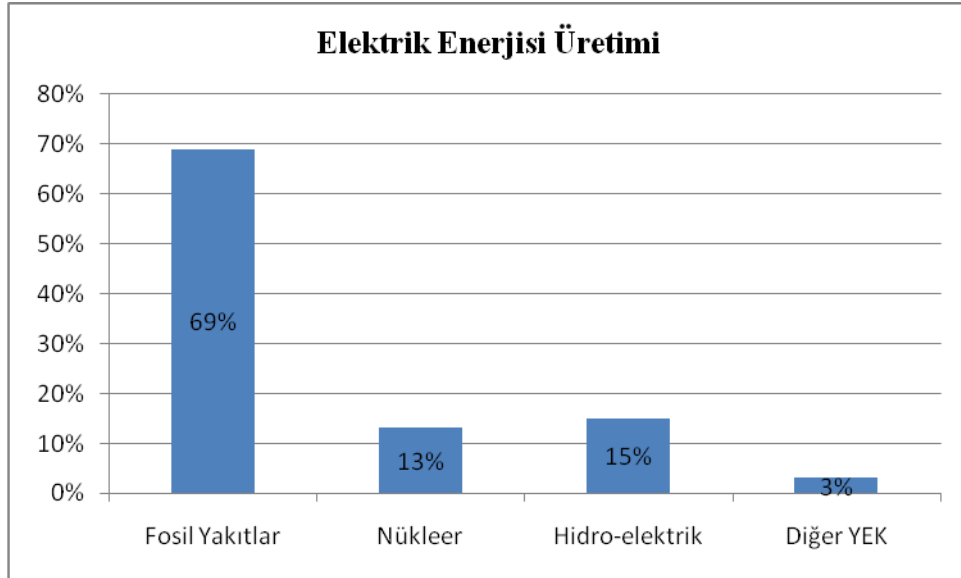
Yıllar	Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer Enerji	Hidro elektrik	Toplam
2008	3.959,9	2.717,3	3.286,4	620,2	731,4	11.315,2
2009	3.882,1	2.653,1	3.278,3	610,5	740,3	11.164,3

Kaynak: BP, 2010

2009 yılında (Şekil 2.1) ortalama elektrik enerjisi üretiminde %69 fosil yakıt, %15 hidroelektrik , %13 nükleer enerji %3 diğer yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmıştır. Fosil yakıtlarda elektrik üretiminde %41 olan kömürün payının 2030 yılına kadar %43,9 olması tahmin edilmektedir. Doğalgaz yakıtlı elektrik üretiminin ise 2030 yılına kadar yıllık %2,4’lük bir oranda artması öngörülmektedir. Yüksek petrol ve doğalgaz fiyatları, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş oranda kullanımını cesaretlendirmektedir. 2030 yılına kadar dünya genelinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminde yıllık %3,4’lük artışlar beklenmektedir (Elektrik Üretim A.Ş.[EÜAŞ] 2009).

2009 yılı elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları kurulu kapasitesi, önceki yıla göre %7 artarak, 1230 GW’a ulaşmıştır. Aynı yıl dünyada elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kapasitesi, tahmini 4,800 GW kapasite ile toplan elektrik enerjisi üretiminin ¼’ü kadardır. Küresel elektrik üretiminin %18’i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. 2008 yılında büyük ölçekli hidroelektrik santralleri dışında yenilenebilir enerji kapasitesi 305 GW (%22) artış göstermiştir. Bu artışta rüzgâr enerjisi kapasitesi 38 GW, hido-elektrik 30 GW, güneş enerjisi kapasitesi 7 GW ile başı çekmektedir (REN21, 2010)

**Şekil 2.1. Dünya’da Elektrik Enerjisi Üretiminde Kaynak Dağılımı (2009)**



Kaynak: REN21, 2010.

Dünyada elektrik üretiminde %69 oranında Şekil 2.1’de görüldüğü gibi fosil yakıt kullanılması, elektrik fiyatlarının fosil yakıtlar ve özellikle de doğal gaz, fiyatlarına karşı duyarlılığını artırmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde, fosil yakıtlar içinde kömür ilk sırada yer almaktadır. AEO (2011), tahminlerine göre: doğal gaz fiyatlarında hızlı bir düşüş yaşanması elektrik fiyatlarının yükselmesini engellemiştir. Fiyatlardaki düşüşün 2016 yılına kadar devam edeceği tahmin edilmektedir. Elektrik üretimindeki yakıt maliyetinde, doğal gazın önemli bir paya sahip olması ve doğal gazla çalışan tesislerin marjinal olması bu hassasiyete neden olmaktadır. Fosil yakıt enerji fiyatlarının artması otomatik olarak tüketicilerin elektrik faturalarına yansımaktadır.

Elektrik üretiminde fosil yakıt kullanılması elektrik enerjisi üretimi sonucu açığa çıkan sera gazı, toplam emisyonunun %41 gibi yüksek bir orana ulaşmasına neden olmaktadır. Elektrik üretimindeki teknolojik gelişmeyle, bu oran ekonomik faydaları yanında fosil yakıtlara bağımlılığı da azaltma, iklim değişikliği ile mücadele ve enerji güvenliğini sağlama şansı vermektedir. Küresel ısınma ve çevre duyarlılığının yaygınlaşmasıyla birlikte elektrik üretiminde kullanılacak doğal gaz talebinin sabit bir seyirle yıllık %2 büyüyeceği tahmin edilmektedir. 2030 yılında doğal gaz tüketiminin



%90 artarak, kömürün üzerinde dünyada en büyük ikinci enerji kaynağı olacağı tahmin edilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilen elektrik enerjisinin en büyük avantajı merkezi tüketim ağına bağlı geniş şebekeleri besleyebilir olmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir diğer faydası, özellikle elektrik şebekesi ağının kurulmasının ekonomik olmadığı yoksul yerleşim yerlerinde, yenilenebilir enerji kırsal yerleşimcilere yeni tercihler sunarak, enerjiyi arz güvenliği açısından ulaşılabilir kılması ve ayrıca yoksulluğa karşı mücadelede istihdam yaratarak destek olmasıdır (Bilen vd., 2008:1533).

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilen elektriğin %51'ni, dünya enerjisinin önemli bir bölümünü kullanan OECD ülkeleri tüketmektedir. Bunun yanında gelişmekte olan ülkelerden Çin, Hindistan ve Brezilya gibi ülkeler de enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir. Örneğin elektrik üretimini önceki yıla göre %6,9 artırarak 3725,1 TW saate çıkaran Çin, dünyadaki toplam üretimin %18,5'ni tek başına yapmıştır. Bu oran Asya-pasifik bölgesi üretiminin yarısı kadardır (BP, 2010).

### **2.1.3. Nükleer Enerji**

1970'li yıllarda, arz güvenliği, petrol şokları ile en önemli konu haline gelmiş ve Fransa ve Japonya'da nükleer enerjinin yaygınlaşmasının en önemli nedeni olmuştur. Bugün fosil yakıt rezervlerinin azalması, petrol ve doğal gaz fiyatlarının küresel düzeyde seyreden fiyat dalgalanmaları ve bazı ülkelerin (doğal gaz ve petrol) arz kesintileri endişeleri, enerji arz güvenliğinin en önemli gündemini oluşturmaktadır. Birçok ülke, yenilenebilir enerji kaynaklarını, enerji arzının çeşitlendirilmesinin teminatı olarak görmektedir (Albaradei, 2009:2).

Çevresel duyarlılık nükleer güç tercihinde ikinci anahtar rolü oluşturmaktadır. Nükleer güç hemen hemen hiç sera gazı üretmediği için küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminin çözümü olarak görülmektedir. Aynı zamanda Kyoto protokolüne ve Avrupa Karbon Ticaretine katılım, sera gazını önlemede finansal fayda sağlamaktadır. Bu durum düşük karbon yayan nükleer güç ve yenilenebilir enerjiyi elektrik üretiminde çekici hale getirmektedir. Nükleer güç, dünyanın enerji probleminin yegâne çözümü olmamasına rağmen, küresel enerji probleminin çözümünde önemli bir yere sahiptir. OECD Nükleer Enerji Ajansı'nın projeksiyonlarına göre; 2030 yılına

kadar küresel nükleer güç kapasitesinin %66 oranında artacağı tahmin edilmektedir (Albaradei, 2009:3).

2008 yılı, Çernobil nükleer santral kazasından sonra en yüksek rakam olan 10 yeni reaktörün inşaatının başladığı yıl olması açısından nükleer güç için paradoks bir yıldır. Dünyada 30 ülkede faal olarak çalışan 436 nükleer güç reaktörü vardır. Dünya genel enerji ihtiyacının %7'si elektrik ihtiyacının %16'sı nükleer enerjiden karşılanmaktadır. 2009 yılında 610,5 milyon Tep küresel nükleer enerji tüketiminin %30'u ABD (190.2), %15'i Fransa'da ve %6'sı Rusya Federasyonu'nda (37.0) gerçekleşmiştir. Tüketimde OECD ülkelerinin payı %88 gibi çok yüksek bir orandadır (BP, 2010).

Asya, nükleer gücün büyüme odağı olmaya devam etmektedir. Bu bölgedeki 10 reaktörden sekizi Çin'de yapılmaktadır. Nükleer enerji, Çin ve Hindistan gibi devasa nüfusu, ekonomik büyüklüğü ve kömür ağırlıklı enerji tüketim kombinasyonu ile hızlı büyüyen ülkeler için, enerji güvenliğini artırmak ve hava kirliliği ile mücadelede, alternatif enerji kaynağı olmaktadır. Çin, Hindistan ve Rusya Federasyonu gibi gelişmekte olan ülkelerin büyüme hedefleri önemli ölçüde yükselmiştir. Çin, 2020 yılına kadar, yapımı süren 27 reaktörü daha devreye sokarak, nükleer enerji üretim kapasitesini, yedi kat artırmayı amaçlamaktadır. Hindistan, 2009 yılında 20 nükleer tesiste, 4,9 GW'a ulaşan nükleer kapasitesini 2030 yılına kadar, 40 GW'a çıkarmayı hedeflemektedir. 2010 yılında küresel nükleer kapasite artışının %3,5'ni Çin ve Hindistan gerçekleştirmiştir. 2020 yılında bu oranın %13,5 olması beklenmektedir. Rusya, geniş petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip olmasına rağmen, gelecek 20 yıl içinde 14 yeni nükleer tesisi inşa ederek, nükleer enerji payını %16'dan %20'ye çıkarmayı planlamaktadır (Petrol İhraç Eden Ülkeler Teşkilatı [OPEC] 2011:19).

Nükleer enerji kapasitesinin, özellikle OECD ülkelerinde artmasına kesin gözüyle bakılmaktadır. Yeni gelişen piyasaların artan enerji ihtiyacı nedeniyle, nükleer enerji planlarında önemli değişikliklere gitmesine karşın; gelişmiş ülkelerdeki güçlü siyasî ve toplumsal baskısının dünya nükleer enerji kapasitesinde denge kuracağı konuşulmaktadır. Petrol fiyatlarındaki artışla birlikte enerji krizine sürüklenen dünyada, nükleer enerji kullanımına ara vermeyi plânlayan birçok gelişmiş ve çevreci ülke, yeniden nükleer enerjiyi kullanmayı amaçlayan enerji politikaları ve stratejileri geliştirmeye başlamıştır. ABD, sahip olduğu 104 adet nükleer reaktör ile elektrik

enerjisi ihtiyacının %20'sini, Fransa, 59 adet reaktör ile %78'ini nükleer santrallerden karşılamaktadır. Fransa, Güney Afrika Cumhuriyeti ve Finlandiya gibi ülkelerde yeni tip reaktörlerin inşası için girişimler devam etmektedir. Ayrıca, Fransa nükleerden ürettiği elektrik enerjisini ihraç ederek, birçok Orta Avrupa ülkesinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaktadır. Doğal gazı giderek bağımlılığı artmakta olan İngiltere, nükleer enerjiyi enerji politikalarının temeline yerleştirmeyi plânlamaktadır. Brezilya, hidroelektrik santrallerinin yanında nükleer enerjiyi kullanacak yeni enerji politikaları belirlemektedir. Rusya, iç ve dış pazara yönelik nükleer enerji teknolojisini geliştirme yönünde çalışmaktadır. Dünyanın en büyük elektrik ithalatçısı ve nükleer santralsiz tek büyük Avrupa ülkesi İtalya, nükleer santral kurmak için çalışmalara başlamıştır (BP, 2009:4).

Japonya'da 2007 yılında yaşanan depremle birlikte nükleer enerjide yıllık %10 oranında ani bir düşüş yaşanmıştır. Buna karşın hidroelektrik enerjisi üretimi %2,8 artmıştır. Japonya'nın daha güvenli bir enerji kaynağı olarak hidroelektriğe yöneldiği görülmektedir. Japonya'da, çalışan 54 adet nükleer santral yanında, iki reaktöründe inşası da devam etmektedir. Japonya'da, 13 adet nükleer reaktöründe sipariş aşamasına geldiği nükleer enerji, önemli bir alternatif enerji olarak değerlendirilmektedir. Ancak nükleer enerjide yine de iki yıldır %0,7 oranında düşüş yaşanmaktadır. Bu düşüğe 2007 yılında yaşanan deprem sonrasında ülkenin en büyük tesisinin kapatılmasının etkili olduğu ifade edilmektedir. Japonya'da 11 Mart 2011 tarihinde yaşanan deprem sonrasında meydana gelen Fukushima Daiichi nükleer kazası, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde nükleer enerji güvenliğini yeniden tartışmaya açmıştır. Enerji arz güvenliği açısından yerli, çevreye duyarlı ve güvenilir olan nükleer enerji dünya elektrik üretiminin %16'nı (Japonya'da %27'ni) karşılamaktadır. Enerji arzında ithalat bağımlılığı yüksek olan ülkeler için nükleer enerji özellikle tercih edilmektedir (OPEC, 2011:20).

Küresel kriz ile birlikte nükleer enerji programlarının uygulanması veya genişletilmesi sınırlı bir süre ile ertelenecektir. Ülkeler yaşam standardını artırmak istediği sürece, enerji ihtiyacı da artmaya devam edecektir. Nükleer enerjinin, dünya enerji ihtiyacını karşılamada her derde deva olmasa da küresel enerji kaynakları arasında önemli bir rol oynamaya devam edeceği ifade edilmektedir. OECD Nükleer

Enerji Ajansı (NEA) projeksiyonlarında: 2030 yılında nükleer enerjinin %66 oranında artacağı tahmin edilmektedir (ElBaradei, 2009:1).

Nükleer enerjinin dünyadaki kullanımını gelişmiş ülkelerde değişmezken, gelişmekte olan ülkelerde nükleere yönelik özellikle, Çin, Hindistan, Güney Kore, Tayvan gibi Asya ülkelerinde yeni nükleer santral projelerinin plânlanmasıyla artmaktadır. Bu durum Türkiye'nin de arasında olduğu gelişmekte olan ülkelerde yıllık elektrik enerjisi talebi artışının %5-7 arasında gerçekleşirken, gelişmiş ülkelerde ise bu oranın %1-2 seviyesinde kalmasıyla açıklanmaktadır. Türkiye gibi sanayileşmekte olan ülkeler için, sanayi üretimin en önemli girdilerinden olan enerji ihtiyacı yüksektir ve nükleer enerji de enerji üretim seçenekleri arasındadır (OPEC, 2011:20).

Dünyadaki nükleer santral kurulu gücünün, gelişmekte olan ülkelere gelecek talep artışı ve yatırımlarla 2030'da 475 GW'a çıkması beklenirken, nükleer kapasite düzeyinde de Avrupa Birliği'nde düşüşler öngörülmektedir (ABD Enerji Ajansı [US EIA] 2010).

## **2.2. DÜNYADA ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ POLİTİKALARI**

Enerji güvenliği, doğası gereği ekonomik boyutu yanında siyasî, jeolojik, jeopolitik ve askeri birçok farklı boyutu olan bir kavramdır. Üretiminin en temel hammaddesi olan enerji, geçmişte olduğundan daha fazla ülkelerin ekonomik ve ulusal güvenliklerini temelden etkileyen bir olgu olarak ulusal ve uluslararası siyasete yön vermektedir. Enerji kaynaklarına ulaşma, güvenilirlik, enerjinin yeterli ve sürdürülebilir olması, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından sürdürülebilir ekonomik büyüme yanında ulusal güvenlik için de vazgeçilmezdir. Enerji arzının kısa ve uzun vadeli kesintiye uğraması, enerji güvenliğini tehdit eden riskler arasında en önemli boyutu oluşturmaktadır. Bu nedenle enerji güvenliği için oluşturulan politikaların temel hedeflerinden biri de arz güvenliğini sağlamaktır. Enerji arz güvenliğinin sağlanması için hükümetler, ülke dışında tedarikçi ülkelerle karşılıklı çıkarlarını maksimum seviyeye çıkaracak uzun vadeli ithalat ve işbirliği anlaşmaları; ülke içinde de sübvansiyonlar ve vergi uygulamaları gibi yasal politikaları uygulamaya koymaktadırlar.

Küreselleşmeyle Adam Smith ve Ricardo gibi iktisatçıların uluslararası iktisat teorisinde savunduğu gibi ticaretin dünya çapında yapılması ülkelerin refah seviyesini artırmaktadır. Yiyecek, enerji ve endüstriyel mineraller gibi kritik kaynaklara ulaşmada,

güvenilirlik, yeterli ve sürdürülebilir olma yani arz güvenliği, sadece ulusal güvenlik değil ekonomik büyüme açısından da vazgeçilmezdir. Zira arz güvenliğinin önemli bir boyutunu oluşturan ithal kaynağa bağımlı olma en azından kısa vadede siyasî stres kaynağı olabilmektedir.

Küreselleşmeyle birlikte enerji piyasalarında artan ticaret hacmi, ülkeleri ve bölgeleri enerji tüketimi ve ticaretinde birbirine bağımlı hale getirmiştir. Bugün enerji konusunda ülkeler arası ilişkiler ve anlaşmalar çoğu zaman üçüncü bir ülkeyi de bağlamakta ve bir ülkenin tek başına karar almasını güçleştirmektedir. Dolayısıyla bir ülkenin tek başına bir "*enerji politikası*" belirlemesi artık çok zordur.

Ulusal güvenlik doktrini, devletlerin egemenlik ve ulusal çıkarlarının korunması prensibine dayanmaktadır. Bugün güvenliğin jeo-stratejik özelliğinden dolayı, enerji arz kesintisi gibi ulusal güvenliği tehdit eden konular aslında, küresel aktörlerin karşı karşıya olduğu sera gazlarının iklim değişikliği üzerindeki etkileri, 2008 küresel ekonomik krizi, bölgesel savaşlar ve terörist saldırılar gibi uluslararası güvenliği tehdit eden sıra dışı tehditler olarak ortaya çıkmaktadır (Hutchings, 2009:125). Üstelik bu durum; kısa vadede uzun vadeli kararlar alma zorunluluğunu da getirmektedir. Ancak yine de birçok ülkenin taraf olduğu Kyoto Protokolünün kabulü ve uygulanması sürecinde de görüldüğü gibi, ülkelerin ekonomik, siyasî ve sosyal yapılarının ve coğrafi konumlarının farklı olması, ortak bir paydada hem fikir olursa da uygulamada yetersiz kaldığını göstermektedir.

Bu bölümde, özellikle ekonomik açıdan farklı konumda olmaları nedeniyle, iki grupta incelenecek olan dünyadaki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji durumları, sektörde yaşanan sıkıntılar ve enerji politikalarına değinilecektir.

### **2.2.1. Gelişmiş Ülkelerde Enerji Politikaları**

Gelişmiş ülkelerin enerji politikalarına bakıldığında, enerji üreten ülkelerin konuya talep güvenliği ve sürdürülebilirlik; ithalat bağımlısı tüketici ülkelerin dışa bağımlılığını azaltmak ve sürdürülebilirlik açısından yaklaştığı görülmektedir. Enerji arz güvenliğini sağlamada kaynaklara ulaşım kadar sürdürülebilirlik de önemlidir.

Küresel krizlerin yarattığı arz kesintisi riskini en aza indirmek amacıyla ve küresel ısınmada sera gazı etkisinin toplumda yarattığı duyarlılık nedeniyle, temiz enerji ekonomisini öncelikleri arasına almıştır. Gelişmiş ülkeler, özel koşulları gereği enerji politikalarını belirlerken, gelişmekte olan ülkelerin aksine "*açıkları giderici*" politikalar

oluşturmak yerine, ülke nüfusunun demografik yapısı, tüketim eğilimleri beklenen üretim düzeyi, enflasyon hedefleri ve konjonktürü dikkate alan politikaları uygulamaya çalışmaktadır.

Enerji arz güvenliğini sağlamada önemli bir araç olan verimliliğin artırılması gibi ortak politika hedefleri ve önceliklerine yer verildiği görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) G8 ülkelerinde enerji verimliliğinin artırılması için hazırladığı acil eylem planında, öncelikle kendi ülkelerinde, kendi aralarında ve daha sonra da diğer dünya ülkelerine önderlik ederek yapmaları gereken enerji verimliliğini artırıcı acil eylem planı ve uygulama kriterlerini belirlemiştir. IEA, 2009 yılı G8 zirvesinden çıkan kararların Küresel Enerji Verimliliği İnisiyatifi (GEEA) olarak uygulanmasını önermektedir (IEA, 2009:68).

Bu bağlamda Afrika, Asya, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa, Orta Doğu ve Okyanus Ötesi ülkeleri kapsayan;

- Sektör çıkarlarını korumada söz sahibi olan karar vericiler tarafından enerji verimliliğinin artırılması ve uygulanmasına yönelik bilgi paylaşımını amaçlayan politikaların oluşturulması ve yaygın seminerler organize edilmesi,
- Bölgesel ve teknolojik kapasite artırıcı seminerlerin organize edilmesi,
- IEA bünyesinde, enerji verimliliği politikasının geliştirilmesine yönelik dünya ülkelerine eş zamanlı olarak online teknik yardım hizmeti verecek bir merkez kurulması,
- 2011 yılında Fransa'da yapılacak olan G8 zirvesinde sunulmak üzere, GEEA inisiyatifinin küresel enerji verimliliğinin uygulanması ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesine yönelik yaptıklarıyla ilgili rapor hazırlaması hedeflenmektedir.

Bu rapora göre, enerji verimliliğinde iki yıldır yapılması gerekenler ve enerji verimliliğinin bütün dünyada uygulanmasında G8 ülkelerinin önemli bir rol üstleneceği hususuna klişe bir ifade ile “*Tüm Dünyada Şimdi; Kazan veya Fırsatı Kaçır*” vurgusu yapılacaktır (IEA, 2009:68).

### 2.2.1.1. Amerika Birleşik Devletleri

ABD, 301 milyon nüfusu ve 2010 yılında GSYİH’da %2,8 büyüme rakamıyla dünyanın en büyük ekonomisine sahiptir. Enerji tüketiminin de de Çin ile yarışan ülkenin, enerji kaynakları açısından zengin potansiyeli, özellikle petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt ve elektrik enerjisi taleplerini karşılamaya yetmemektedir. Enerji arz güvenliği politikalarına geçmeden ülkenin enerji durumu ve sektörde yaşanan sıkıntılara kısaca değinilecek ve son dönemde uygulanan enerji politikaları ve yasal düzenlemelere yer verilecektir.

#### 2.2.1.1.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar

Dünya enerji tüketiminde en tepede yer alan ABD, 2009 yılı rakamlarıyla; 3,4 milyon Tep kanıtlanmış petrol, 6,93 trilyon m<sup>3</sup> doğal gaz ve 238,308 milyon ton kömür rezervi ile dünyanın en büyük enerji potansiyeline sahip ve enerji üreten ülkeleri arasındadır. Ancak üretilen enerji tüketimi karşılamadığı için aynı zamanda da dünyanın en büyük enerji ithalatçısı ülkesidir (BP, 2010).

2009 yılında toplam birincil enerji arzı 22843,72 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılında 2302 Tep olan toplam enerji tüketimi %5 azalarak 2009 yılında (Tablo 2.7) 2182 Tep olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılında ABD ekonomisi %19,5 oranı ile dünya enerji tüketiminde Çin ile aynı sırayı paylaşmaktadır (BP, 2010).

2009 yılında toplam enerji arzı içinde petrolün payı %37, doğal gazın %25, kömürün %21 nükleer enerjinin %9 ve yenilenebilir enerjinin %8 olmuştur. Toplamda 7,756 katrilyon Btu olan yenilenebilir enerji içinde biyokütle enerjisi %51, hidroelektrik %34, rüzgâr enerjisi %9, jeo-termal %5, güneş enerjisi %1 olmuştur (BP, 2010).

**Tablo 2.7. ABD Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi (milyon TEP)**

Kaynaklar	Üretim		Tüketim	
	2008	2009	2008	2009
Petrol (milyon Tep)	305	325	889	843
Doğal Gaz (milyon m <sup>3</sup> )	525	542	599	589
Kömür (milyon ton)	597	540	564	498
Nükleer (MW)	-	-	192	190
Hidroelektrik (GWs)	-	-	58	62
TPES/TNET (milyon Tep)	-	2284	2302	2182

Kaynak: BP, 2010

ABD'nin kanıtlanmış doğal gaz rezervi 6,93 trilyon m<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür. Doğal gazda toplam 622 milyon Tep arzın, 541.8 milyon Tep'i yerli üretimle, 7 milyon Tep'i Kanada'dan ithal edilerek ve 1,3 milyon Tep ise LNG ithalatıyla karşılanmıştır. Ülkede 2030 yılına kadar doğal gaz arzınının yıllık %80 yerli üretimle karşılanması beklenmektedir. Ülke içinde 2011 yılı için tahmini rakamlara göre, doğal gaz iletimini sağlayan 4.528 mil uzunluğunda ek boru hattı şebeke ağına katılacaktır. Ülkede tüketilen enerjinin ¼'ni oluşturan 2009 yılı doğal gaz tüketimi 589 milyon m<sup>3</sup> (Tablo 2.7) olarak gerçekleşmiştir (AGA, 2011).

Ülkedeki kömür rezervi, 2008 yılında 238308 milyon tondur. Kömür üretimi %9,3 azalarak 2009 yılında 539.9 milyon Tep olmuştur. 1885 yılından 1980'li yıllara kadar kömür, enerji kaynağı sıralamasında birinci sırada yer almıştır. 1950-2006 arasında üretim ve tüketim iki kat artmış, ancak nüfus artışı nedeniyle kişi başı tüketim düzeyi düşmüştür. İklim değişikliği endişelerinin artmasıyla, en fazla CO<sub>2</sub> emisyonu üreten enerji kaynağı olan kömürün, çoğunlukla elektrik enerjisi üretimi için kullanılan tüketiminin azalmaya başladığı yerini nükleer ve yenilenebilir enerji kaynakları gibi daha temiz enerji kaynaklarına bırakmaya başladığı gözlenmektedir. Halen çalışan veya yeni kurulacak tesislerde de Entegre Kömür Çevrim (IGCC) gibi temiz kömür yakma ve yeni nesil tesislerde zararlı gazları yeraltına depolayan teknolojilerin geliştirilmesi çalışmaları devam etmektedir (BP, 2010).

ABD'de nükleer enerji elektrik üretimi 1957 yılında başlamıştır. Bugün toplam enerji tüketiminin %8'ini oluşturan nükleer enerji, elektrik üretiminin %20'sini karşılamaktadır. IEA verilerine göre, 2008 yılında ABD, net 101,004, MW toplam kapasiteye sahip, 104 nükleer tesisinde 806,2 milyar MWs elektrik üretimi yapmıştır. 2009 yılında, nükleer enerji üretimi %1 azalarak net 798,8 milyar MW saat olarak gerçekleşmiştir (US EIA, 2011).

2009 yılında ABD toplam elektrik enerjisi tüketimi, 3,745 milyar KWh olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında aynı kapasite ile toplam elektrik üretiminde nükleer enerji (%19,5) elektrik üretimi 806,968 milyar MWs olmuştur. 2035 yılına kadar üretimin ortalama %10 artışla 4,880 milyar KWh yükselmesi tahmin edilmektedir. 2009 yılında 101 GW olan nükleer enerji elektrik üretimi kapasitesinin 2030 yılında 3,7 TWs yükseleceği, ancak toplam enerji üretimindeki payının %14'ten %11'e düşeceği tahmin edilmektedir (US EIA, 2011).



ABD için enerji arz güvenliği, 1945 yılından sonra ciddi bir sorun olmaya başlamıştır. II. Dünya savaşı sonrası dünya lideri olan ABD'nin, petrol/enerji güvenliği dünyanın enerji güvenliğiyle paralelleşmiş, hatta artık dünyanın enerji güvenliği hâlini almıştır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri ile de maksimum seviyeye ulaşmıştır. 1998'den sonra artık ABD'nin petrolde dışa bağımlılığı %50 sınırını geçmiştir (Ediger, 2008:58; Payne, 2009:576).

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleriyle, enerji fiyatlarının dengesizliği, ithal bağımlılığı, kömürün hava kirliliğine yol açması gibi sıkıntılar, ithalatçı ülkeleri, doğal gaz ve nükleer enerji kullanarak elektrik üretmeye yöneltmiştir. Nükleer enerji petrol ve doğal gaza karşı avantajını artırırken, piyasalarda yaşanan serbestleşme ve sektöre giren özel girişimcilerin, nükleer enerjinin ilk yatırım maliyetinin yüksek ve amortisman süresinin uzun olması nedeniyle rekabet edememiştir. Petrol kaynağının tükenir olması, arz güvensizliği ve fiyat dalgalanması riskine karşı, nükleer enerjinin işletme güvenliği radyoaktif atık ve depolama sorunu ve nükleer reaktörlerin yaygınlaşması, nükleer enerjiye karşı siyasî ve sosyal tepkiler doğurmuştur (Toth ve Rogner, 2006:20).

Amerika 2001 yılında, arz ve talep arasındaki dengesizlik nedeniyle ülke genelinde enerji faturalarını ikiye katlayan, en ciddi enerji kıtlığı ile karşılaşmıştır. Bu dengesizliğin ortaya çıkmasının nedeni, ekonomik büyüme ve yaşam standardı artışına paralel olarak artan enerji talebidir. Ulusal Enerji Politikası Geliştirme Grubu (NEPG), enerjinin yeni teknolojilerle daha etkin kullanılması, enerji altyapı (üretim, elektrik dağıtımı, petrol ve doğal gaz botu hatları ve rafinerilerin) yatırımlarının yenilenmesi ve genişletilmesi ve yerli enerji arzını artırmak için yeni petrol ve doğal gaz rezervlerinin araştırılması yanında, elektrik enerjisi üretiminde alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak hem enerji arzını artırmayı hem de çevreyi korumayı ve böylece ulusal enerji güvenliğini artırmayı tavsiye etmiştir (Ulusal Enerji Politikası Geliştirme Grubu [NEPG] 2001:157).

NEPG, ülke içinde; güvenilir, ulaşılabilir ve çevre dostu enerjiyi üretmek ve dağıtmak için gerekli yasal ve fiziki altyapının oluşturulmasını tavsiye etmiştir. Bunun yanında, ülkenin ticaret ve dış politikalarında enerji güvenliğini öncelikli konu yaparak; Suudi Arabistan, Katar, Cezayir, BAE, Kuveyt gibi ana enerji tedarikçisi ülkelerde yatırım yapılmasını ve dünya enerji piyasasında rekabet eden yerli firmaların önündeki ticari ve yatırım engellerinin kaldırılması ve üretici ve tüketici ülkeler arasında diyalog

kurulmasını önermektedir. Bu amaçla, Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği Forumu (Asia-Pacific Economic Cooperation - APEC), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (The Organization for Economic Cooperation and Development - OECD), Dünya Ticaret Örgütü, (The World Trade Organization - WTO) Amerika Serbest Ticaret Alanı (The Free Trade Area of The America- FTAA) gibi uluslararası organizasyonlarla ikili ve çok taraflı ilişkileri geliştirmeyi tavsiye etmektedir. Ülkenin Kanada, Meksika gibi komşuları ile de enerji diyalogunu artırması ve BTC petrol boru hattı ve Shah Deniz doğal gaz boru hattı gibi uluslararası projeler için Türkiye, Gürcistan, Azerbaycan gibi yerel hükümetlere destek vermesi tavsiye edilmektedir (NEPG 2001:129).

#### **2.2.1.1.2. Enerji Politikası**

ABD enerji politikaları, ekonomik ve siyasî alanı çevreleyen koşulların etkisiyle şekillenmektedir. Enerji maliyetlerinin artması, sera gazı emisyonuna karşı siyasî ve sosyal baskılar, ithalat bağımlılığının yüksek olması yenilenebilir enerjiye ilgiyi artırmıştır. Ülkede enerji arzında yenilenemeyen/fosil yakıt enerji kaynağı ağırlığının devam ediyor olmasına karşın, hükümetin rüzgâr enerjisine uyguladığı vergi indirimi, konutlarda ve küçük ölçekli firmalarda yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulması ve yenilenebilir enerji portföyü standardıyla birlikte yenilenebilir enerji sertifikası gibi yenilenebilir enerjiye destek veren politikalar, enerji arzında yenilenebilir kaynakların oranını artırmıştır (Payne, 2009:575).

ABD’de enerjinin üretimi, dağıtımı ve tüketimi, Federal Hükümet ve Eyalet yasaları ve idarî düzenlemelerine uygun olarak oluşturulan enerji politikaları doğrultusunda yapılmaktadır (Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği [APEC] 2009:196).

Bugün ABD’nin enerji alanında karşılaştığı sorunlar; sürdürülebilir ekonomik büyüme veya refah artışı, güvenlik ve çevre endişelerinden oluşmaktadır. Enerji ihtiyacını karşılayabilmek için elektrik enerjisi üretimi ve dağıtımını iyileştirmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Amerikan ekonomisini tehdit eden, petrol bağımlılığını kırmak, ulusal enerji güvenliği ve iklim değişikliğinin ters etkilerini azaltmak, enerji sistemini karbonsuz bir sisteme dönüştürmek veya karbon emisyonu tutma ve depolama sistemini yaygınlaştırmak önemli bir adım olarak görülmektedir. Ekonomik gelişmeden ödün vermeden enerjiyi tüketimini yeniden oluşturmak yeni ve modern elektrik enerjisi altyapısını kurmak ve maliyet azaltıcı teknolojileri geliştirmek en kısa zamanda

yapılması gerekenler arasındadır. Bu bağlamda ABD enerji politikasının temel hedefleri aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir;

- Enerji piyasalarını daha etkin hale getirmek,
- Enerji arzı çeşitlendirilmesi ve var olan yerli kaynak potansiyelini geliştirmek
- Arz-talep dengesizliği ve fiyat şoklarını yatıştırarak mekanizmaları geliştirmek,
- Temiz enerji teknolojileri ve enerji verimliliğini teşvik etmek için önemli finansman olabilecek küresel fonların hızlandırmak,
- Tüketici, transit ve üreticileri ülkeleri daha düzenli bir diyalog ile için bir araya getirmek,

ABD, Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (ABD, Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü [IEEE-USA] 2010) hükümete sunduğu, tavsiye niteliğindeki raporunda; petrol bağımlılığını azaltmak ve iklim değişikliğini yavaşlatma hedefine yönelik olarak yapılması gereken ana eylem planı ve yatırımları dört ana başlık altında toplamıştır.

1-Verimliliği artırmak

2-Ulaşım sektöründe petrol bağımlılığını azaltmak

- Ulaşımında, (akülü elektrikli araçlarla) elektrik kullanımının yaygınlaştırmak,
- Ulaşım sektöründe alternatif yakıt (biyoyakıt, doğal gaz, yakıt tasarrufu) geliştirmek ve kullanmak

3-Elektrik enerjisi arzını yeşillendirmek

- Yenilenebilir elektrik enerjisi üretimini artırmak
- Nükleer enerji üretimini artırmak
- Fosil yakıt kullanarak enerji üreten tesislerin, karbon emisyonunu tutma,

4-Daha güçlü ve gelişmiş elektrik enerjisi altyapısı hazırlama,

- Elektrik şebeke sistemini/ağını Akıllı Sisteme (Smart Grid) dönüştürmek
- Elektrik enerjisi iletim ağını genişletmek
- Daha geniş ölçekli elektrik enerjisi depolama sistemleri geliştirmek

Obama Hükümeti, 2011 Mart ayında, Beyaz Saray resmi sitesinde (WHW) ülkede, enerji arz güvenliğini artırmak amacıyla Güvenli Enerji Geleceği Planı ve üç temel strateji üzerine kurulan eylem planını açıklamıştır (Beyaz Saray Resmi Sitesi [WHW] 2011):

1- Güvenilir ve gelişmiş enerji kaynakları geliştirmek,

2- Tüketicilere maliyeti azaltacak, enerji tasarrufu sağlayacak seçenekler sunmak,

3- Temiz enerjili geleceğin inşasını gerçekleştirmek,

Ülkede enerji arz güvenliğini tehdit eden risklere karşı uygulanan politikaların, farklı hükümetlerce, gerekli görüldüğünde değişen koşullara göre revize edildiği ve birbirini tamamlayan yeni yasal düzenlemelerle ve önlemlerle giderilmeye çalışıldığı söylenebilir. Son dönemde Başkan Obama yönetiminin açıkladığı Güvenli Enerji Geleceği Stratejik Planı çerçevesinde enerji sektöründe, özellikle petrol talebini azaltmak için, enerji yakıt/kaynak çeşitlendirmesi, verimli teknoloji, güvenli ve çevreye duyarlı yerli ve yenilenebilir enerji üretiminin artırılması gibi adımların atılması gerekmektedir. Uluslararası arenada da enerji talebini iyileştirmek ve enerji arzını güvenli bir şekilde artırmayı hedeflemektedir.

Yeni nesil enerji teknolojileri, kömürle çalışan enerji santrallerinde daha temiz doğal gaz santrallerinden daha verimli enerji üretimi yanında, hem temiz hem de güvenilir bir enerji olan nükleer enerji seçeneğini de sunmaktadır.

Nükleer enerjide, Atom Enerjisi Yasası (Atomic Energy Act), Enerji Reorganizasyonu Yasası, (Energy Reorganization Act), Enerji Kurumu Yasası (Department of Energy Act) ve 2005 Enerji Politikası Yasası (Energy Policy Act of 2005) gibi yasal düzenlemelerle artış yaşanmaya başlanmıştır. 2010 yılında Obama yönetiminin Enerji Sekreterliği, nükleer enerjiyi elektrik enerjisi üretiminde güvenli, güvenilir ve temiz enerji seçeneği olarak kabul etmiş ve öncelikli alanları aşağıda sayılan beş başlıkta toplamıştır (IEEE-USA, 2009).

- 1- Yeni ve Yenilikçi Teknoloji,
- 2- Temiz ve Güvenilir Enerji,
- 3- Ekonomik Canlılık,
- 4- İklim Değişikliği,
- 5- Ulusal Güvenlik ve Yasalara Uygunluk,

Nükleer enerji, üretiminin temel hedefi temiz ve sera gazını azaltan elektrik enerjisinin ulusal elektrik enerjisi ağına katılmasıdır. Nükleer Enerji Bakanlığı, nükleer enerji teknolojilerinde uzun vadeli planlar, öncelikler ve stratejiler konusunda bağımsız bir danışmanlık kurumu olan, Nükleer Enerji Danışma Komitesi (NEAC), uzmanlarından yardım almaya başlamıştır. Komite, 2008 yılında, açıkladığı “Nükleer

*Enerji: 21. Yüzyıl Politikalar ve Teknolojiler*” raporunda, nükleer enerji teknolojilerinin geliştirilerek ülke içinde sürdürülebilir enerji güvenliğini artırmak ve ülke dışında da uluslararası işbirliğini geliştirerek teknolojik alanda liderlik yapılması gereğine dikkat çekmiştir. Uzun vadeli nükleer teknoloji, Ar&Ge, altyapı ve yeni tesis yapılması konusunda yol haritasını gösteren bir dizi rapor hazırlamıştır. Yeni Nesil Nükleer Tesisler (NGNP) programı kapsamında nükleer araştırma ve teknoloji geliştirme çalışmaları için 2009 yılında 875.111 \$ ve 2010 yılında 869.995 \$ fon sağlanmıştır (US DOE, 2010-b:6).

Plana göre; petrol ve doğal gaz rezervlerini genişletmek için, derin sularda, İçişleri Bakanlığı tarafında güvenlik ve çevre standartlarına uygun şekilde araştırmalar yapılması ve üretimde yeni iştirakçilerin teşvik edilmesi, enerji arz güvenliğini artıracaktır. ABD, enerji ithalatından kaynaklanan sorun ve riskleri, petrol ve doğal gaz için yeni rezervleri artıracak araştırmalara hız vererek ve ayrıca ani bir arz kesintisine karşı stratejik yeraltı depoları oluşturarak azaltmaya çalışmaktadır. Alaska ve Güneybatı kıyılarında, yerli kıyı-ötesi petrol ve doğal gaz araştırmalarının genişletilmesine karar verilmiştir. Son sekiz yılda ilk defa tükettiği petrolden daha fazlasını üretmiştir. Kıyı-ötesi petrol ve doğal gaz aramaları sonucu daha fazla enerji üretimi ile ithalat bağımlılığını azaltmaya başlamıştır.

ABD, enerji arzı ve ithalat sorunlarına karşı önlemler alan ülkeler içinde, stratejik rezerv konusunda dünyada en başarılı örnektir. 1973-1974 petrol ambargosundan sonra stratejik petrol rezervi yasası kabul edilmiş ve 5 milyar \$’ı depolama tesisleri, 17 milyar \$’ı depolanan petrol için olmak üzere stratejik rezerv projesine toplamda 22 milyar \$ yatırım yapılmıştır. Meksika Körfezi’ndeki tuz oyuklarında kurulan, 62 adet yeraltı deposunda, ülkenin yaklaşık 60 günlük ithal petrol ihtiyacını karşılayacak miktar depolanmıştır. ABD, dünyada petrol akışını etkileyen siyasî gerginlik ve savaş gibi olaylar; 2005 Katrina kasırgası gibi doğal afet durumlarında ve hatta dünya petrol fiyatını kontrol edebilmek için stratejik petrol rezervini kullanabilmektedir (Satman, 2007:162).

Ülkede doğal gaz arz kesintileri riskine karşı stratejik rezerv kapsamında benzer şekilde değerlendirilebilecek yeraltı depolama tesisleri kurulmuştur. Ülkenin değişik yerlerine dağılmış durumda bulunan ve tüketilmiş hidrokarbon rezervuarları veya tuz oyuklarından oluşturulmuş toplam 375 adet yeraltı deposunda, yaklaşık 60 günlük

ihtiyacı karşılayacak kadar doğal gaz depolanmıştır. Enerji arz güvenliği açısından 60 günlük petrol ve doğal gazın, stratejik yeraltı depolarında tutulması ile bu kaynakların ithalatında karşılaşılan sorunların ülke içindeki etkisi kısa dönemde çok az hissedilecektir (Satman, 2007:163).

Petrolde tüketimin %70'i ulaşım sektöründedir. Bu nedenle sektörde petrol bağımlılığını daha az seviyeye çekmek amacıyla ulaşımında verimliliği artıracak tedbirler artırılması gerekmektedir. Eyaletler bazında uygulanan enerji verimliliği teşvik programları ABD enerji politikasında önemli bir role sahiptir. Obama yönetimi, küresel ısınmaya karşı CO<sub>2</sub> emisyon vergisini öngören Kyoto Protocol'ünü, onaylamaktan imtina etmektedir. Ancak, CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltmayı, yenilenebilir, sürdürülebilir enerji kaynakları geliştirmeyi hedefleyen sıkı bir enerji reform politikası hazırlanmıştır. 2010 yılında ilan edilen yeni Enerji Güvenliği Planında, yakıt verimliliği standardının artırılmasına ve bu amaçla federal hükümet araç filosunun yarısının hibrid araçlardan oluşturulmasına karar verilmiştir. Gelişmiş araç ve yakıt teknolojileri, toplu taşıma ve, İyileştirme Yasası (RAct) gereği hızlı tren ve yeni yakıt standardının uygulamaya konulması ulaşım sektörünün bağımlılığını azaltacak ve üretime de canlılık getirecektir. Elektrikli araçlara vergi kolaylıkları getirilerek 2015 yılına kadar karayollarında araç sayısının 1 milyona çıkarılması hedeflenmektedir (IEA, 2009: 63).

2009-2010 arasında araba ve kamyonlarda uygulanmaya başlanan, yakıt verimliliği standardıyla, 1,8 milyar varil petrol tasarruf edilmiştir. Enerji arz güvenliğini artırmak için, petrol bağımlılığını azaltmanın yanında yeni teknolojilerle 21. yüzyıl temiz enerji ekonomisini ve geleceği kazanmayı hedeflemektedir. 2008-2009 yıllarında ülkede enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji (rüzgâr, güneş, biyokütle, jeo-termal, hidro) verimli elektrikli alet ve araçların, yakıt hücreleri teknolojilerinin, araştırma, geliştirme ve altyapı yatırımları için toplamda 27,2 milyar \$ bütçe ayrılmıştır (Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı-Birleşik Devletler Jeolojik Araştırmalar Birimi [US DOE-USGS] 2011).

Kullanılan enerjinin %70'i ev, işyeri ve fabrikalarda tüketilmektedir. Ülkede, rekabet gücünü artırmak, elektrik faturalarını azaltmak ve çevreyi korumak için enerji verimliliğine yatırım yapılması gereğine vurgu yapılmaktadır. Daha verimli konut ve binalarla enerji faturalarının küçültülmesi mümkündür. Doğal gaz kullanımında, özellikle konut ve işyerlerinde verimlik, enerji tüketimini azaltırken; sera gazları

salınımını da önlemektedir. 2009-2010 arasında doğal gaz tüketiminde, verimliliği artırmak için 112 programa destek verilmiş ve toplamda 1,903 milyar \$ bütçe ayrılmıştır. İyileştirme Yasası (RAct) yasası gereği yapılan HOMESTAR düzenlemesi ile düşük gelirli vatandaşların enerji faturalarını azaltmaya yönelik 350.000 projeye destek verilmiştir. Tüketiciler, 2,7 milyon metrik ton CO<sub>2</sub> emisyonunu engelleyen 53 trilyon BTU doğal gaz tasarrufu yapmıştır (AGA, 2011). Akıllı Binalar İnisiyatifi ile 2020 yılına kadar endüstri ve ticarî alanda %20 verimlilik artışı hedeflenmiştir. Ülkede, doğal gaz teknolojilerinin geliştirilerek, konut ve işyerlerinde tüketilmek üzere, organik atıklardan doğal gaz üretilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir

ABD, temiz enerji kaynaklarını geliştirerek, ekonomide rekabet avantajı ile geleceğin lider ülkesi olmayı hedeflemektedir. Amerika'nın temiz enerji potansiyelini kullanarak, dünyada Çin başta olmak üzere temiz enerji teknolojilerindeki yarışta öne geçebilmek için, ülkedeki devasa temiz enerji potansiyelinin harekete geçirilmesi gerekmektedir. Enerji politikasının hedeflerinin, iç ve dış boyutlarının önem sırasıyla değil, aynı anda ele alınmasının gereğine vurgu yapılmaktadır.

2008 yılında yaşanan küresel petrol şoku ve sera gazı emisyonu ile ilgili artan kamuoyu duyarlılığı Obama yönetimini, temiz enerji ekonomisine yöneltmiştir. 2009 yılında Başkan Obama, Amerikan Toparlanma ve Yeniden Yatırım (ARRA Act) yasasını imzalayarak, son 25 yılın en büyük durgunluğuna son vermek için 787 milyar dolar tutarında vergi kesintisi, fon, kredi ve bağışları enerji programlarına ayırmıştır. Ülkede 2009 Temiz Enerji ve Güvenlik yasası düzenlemesi ile sera gazı emisyonununun 2020 yılında %17; 2050 yılında ise %80 azaltılması hedeflenmektedir (Hutchings, 2009:135).

2009 ARRA Yasası, 2020 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde %20 yenilenebilir enerji kullanılmasına, ilişkin belirlenen hedef doğrultusunda, ulaşım sektöründe temiz enerji projelerinde 70 milyar \$ doğrudan harcama vergilerinde iade ve indirim getirmiştir. Yasa kapsamında Federal Hükümet, yenilenebilir enerjide, 10 yıl boyunca kilovat saat başına 0,021 vergi indirimi uygulamasını başlatmıştır (Asya-Pasifik Enerji İşbirliği [APEC], 2009:196). Söz konusu uyarıcı politikaların birleşimi, yenilenebilir enerji, modern taşımacılık ve enerji tasarrufu inisiyatifleri için ülke tarihinde en kapsamlı Federal taahhüt olarak ilan edilmiştir. 2011 yılında Başkan Obama, "2035 yılına kadar, elektrik enerjisi üretiminin %80 oranında temiz

yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmesi” hedefini açıklanmıştır (US DOE-USGS,2011).

Çok büyük bir potansiyele sahip olunan yenilenebilir ya da temiz enerjinin önündeki en büyük engel, üretim maliyelerinin yüksek olmasıdır. Yenilenebilir enerji üretiminde araştırma ve geliştirmeleriyle, petrol bağımlılığını azaltmak ve geleceği kazanmak için İyileştirme Yasası ile birçok temiz enerji projesine yatırım yapılmış ve desteklenmiştir.

Carley (2009:3075) yaptığı ampirik çalışmada; kurumsal altyapı, doğal kaynak potansiyeli, piyasa düzenlemesi, kişi başı gayri safi üretim, kişi başı elektrik tüketimi, elektrik fiyatları ve bölgesel RPS politikalarının, yenilenebilir enerji üzerindeki pozitif ve önemli etkisine dikkat çekmektedir. 2008-2009 yıllarında ülkede elektrik enerjisi üretimi, iletim ve dağıtım altyapısı ve nükleer atıkların bertaraf edilmesi ve federal bürolarda enerji verimliliğini içeren enerji altyapısı ve şebeke ağının güvenliği ve yenilenmesi için toplamda 21,5 milyar \$ bütçe ayrılmıştır. EAct 2005 ve 2007 yılında çıkarılan Bağımsızlık ve Güvenlik Yasası (Independence and Security Act) kapsamında başlatılan projelere önemli bir katkı sağlamıştır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygın uygulanması amacıyla Federal bürolara 2010-2012 mâli yılında tüketilen toplan elektriğin en az %5’i ve 2013 mali yılında en az %7,5’i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlama zorunluluğu getirilmiştir (APEC,2009:204;US DOE-USGS, 2011).

ABD’de eyaletler bazında elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjinin kullanılmasını yaygınlaştırmak ve artırmak için bir dizi politika aracı uygulamaya konulmuştur. Ülke genelinde ve bölgesel bazda güneş, rüzgâr jeotermal vb. Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Ölçümü (RPS) yapılması, yenilenebilir enerji üretimi için verilen teşviklerde önemli bir veri kaynağı olmuştur. ABD, bugün 80,000 MW konvensiyonel ve 18000 MW pompalı elektrik enerjisi üretim kapasitesi ile ülkede elektrik enerjisinin %7’si hidroelektrikten sağlanmaktadır. 2008 yılında 58,2 olan hidrolik kaynaklı elektrik enerjisi tüketimi, %8,4 artarak, 2009 yılında 62,2 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir (Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı [US. DOE] 2010).

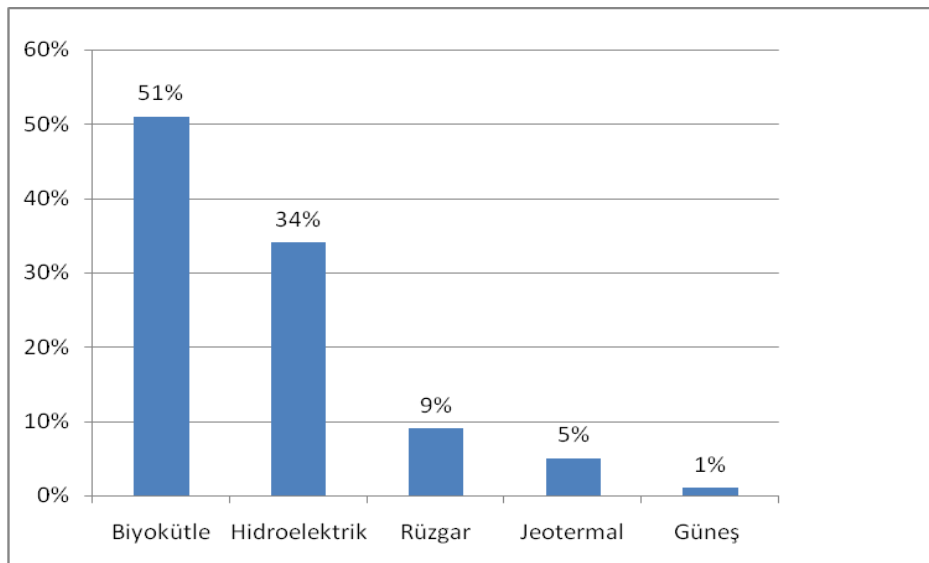
2008-2009 yıllarında ülkede, fosil yakıt (kömür %12, petrol %5, doğal gaz %2) ve nükleer (%1) enerji tüketimi düşerken; yenilenebilir enerji tüketimi (7,8 katrilyon Btu) %5 artmıştır. 2009 yılında enerji arzında yenilenebilir enerji oranı %8 (Şekil 2.2)



olarak gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerji içinde biyokütle %51, hidroelektrik %34, rüzgâr %9, Jeotermal %5 ve güneş enerjisi %1 olmuştur. Bu artışta, 38 eyalette zorunlu, 6 eyalette tercihe dayalı uygulanan ve elektrik enerjisi üreticilerine belli oranda yenilenebilir enerji kullanma zorunluluğu getiren “Yenilenebilir Enerji Portföy Standardı”nın önemli bir katkısı olmuştur. Yenilenebilir enerji üretiminde ayrıca, 2014 yılına kadar firmalara 13 milyar \$ tutarında vergi indirimi uygulamasının da yenilenebilir enerjiye katkısı olacağı beklenmektedir (US DOE-USGS, 2011).

Rüzgâr enerjisi, elektrik enerjisi üretiminde, küresel ısınmaya neden olan karbon emisyonunu önleyen ve maliyet avantajı olan, alternatif enerji olarak görülmektedir. Temiz, tükenmeyen ve yerli kaynak kullanılarak üretilen enerji, mal ve hizmet üretimi maliyetlerini azaltarak hem vatandaşların milyar dolarlarını (tüketicilerinin) tasarruf yapmalarını sağlayacak hem de ülkenin gelecekteki enerji maliyetlerini düşürecektir (Antony, 2008: 33).

**Şekil 2.2. Türlerine Göre Yenilenebilir Enerji Kaynakları (2009)**



Kaynak: (US DOE-USGS, 2011).

Kıyı-ötesi rüzgâr enerjisi, enerji arzını çeşitlendirme, sera gazı salınımını azaltma ve sahil kesimlerinde elektrik üretiminde maliyet avantajı sağlama ve ekonominin ana sektörlerinde canlanmaya neden olması açısından önemli bir enerji kaynağıdır. ABD Enerji Bakanlığı, 2009 Amerikan Ekonomik İyileşme ve Yatırım Yasası (ARRA) temelinde oluşturulan Ulusal Kıyı-ötesi Rüzgar Stratejisi kapsamında

başlatılan Yenilikçi ve Uygulamalı Kıyı-ötesi Rüzgâr Enerjisi (Offshore Wind Innovation and Demonstration-OSWInD) İnisiyatifine 2010 mali yılında, büyük ölçekli rüzgar türbinlerinde teknoloji geliştirilmesi, piyasaya girişleri kolaylaştırma ve yeni teknolojilerin tanıtımı amacıyla, rüzgâr enerjisine 93,4 milyon \$ kaynak aktarılmıştır. Ancak halen ABD, kıyı-ötesi rüzgâr kapasitesi 5 GW olan AB'nin çok gerisindedir (US DOE, 2011-b).

OSWInD inisiyatifinin, rüzgâr enerjisi maliyetlerini azaltmak ve yaygın kullanılmasını sağlamak gibi iki temel amacı vardır. Bu bağlamda ülkede 2020 yılına kadar, 0,10/kW saat \$ maliyetle 10 GW'a ve 2030 yılına kadar 0,07/kW saat \$ maliyetle (kıyı-ötesi toplam kurulu kapasitesini) 54 GW ve çıkarmayı hedeflemektedir. 2011 mâli yılında, OSWInD inisiyatifi rüzgâr enerjisinde teknoloji geliştirme, piyasa engellerini kaldırma ve geliştirilmiş teknoloji tanıtımı gibi üç önemli hedefe odaklanmıştır (US DOE, 2011-b).

Son dört yılda önemli bir kapasite artışı yaratılmış ve 9.994 MW olan rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi, 2009 yılında %40 artarak, 35.155 MW yükselmiştir. Böylece ABD, sektörde %26 pazar payı ile dünya piyasasının %36'sını elinde bulunduran Çin'in ardından 2. sıraya yerleşmiştir. Ülkede elektrik enerjisi üretiminde rüzgâr enerjisi, doğal gazdan sonra ikinci sıraya yükselmiştir (US DOE, 2011-b).

2009 yılında etanol ve biyodizel tüketimi 40 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. Dünyanın en fazla petrol tüketen ülkesi olan ABD, etanol maliyetinin, 2012 yılında benzinle rekabet edecek düzeye getirilmesini hedeflemektedir (Wonglimpiyarat, 2009:6; US. DOE, 2010).

ABD, jeotermal enerjide %30 kapasitesi ile dünya lideridir. Jeotermal potansiyeli açısından en zengin bölgeler, toplamda 2.500 MWe üretim kapasitesi ile Alaska, Kaliforniya, Hawaii, Idaho, Nevada ve Utah eyaletleridir. Genel olarak elektrik üretimi potansiyeli toplamda 9.057 MWe ile 13 farklı eyalete yayılmış durumdadır. ABD, Enerji Bakanlığının (DOE) tahminlerine göre ülkede en az 50 yıl yetecek, 100.000 MW kapasite ile elektrik üretimi yapacak jeotermal enerji kapasitesi mevcuttur. Gelişmiş teknolojilerle bu kapasitenin 500.000 MW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu kapasite var olan elektrik enerjisi kapasitesinin yaklaşık yarısına tekabül etmektedir (US DOE-USGS, 2011; US DOE, 2011-a).

ABD Enerji Bakanlığı (DOE), güvenli, düşük maliyetli ve güvenilirlik seviyesi yüksek sistem donanımlı yeni güneş enerjisi araç ve sistemleri üretebilmek için bilimsel teknolojik ve mühendislikle ilgili engelleri kaldırmaya yönelik araştırma, geliştirme ve pilot uygulamalara destek vermektedir. Enerji Bakanlığına bağlı Enerji Verimliliği ve Yenilebilir Enerji Ofisi, Güneş Enerjisi Teknolojileri Programı, (SETP) kapsamında SunShot İnisyatifini başlatmıştır. İnisyatifin temel amacı, 2020 yılına kadar, güneş enerjisi sistemlerinin toplam maliyetlerini (kurulum da dahil) %75 azaltmaktır. SETP'in amacı, sistem entegrasyonu yanında öncelikle 2015 yılına kadar, güneş enerjisi elektrik maliyetini rekabet edebilir seviyeye getirecek teknolojiler geliştirmektir. SETP kapsamında başlatılan alt projelere, Entegre Şebeke, PV, Yoğunlaştırılmış Güneş enerjisi ve Piyasa dönüştürme 2008 yılında toplamda 24 milyon \$ kaynak ayrılmıştır. SETP ile 300 kilometreye kadar şarjlı akü ile gidebilen veya güneş enerjisi ile çalışan araçlar gibi yenilikçi teknolojilerle, temiz enerji ekonomisine yönelmek ve bu alanda lider olmak önemli bir gösterge olacaktır. İyileştirme Yasası, Gelişmiş enerji Araştırmaları Ajansı, (Advanced Research Project Agency-Energy -ARPA-E) ilk defa bir projeye baştan sona sonuçlanıncaya kadar destek vermiştir. Massachusetts'e başlayan "1366 Technologies," güneş paneli projesi için ARPA-E 4 milyon \$ hibe vermiştir (US DOE 2011-c).

Enerji politikalarının toplum tarafından desteklenmesi, başarı oranını artırmaktadır. ABD'de yapılan bir ankette; genç nüfusun çoğunun hükümet ve iş çevrelerinin sunduğu yenilenebilir enerji politikasına destek verdiği görülmüştür. Sonuç olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecek yıllarda da destek görmeye devam edeceği tahmin edilmektedir (Greenberg, 2009:7). Özellikle Japonya'da meydana gelen depremden sonra, yerli, temiz ve güvenilir enerji kaynağı olarak fosil yakıtlara alternatif olan nükleer enerji seçeneğinin, ciddi bir şekilde tartışılacağı tahmin edilmektedir.

### **2.2.1.2. Japonya**

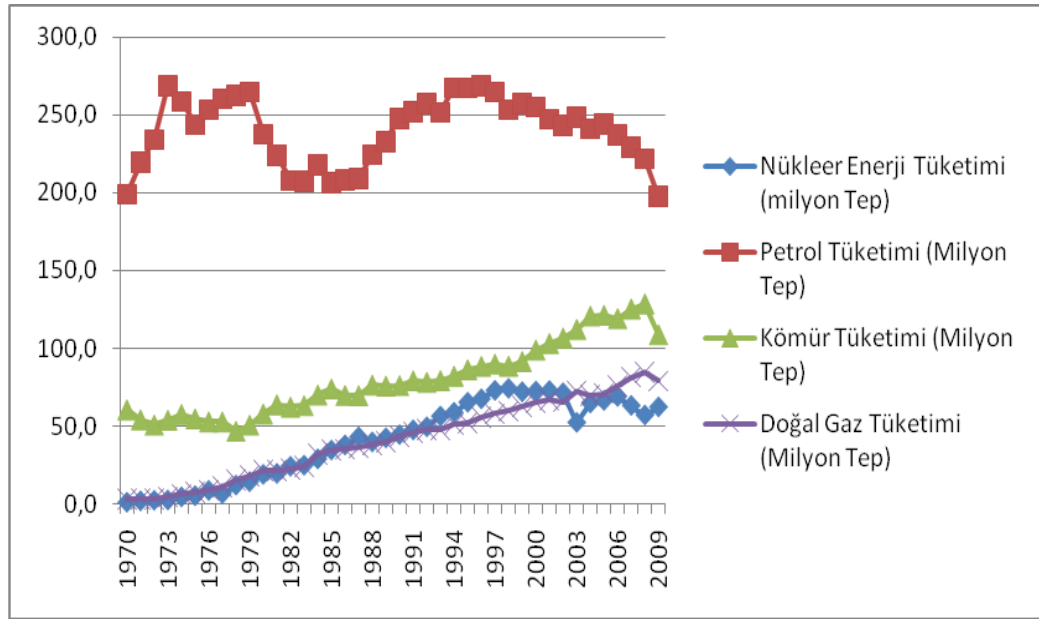
Japonya, 2007 yılı rakamlarıyla, 128 milyon nüfusu, 3621 milyar dolar yurtiçi hâsılası ve kişi başına 28339 dolar geliri ile ABD'den sonra dünyadaki en büyük ekonomidir. Japonya, dünyada enerji tüketiminde ilk sıralarda yer almasına karşın enerji kaynakları açısından son derece fakir bir ülkedir. Bu durum ülkenin başarılı bir enerji politikası oluşturması ve uygulamasında itici güç olmuştur.

1973 ve 1979 yıllarında Japonya'nın yaşadığı derin petrol krizi ve sonrasında kontrol edemediği enerji fiyat dalgalanmalarının ekonomik etkilerini azaltma isteği, enerji verimliliğindeki başarısının temel nedenidir. Dünya Enerji Konseyi (WEC), gelir düzeyi ve enerjiye sahip olma kıstaslarına göre; enerji politikalarının başarısını ölçen bir değerlendirme yapmıştır. Japonya, yüksek gelir grubunda yer alan ve kullandığı enerjisinin %100'nü ithal eden bir ülke olarak, talep yönlü enerji politikasının enerji verimliliği ve çeşitlendirmesindeki başarısıyla en başarılı örnek olarak gösterilmektedir (WEC, 2009).

#### **2.2.1.2.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar**

2009 yılında ülkedeki toplam birincil enerji arzı 463 milyon Tep olup, en büyük pay %45 ile petroldedir. Onu %22 ile kömür ve %16 ile doğal gaz izlemektedir. Ülkede tüketilen petrolün ve kömürün %99'u, doğal gazın %96'ı ithalatla karşılanmakta ve tüketilen toplam nihai enerjinin %82'si ithal edilmektedir. Japonya'nın, 2009 yılı rakamlarına göre enerjide kendi kendine yeterlilik oranı nükleer enerji çıkarıldığında sadece %4, (nükleer enerji ile %17) olarak gözlenmektedir. Şekil 2.3'de görüldüğü gibi, 1970-2009 yılları arasında enerji tüketimindeki artışın, son yıllarda azalma eğilimi göstermesi enerji yoğunluğundaki azalmadan ziyade, 2008 küresel krizi nedeniyle ülkede yaşanan ekonomik daralmayla açıklanmaktadır. 2008 yılında 508,7 milyon Tep olan birincil enerji arzı, 2009 yılında 463 milyon Tep'e gerilemiştir (Japonya Doğal Kaynaklar ve Enerji Ajansı[ANRE] 2010; APEC, 2009).

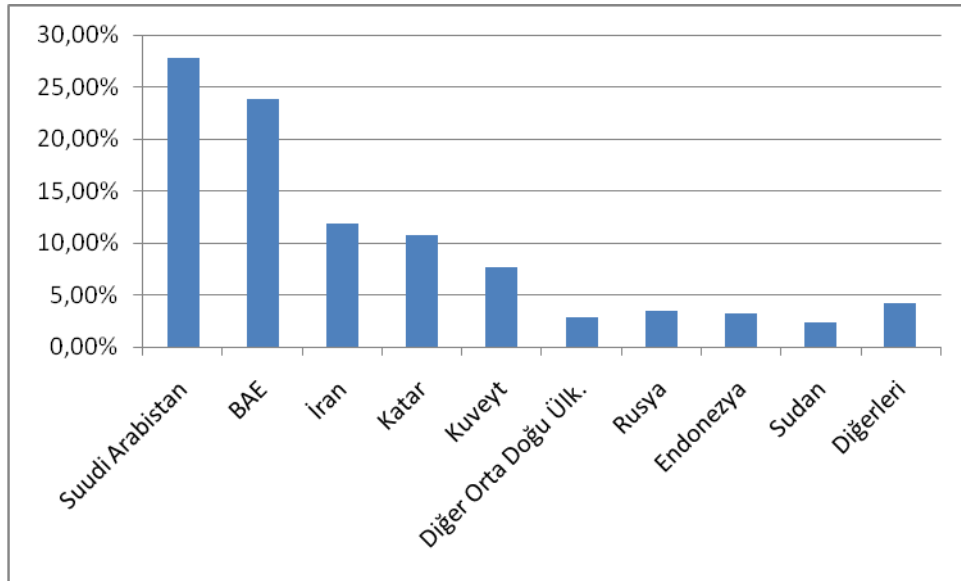
**Şekil 2.3. Japonya Enerji Tüketim Yapısı (milyon Tep)**



Kaynak: ANRE, 2010

2010 yılı verilerine göre; Japonya’da birincil enerji arzında %50 oranı ile başı çeken ve tamamı ithal edilen petrolün, enerji arz kesintisi riskine karşı, ülke çeşitlendirmesine gidildiği görülmektedir. Şekil 2.4’de görüldüğü gibi petrol ithalatını %29 oranıyla başta Suudi Arabistan olmak üzere toplamda %85’i, Orta Doğu ülkelerinden ham petrol olarak tedarik edilmektedir. İthal edilen petrol, yerli rafinerilerde işlenerek elde edilen petrol ürünlerinin ülke içinde tüketimi ve ülke dışına da ihracatı yapılmaktadır. Japonya’nın petrolde enerji güvenliğini artıran tedbirlerden biri de, ham petrol stok kapasitesidir. Ülkede hükümet kontrolünde 51 milyon kilo litre ham petrol stokta tutulurken; özel sektördeki petrol rafinerileri ve ithalatçıların 70 gün yetecek petrol stoku bulundurma zorunluluğu vardır. Japonya, petrol ürünleri talebinin %98,5’ni kendi rafinerindeki üretimiyle karşılamaktadır. 1990 yılında yaşanan körfez kriziyle, Kuveyt ve Irak’tan yapılan petrol ürünleri ithalatı kesilince, arz kesintisi ülkede ham petrol rafineri kapasitesinin artırılmasıyla dengelenmiştir (Japonya Petrol Birliği [PAJ] 2009:21).

**Şekil 2.4. Japonya 2009 Yılı Ham Petrol İthalatı**



Kaynak: ANRE, 2010.

Bir ada ülkesi olan Japonya’da doğal gaz rezervinin çok az olması, tüketimin neredeyse tamamının sıvılaştırılmış doğal gazdan karşılanmasını zorunlu kılmaktadır. 2008 yılında ithal edilen, 68,13 milyon ton doğal gazın %25’i Orta Doğu bölgesindeki (%12 Katar, %8 Birleşik Arap Emirlikleri, %5 Umman) ülkelerden tedarik edilmiştir. Geri kalan ithalatın %20’si Endonezya, %19’u Malezya, %17’si Avustralya ve %10’nu Brunei Darüsselam ve diğer ülkelerden tedarik edilmektedir. Ülkede doğal gaz tüketimi, petrol ve kömürle çalışan elektrik santrallerinin doğal gazla çalışan tesislere dönüştürülmesi ve otomobillerde doğal gaz tüketiminin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (ANRE, 2010:33).

Doğal gazda ithalat bağımlılığına karşı enerji arz güvenliğini artırmak için 50 gün yetecek, 1,5 ton stok kapasitesi ülkenin çeşitli bölgelerine nispeten eşit şekilde dağılmış durumdadır ve ikisi yapım aşamasında 5 ayrı stok merkezi bulunmaktadır. Hükümet yapay metan gazı üretiminde teknoloji geliştirme ve ticari üretimi için geleceğin enerji kaynağı olarak destek vermektedir. Büyük oranda elektrik üretimi için kullanılan doğal gaz, konutlarda ve endüstriyel üretimde kullanılmaktadır. 2007 yılında tüketim, bir önceki yıla göre %7,7 artarak 82 milyon Tep olmuştur (ANRE, 2010:17).

Japonya, tükettiği kömürün tamamını ithal etmektedir. Kullandığı kömürü nispeten siyasî olarak daha istikrarlı olan Pan-Pasifik bölgesinden ve %61 oranında Avustralya’dan ithal etmektedir. İthalatın geri kalan %19’nu Endonezya, %7’ni Çin,

%5'ni Rusya ve Kanada, %1'ni Vietnam, %2'ni diğer ülkelerden tedarik edilmektedir. İthal kömür elektrik enerjisi üretiminde ve konutlarda kullanılmaktadır. Japonya, çevreye duyarlı teknolojiler kullanarak kömürü en verimli kullanan ülkelerin başındadır (ANRE, 2010:23).

**Tablo 2.8. Yenilenebilir Enerji Kümülatif Kurulu Kapasiteleri Gelişimi**

Yıllar	Rüzgar Enerjisi (MW)	Güneş Enerjisi (MW)	Jeotermal Enerji (MW)
2003	761	859	534
2004	991	1132	534
2005	1159	1421	534
2006	1457	1708	536
2007	1681	1919	536
2008	2033	2144	536
2009	2208	2628	536

Kaynak: BP, 2009

2008 yılında, 991,500 GWs olarak gerçekleşen elektrik enerjisi,%28 LNG, %25 nükleer enerji, %25 kömür, %12 petrol, %8 yenilenebilir ve yeni enerjiler ve %1 pompalı hidroelektrik ile üretilmiştir. Ülkede elektrik üretim kapasitesinin, %65'i kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt kullanan (276 GW) tesislerden sağlanmaktadır. Tablo 2.8, 2003-2008 döneminde elektrik enerjisi kapasitesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının artışı göstermektedir. Japonya jeotermal enerjide önde gelen ülkelerdendir. Rüzgar ve güneş enerjisinde yaşanan gelişmelerle kurulu kapasitesini üç katına çıkarmıştır (ANRE, 2010:19; BP, 2009).

Yenilenebilir enerjiye, enerji arz güvenliği, endüstriyel gelişmenin önünü açması ve çevre duyarlılığı açısından son derece önem verilmiştir. Yenilenebilir enerjide rüzgar enerjisi, PV, jeotermal, hidro ve biyokütle gibi enerji kaynakları, dışa bağımlılığı azaltmada ve özellikle elektrik üretiminde alternatif olarak görülmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde sabit fiyat garantisi<sup>4</sup> olan anlaşmalarıyla, elektrik üretimi ve arzı, garantiye alınmaktadır. 2014 yılına kadar, Tablo 2.9'da görüldüğü gibi elektrik enerjisi üretiminde daha yüksek oranda yenilenebilir enerjiden yararlanılması hedeflenmiştir.

<sup>4</sup> Belli bir zamanda, belli fiyatlarla elektrik alınmasını zorunlu kılan yükümlülük

**Tablo 2.9. Japonya Yenilenebilir Enerji Elektrik Üretimi (milyon kW)**

	2008	2009	2010	2014*
Üretim	79,2	-	-	-
Tüketim	97,7	103,8	124,3	173,3
Yeni Hedefler	74,7	100,0	110,3	134,3

Kaynak: METI, 2009

\* Tahmini Rakamlar

2008 yılında Japonya, dünyada foto-voltaik enerji üretiminde %17,6 oranıyla, 1,224 MW ile Çin'in (%25,8) ardından ikinci sıradadır. Fotovoltaik enerji ile elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjinin kullanılması için alınan önlemler;

- Elektrik enerjisi üretimi için yeni izinler verilmesi,
- Tüm tüketiciler için 10 yıllık sabit fiyat garantisi verilmesi,
- 2009 yılı itibariyle uygulamaya başlanması,

şeklinde özetlenebilir. Hükümetin 30 yıllık teknolojik gelişmelere verdiği sübvansiyonlarla üretim maliyeti kW's başına düşürmesine rağmen, (kW's başına ¥ 49 maliyetle) konutlarda kullanmak için hala iki kat pahalıdır. Japonya METİ (Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı) 2020 yılına kadar birincil enerji arzında yenilenebilir enerji oranının %10 olmasını ve yeni teknoloji ve düzenlemelerle, ısınmada daha fazla kullanılmasını hedeflemektedir. Böylece CO2 emisyonunun 24-29 ton ile %1,8-2,2 arasında azalması beklenmektedir. Ülkede 2009 yılında yenilenebilir enerji pazarı 1 trilyon ¥; 2020 yılına kadar iç pazarda 1,3 trilyon ¥ ve teknolojik yenilikler, yeni düzenlemeler ve kıyı-ötesi piyasalara girilmesiyle de 10 trilyon ¥ olması beklenmektedir (Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı [METI] 2010).

Japonya, yerli enerji kaynaklarını geliştirerek, ithalat bağımlılığı azaltmak ve enerji arz güvenliğini artırmak için, nükleer enerji kullanım oranını artırmıştır. 2005 Kyoto Protokolünün etkisiyle "temiz enerji" olarak kabul edilen nükleer güç, elektrik enerjisi üretiminde temel enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir.

2009 yılı itibariyle, (Tablo 2.10) halen çalışan, 54 nükleer tesisin 4484,7 KW kurulu kapasitesi; yapım devam eden ve planlanan toplam 6881,5 KW kurulu kapasitesiyle önemli bir potansiyele sahiptir. 2009 yılında toplam birincil enerji arzı (463,9 milyon Tep) içinde nükleer enerji arzı, 62,1 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir (METI, 2010).



**Tablo 2.10. Japonya Nükleer Kurulu Gücü ve Kapasite Gelişimi (2010)**

<b>Durumu</b>	<b>Sayısı</b>	<b>Toplam MW</b>
Çalışan	54	49.467
Yapım Aşamasında	2	2.756
Planlanan	12	16.555
<b>Toplam</b>	<b>68</b>	<b>68.778</b>

Kaynak: METI, 2009

Nükleer enerji, orta ve uzun dönemde, enerji arz güvenliği açısından, temel enerji kaynağı olarak görülmektedir. 2010 yılı nükleer enerjide, teknoloji üreten ve kullanan yetişmiş eleman ihtiyacını karşılamak için, “Nükleer Enerji İnsan Kaynağı Geliştirme Programları” çalışmalarını başlatmıştır. 2011 yılında oluşturulan çalışma grupları, nükleer enerjide küresel işbirliğini geliştirmeye yönelik faaliyetlere başlamıştır. Bu kapsamda, 24 Aralık 2010 tarihinde Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (METI) ve Türkiye ETKB arasında; 8 Aralık 2010’da Kuveyt ve Polonya Enerji ve Ticaret Bakanlıkları ile işbirliği anlaşmaları imzalanmıştır (METI, 2010).

#### **2.2.1.2.2. Enerji Politikası**

Japonya’da 22 Haziran 1979 yılında çıkarılan ve son otuz yıldır yürürlükte olan enerji tasarrufu ve çevre koruma yasası, kamu ve özel sektörün birlikte yürüttüğü çalışma ile enerji verimliliğinde benzeri görülmemiş bir artış elde edilmiştir. Yasanın yürürlüğünden bugüne kadar tüketilen enerji miktarı %37 oranında azalmıştır. Japonya, dünyada GSYİH başına en az birincil enerji kullanan ülkedir.

Japonya METİ, enerji politikasının birbirini tamamlayan üç temel hedefini “*enerji güvenliği, ekonomik büyüme ve çevrenin korunmasını*” olarak belirlemiştir. 2010 yılına gelindiğinde yeniden revize edilen Japonya enerji politikası, İngilizce karşılığı “*Energy, Environment, Efficiency*” 3E olarak ifade edilen; enerji güvenliği, çevre duyarlılığı ve piyasa mekanizmasıyla arzın verimli kullanımı üzerine inşa edilmiştir. Japonya, önceliği güvenlik ve kamuoyu desteği olan enerji endüstrisi ve sosyal sistem reformları ile 2030 yılına kadar enerji arz ve talep sistemlerini temelden değiştirmeyi hedeflemektedir.

2011 yılı enerji politikasının yeni hedefleri, enerji tasarrufu ve küresel ısınmayı önlemeye yönelik önlemler için uluslararası bir çerçeve oluşturulması, nükleer yakıt döngüsünün kurulması, elektrik enerjisi üretiminde yeni kaynak temini, petrol ve diğer

yakıtların arz güvenliği, enerji ve çevre alanında uluslararası işbirliği ve enerji teknolojisi geliştirme stratejinin belirlenmesi olarak belirlenmiştir. Japon hükümeti, küresel enerji koşullarını dikkate alarak hazırladığı ve temel amacı enerji güvenliğini sağlamak olan Yeni Ulusal Enerji Stratejisi'ni uygulamaya koymuştur. Yeni Ulusal Enerji Stratejisi, 2030 yılına kadar enerji güvenliğinin sağlanmasına yönelik gerçekleştirilmesi öngörülen 5 temel hedefi içermektedir (METI, 2011; PAJ, 2009:13).

Bu hedefler:

- Birincil enerji tüketiminde dışa bağımlılığı azaltarak, enerji arzında %38 olan kendine yeterliliği ikiye katlayarak %70 oranına çıkarmak,
- Ulaşım sektöründe petrol tüketimini %80'e düşürmek,
- Enerji verimliliğini %30 artırmak,
- Elektrik enerjisi üretiminde nükleer payının %30-40'ın üstüne çıkarmak,
- Petrol arama ve geliştirme projelerine yatırım yapmak,

olarak belirlenmiştir. İlk iki hedefin gerçekleştirilmesinde, enerji tasarrufunun artırılması önemli bir politika aracıdır. Aynı zamanda yeni strateji Asya'da enerji güvenliği alanında bölgesel işbirliğinin geliştirilmesini de hedeflemektedir (Sebitosi, 2008:1593; PAJ, 2009).

Japonya enerji politikasının birincil hedefi, enerji arzının makul fiyatlar seviyesinde kalmasını sağlamaktır. Ülkede yerli enerji kaynakları rezervinin çok az olması nedeniyle ülke ekonomisinin enerji arzında %100'e varan dışa bağımlılığını azaltması kolay değildir. Bu nedenle Japonya, gelecekte kendisini bekleyen en önemli tehlike olan enerji fiyat dalgalanmalarına karşı, ekonomisini korumak zorundadır. Ülkede enerji politikasının en önemli konusu, halen birincil enerji arzı içindeki payı %50 olan ve gelecekte de devam edecek olan petrol bağımlılığını azaltmaktır. İkinci olarak 2008-2012 yıllarında Kyoto Potokolu'nün gereği olarak sera gazı emisyonunu 1990'lı yılların %6 aşığına çekmek ve son olarak ulusal ve uluslararası alanda Japon endüstrisinin rekabet gücünü artırmak için gereken ekonomik verimliliği artırmaktır.

1970'li yıllarda yaşanan iki büyük petrol krizi Japonya'nın enerji tasarrufunda önemli bir mesafe kat etmesine vesile olmuştur. Ülkede 1970-2007 aralığında enerji tüketimi, 2007 yılı itibariyle ekonomik büyüklüğün %23,3 oluşturan ulaşım sektöründe 2,1 kat; %31,4 payla konut ve ticari sektöründe 2,5 kat; %45 payla endüstri sektöründe 1,0 kat artarken aynı dönemde GSYİH, 2,3 kat artmıştır. Enerji yoğunluğu bu dönemde

uygulanan tasarruf uygulamalarıyla azalmış ve ülkede yüksek büyümeye rağmen, enerji talebinde dengeli bir artış yaşanmıştır (ANRE, 2010:3).

1973 yılında birincil enerji arzında petrol bağımlılığı, %78 iken 2007 yılında %44'e düşmüştür. Elektrik enerjisi üretiminde fosil yakıt bağımlılığı %65, petrol bağımlılığı ise %12'dir. Birincil enerji arzının yaklaşık yarısı ikincil enerji olan elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Elektrik üretiminde petrolden nükleer, gaz ve kömüre geçiş yaşanmıştır. 2008 yılına gelindiğinde nükleer enerji, nükleer üretimde yakıt olarak kullanılan uranyumun ithal edilmesi nedeniyle tam anlamıyla yerel bir enerji kaynağı değildir (ANRE, 2010:5).

Enerji güvenliği ve küresel ısınmaya karşı enerji tasarrufunun desteklenmesi için Enerji Tasarrufu Yasası ile son 30 yılda %37 oranında verimlilik artışı olmuştur. Enerji tüketiminde GSYİH başına tüketilen birincil enerji miktarında dünya ortalamasının en düşük sistemi ile uygulamalar ve cezalar getirilmiştir. Bu amaçla enerji yönetimi, belli büyüklükte enerji tüketen bina, işyeri ve tesislerde zorunlu kılınmıştır. Enerji tasarrufu amacıyla belirlenen hedefler, vergi indirimleri ile teşvik edilmektedir. Bina Enerji Yönetimi Sistemi ile enerji tüketiminde 2010 yılına kadar, %25 oranında tasarruf kapasitesi oluşturulmuştur.

Birincil enerji arzında petrol %50'lere yaklaşan ithalat oranıyla kırılganlığı oldukça yüksek bir enerji kaynağıdır. 2030 yılına kadar olan ulaşım sektöründe %100 petrol bağımlılığını %80'e düşürmek için Yeni Ulusal Enerji Stratejisi geliştirilmiştir. Tablo 2.11, enerji politikasının verimliliği artırmak ve karbon emisyonunu azaltmak için arz ve talep yaklaşım ve uygulamalarını göstermektedir. Yeni Ulusal Enerji Stratejisinde Ulaşım sektöründe yeni nesil enerji geliştirilmesine yönelik çalışmalar desteklenmektedir. Yeni nesil araçlarda elektrik veya oksijenle çalışan yakıt hücreli otomobillerin yaygınlaştırılması ve uzun dönemde enerji tüketiminin çeşitlendirilmesi hedeflenmektedir. Ulaşım sektöründe biyokütle yakıtı ve gazdan sıvı yakıtı dönüşen sistemlerle enerji çeşitlendirilmesi hedeflenmektedir.

Hükümet, yeni enerji tasarrufu teknoloji ve ekipmanlarıyla enerji tasarruf tedbirleri alan ve yatırım yapan özel sektörde iş çevrelerine, bütçede pay ayırarak, vergi tabloları ve finansal politikalarla destek vermektedir. Ekonomi, ticaret ve Endüstri Bakanlığı'nın bütçede ayırdığı pay 100 milyar Japon yeni olmuştur. Üst düzey

programlarla enerji tüketiminde verimlilik ve özel sektör firmaları arasında, rekabet teşvik edilmektedir (METİ, 2010).

**Tablo 2.11. Enerji Politikası Arz ve Talep Yönlü Uygulamaları**

	Verimlilik	Düşük Karbon
Arz yönlü	Elektrik üretimi ve iletimi	Yüksek verimlilikli doğal gaz çevrim santralleri Yüksek verimlilikli kömür çevrim santralleri Yüksek verimlilikli süper iletkenlerle elektrik iletimi çevrim santralleri
	Ulaşım	Akıllı taşıma sistemi Yakıt hücreli taşıtlar elektrikli hibrit araçlar
Talep yönlü	Endüstri	Yeni ürün üretimi ve işlenmesi Yenilikçi demir ve çelik işleme teknolojileri
	Ticaret	Yüksek verimli konut ve bina inşası Yeni nesil yüksek verimli aydınlatma Ultra yüksek verimli ısı pompaları Yüksek verimli bilgi aparatları ve sistemleri Sabit yakıt hücreleri Ev ve işyerlerinde enerji yönetimi sistemleri
	Maliyet Azaltma	Yüksek performanslı enerji depolanması Gelişmiş enerji elektroniği Hidrojen üretim, taşıma ve depolanması Karbon dioksit tutma ve depolanması

Kaynak: ANRE, 2010.

Japonya, gelişmiş fonksiyonel ürünler satan endüstri modelinden problem çözen, yaratıcı katma değeri olan sistemlerin merkezi olan endüstrilere kayarak, stratejik yeni büyüme alanları oluşturmayı hedeflemektedir. Sistem ihracatına örnek olarak nükleer enerji tesisleri verilmiştir. 2011’de Türkiye ve Japonya arasında devam eden görüşmelerle, nükleer enerji teknolojisi ihracatını gerçekleştirmektedir. Çevre ve enerji endüstrilerinin (yeşil yenilikler) itici gücü ile ekonomik büyümeyi destekleyerek, ülkeyi dünyada çevreye duyarlı, enerji alanında en iyi yapmayı hedeflemektedir. Japonya’nın enerji ve çevre konusunda önemli bir aktör olabilmesi için geliştirilen aksiyonlar iki ana başlık altında sayılmıştır.

### (1) Yeşil Yenilikleri Şiddetle Desteklemek

- Dünyanın en iyi enerji tasarrufu, düşük karbon endüstrilerini, seçmeli ve konsantre destek önlemleri vererek, geliştirilecek,
- Akıllı şebeke (Smart Grid) ve yeni teknolojilerin yaygın kullanımı ile geleceğin şehirleri inşa edilecek,
- Yeşil enerji teknolojilerinin geliştirilmesine öncelik ve hız verilecek,
- Konut, ticari ve ulaşım sektöründe karbon azatılımı teşvik edilecek,

- e. CO<sub>2</sub> emisyonu azaltımına katkı sağlayan enerji ve çevre endüstrilerinin uluslararası alanda yayılması desteklenecek,
- f. Yeni nesil enerji kullanan (akıllı toplumların) yeni toplumun yaratılması ve bir model olarak uluslararası yayılması desteklenecek,
- g. Yenilenebilir enerjinin daha geniş bir alanda yaygınlaşmasını sağlayan sistem oluşturulmasına öncelik verilecek,
- h. Güvenlik öncelikli olarak nükleer güç tesisleri teşvik edilecek
- i. Yerli karbon ticareti sistemleri de dâhil olmak üzere küresel ısınmaya karşı önlemler dikkate alınacak,
- j. Biyoyakıt kullanımına başlanması ve hidrojen enerjisi toplumunun gerçekleştirilmesi için gösterilen çabaları desteklenecek,
- k. Fosil yakıtların kullanımı iyileştirilecek,
- l. CFC<sup>5</sup> ikamesi kullanımıyla, enerji dışı GHG<sup>6</sup> emisyonu azaltımı teşvik edilecek,

**(2) Kaynaklar ve enerji arzının istikrarı için:**

- a. Kaynakların ülke içinde ve dışında istikrarlı arzı güvenceye alınacak,
- b. Japonya petrol arz zinciri ağı kurulcak,
- c. Düşük karbon toplumu kurma hareketi teşvik edilecek

Bunların yanında, Japonya, ekonomik büyümeyi sağlamaya yönelik olarak ilgili endüstrilerde uluslararası rekabette ihracat altyapısını güçlendirmeye yönelik idari ve finansal ve diğer ülkelerle proje, plan ve uygulamada stratejik karşılaştırmalarla destek sağlamayı hedeflemektedir.

Sebitosi (2008:1593), birincil enerji tüketiminde, arz ve talepteki yapısal değişiklikler, ulaşım sektöründe elektrikli araç kullanımını teşvik ederek, biyokütle yakıt oranı, ve yakıt verimliliğini artırarak petrol bağımlılığını %40 azaltmak ve benzer şekilde konutlarda petrol tüketimini tasarrufla %80'e düşürmenin, endüstri sektöründen daha zor olduğuna dikkat çekmektedir. Japonya dünyada ulaşım sektöründe yakıt standardı getiren ilk ülke olmuştur. Üst Düzey Standartlar ile 2006 yılından 2015 yılına kadar her kategoride ortalama hedeflere ulaşmak için yakıt ekonomisinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir (IEA, 2009:56).

Japonya, dünyada petrol ithalatında en büyük üçüncü, LPG ithalatında ise birinci sırada yer almaktadır. Ülkede son döneme kadar enerji arz güvenliği, enerjinin ithalat

<sup>5</sup> Chlorofluorocarbon gazı

<sup>6</sup> Sera Gazı (Greenhouse Gas)

güvenliği olarak algılanmıştır. 2007 yılında yaşanan depremle birlikte, ülkenin elektrik enerjisi iletim sisteminin zarar görmesiyle yaşanan sıkıntılar nedeniyle, yerli enerji kaynaklarının güvenilirliği de tartışılmaya başlanmıştır. Deprem sonrasında bölgedeki nükleer tesisler derhal kapatılmış ve onarımdan sonra elektrik şebeke ağı yeniden yapılandırılmıştır. Depremle birlikte enerji alanında; elektrik enerjisi arz güvenliği, nükleer enerjinin güvenilirliği ve küresel ısınmaya karşı korunmada nükleer enerjiye atfedilen “ana” kaynak olma rolü tekrar ciddi bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır (Japonya Enerji Ekonomisi Enstitüsü [IEEJ] 2011:2).

Nükleer santrallerde yaşanan sorunların, petrol kaynaklarına sahip olmayan ülkede ciddi sonuçlar doğuracak nitelikte olduğu ifade edilmektedir. Ülkede, deprem ve tsunami faciası sonrasında Tokyo'nun kuzeyinde bulunan Fukushima Nükleer santralindeki patlama, ciddi nükleer tehlikeye neden olmuştur. Ülke genelinde bulunan toplam enerjinin %20'sini karşılayan 56 nükleer santral bulunmaktadır. Deprem sonrasında ise 11 nükleer santral kapatılmış ve sürekli veya geçici olarak 9.700 MW'lık nükleer kapasite devre dışı bırakılmış veya kaybedilmiştir. Nükleerde yaşanan bu kaybın, ülkede enerji ihtiyacını artıracığı ve petrol fiyatlarının da yukarı doğru seyrini hızlandıracağı beklenmektedir ( IEEJ, 2011:3).

Japonya, düşük karbon toplumunun hayata geçirilmesinin iki önemli ayağı olan enerji tasarrufu ve CO<sub>2</sub> salımının azaltılmasında, ileri teknolojiyle güneş enerjisi, doğal gaz ve biyogaz bileşimini, yenilenebilir enerjiyi alternatif olarak görmektedir. Biyogaz, fosil kaynaklı gaza karşı küresel ısınmaya neden olmayan ve yenilenebilir enerji alternatifini olarak görülmektedir. Özellikle şehirlerin (lağım atıkları) ve gıda üreten tesislerin atıkları ve endüstri dışı atıkların işleme tabi tutulmasıyla ortaya çıkan, biyogazın 2.230.000 ton potansiyelinin tam olarak kullanılması ve tüketiminin yaygınlaştırılması, durumunda 1.040.000 kilo litre ham petrol tasarruf edileceği tahmin edilmektedir. Güneş enerjisinin, konutlarda soğutma, ısıtma ve sıcak su temininde yaygınlaştırılması gaz tüketimini ve sera gazı emisyonunu azaltacaktır (IEEJ, 2011:7).

Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi'ne (GWEC) göre, Japonya 2010 yılında kurulu rüzgâr gücü sıralamasında toplam 221.000 KW kapasitesi ile dünyada 18. ülkedir. Ülke genelinde karada kurulmuş yaklaşık 1300 rüzgar çiftliği, bölgesel hükümetler ve Eurus Energy Holdings, Electric Power Development, Japan Wind Development Co., Eco-

Power ve Clean Energy Factory başta olmak üzere Japon şirketleri tarafından yönetilmektedir (METI, 2011).

Ülkede 2007 yılında yaşanan büyük deprem ve tsunaminin ardından, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ülkenin kuzeyinde bulunan rüzgâr çiftlikleri yenilenerek 9.0 şiddetinde bir depreme dayanıklı hale getirilmiştir. Rüzgâr enerjisi üretimindeki özel firmalar, yerel otoritelerin talebi üzerine rüzgâr çiftliklerinin hızlı bir şekilde işler hale getirildiğini açıklamıştır. Toplamda 112,900 KW güce sahip olan rüzgâr çiftlikleri 68 bin haneye enerji sağlamaktadır. Son yıllarda rüzgâr çiftliklerinin sayısı önemli ölçüde artmış olsa da, rüzgâr enerjisi ülkenin toplam elektriğinin sadece yüzde 0,2'sini karşılamaktadır. Genel olarak bakıldığında, depremden sonra solar enerji tesislerinin ne boyutta etkilendiğine dair net bir bilgi olmasa da, rüzgâr enerjisi projelerinin depremden oldukça büyük zarar gördüğü ifade edilmektedir (METI, 2011).

Benzer şekilde elektrikle çalışan ev eşyalarında enerji verimliliğini teşvik eden yenilikçi bir politika ile özel firmaların enerji verimliliğini geliştirmesini sağlayacak rekabeti teşvik etmektedir. Bu amaçla Ekonomi Ticaret ve Endüstri Bakanlığı bütçe, vergiler ve enerji politikasının mali desteği ile özel sektörü teşvik etmektedir. Enerji verimliliğini artırmak için yıllık bütçeden ayrılan pay 100 milyar JPY<sup>7</sup> olarak belirlenmiştir. Ülkede enerji istatistikleri açısından önemli bir enerji arz ve talep veri tabanı oluşturulmuştur. Özellikle 2002 yılından sonra endüstride enerji tüketimini izlemek için sağlam bir sistem kurmuştur (METI, 2009).

1973 petrol kriziyle petrol bağımlılığını azaltmak için nükleer enerjiye yönelim artmıştır. Üretilen elektriğin %24'ü nükleer ve %7'si hidroelektrik ve geri kalanı ise jeo-termal, güneş ve rüzgâr enerjisinden elde edilmeye başlanmıştır. 2004 yılında Kansai Elektrik şirketinin yaşadığı kaza ve 2007 yılında yaşanan deprem sonrasında Kashiwazaki–Kariwa'da yaşanan nükleer sızıntı sonucu sektöre uğrayan nükleer enerji üretimi, nükleer enerjinin güvenli olup olmadığı tartışmasını da başlatmıştır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, 2007 yılında yayınladığı raporda Kashiwazaki–Kariwa'nı güvenli olduğunu teyit etmiştir (IAEA,2007). 2011 Mart ayında yaşanan depremin ardından Fukushima Nükleer santralinde yaşanan, patlamalar ve nükleer sızıntı, nükleer enerjinin güvenilirliği ile ilgili tartışmaları yeniden başlatmıştır.

---

<sup>7</sup> Japon Yeni, ¥

### **2.2.1.3. Avrupa Birliği**

Avrupa Birliği (AB), 27 üye ülkesinin, toplamda 500 milyon nüfusu ile dünya enerji tüketiminde önemli bir potansiyele sahiptir. AB'nin kuruluş sebeplerinden biri de kıt kaynakların en etkin şekilde kullanımını sağlamak için işbirliği ve bütünleşmedir. Enerji politikası Avrupa Birliği tarafından görece yakın zamanda yapılandırılmaya ve uygulanmaya başlanmıştır. II. Dünya Savaşının hemen sonrasında Avrupa'da yaşanan enerji krizi, ortak kömür politikasının oluşturulması amacıyla 1951 yılında altı Avrupa devleti arasında Avrupa Kömür ve Çelik Teşkilatı (AKCT kurulmasını sağlamıştır. Enerji arzında dışa bağımlı olan AB'ye üye ülkelerin siyasî birliğinin sağlamlığı ve sürekliliği, kendi enerji kaynaklarının garanti altına alınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Enerji tüketiminde, enerji arz güvenliği açısından, ithal kaynak bağımlılığının yüksek olması, Birliğin enerji alanında ortak politikalar oluşturmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

#### **2.2.1.3.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar**

AB-27 dünyanın en büyük enerji ithalatçısı ve ABD'den sonra ikinci büyük enerji tüketicisidir. Tükettiği enerjinin %53,8'ini ithal etmek zorunda olan Birliğin ithalat bağımlılığı her yıl daha da artmaktadır. 1998-2008 döneminde Tablo 2.12'de AB-27 bölgesinin birincil enerji üretimi ve nihai enerji tüketimi miktarı ile ithalat bağımlılığı oranları verilmektedir. AB-27 bölgesinde enerji tüketimi, son on yılda %4 artarak 2008 yılında 1.799.294 milyon Tep'e yükselmiştir. Tüketimde en büyük paya sahip olan petrol tüketimi %3 ve kömür tüketimi %9 azalmıştır. Son dönemde temiz yakıt olan doğal gaz tüketimi %22'den %24'e ve yenilenebilir enerji kaynakları tüketimi %5'den %9'a yükselmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi, %60 ve doğal gaz tüketimi %19 artmıştır. Petrol ve kömür gibi fosil yakıtların on yıl önce %59 olan tüketim payının %53'e gerilemesi, ithalat bağımlılığı ve çevre endişelerinden kaynaklanmaktadır (Eurostat, 2010-b:32).

2009 yılında küresel krizin etkileriyle, toplam enerji tüketimi bir önceki yıla göre gerilemiş ve 1702,4 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. Enerji tüketim yapısı içinde petrol %36,6, doğal gaz %24,5, katı yakıtlar %15,7, nükleer enerji %13,4 ve yenilenebilir enerji %9 olmuştur (Eurostat, 2011-a).



**Tablo 2.12. Enerji Üretim, İthalat, Tüketim ve Bağımlılık Oranları**

<b>Enerji Kaynakları/Veriler</b>	<b>1998</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Birincil Enerji Üretimi (Milyon Tep)	940	888	870	849	843
Nihai Enerji Tüketimi (Milyon Tep)	1722	1825	1826	1808	1799
Enerji Yoğunluğu (kgoe/1000 EUR '00)	200	181	176	169	167
İthalat Miktarı (Milyon Tep)	1410	1457	1496	1467	1498
Enerji Bağımlılığı (%)	46,1	52,6	53,8	53,1	54,8
Petrol (Bağımlılığı %)	77,0	82,5	83,7	82,6	84,3
Doğal Gaz Bağımlılığı (%)	45,6	57,7	60,8	60,3	62,3
Kömür Bağımlılığı (%)	36,2	55,9	58,6	58,5	64,4

Kaynak: Eurostat, 2010-b:35

Enerji tüketimindeki dağılım, sektörler bazında incelendiğinde, 318 milyon Tep ile en fazla enerji tüketen sektör olan endüstri sektörünü; 374 milyon Tep ile ulaşım, 297 milyon Tep ile konut ve 138 milyon Tep ile hizmetler sektörü izlemektedir (Eurostat, 2010-a).

1997-2007 yılları arasında AB-27 bölgesinde, birincil enerji üretimi, nükleer dışındaki enerji kaynakları üretiminin azalmasıyla %12 azalmıştır. Aynı dönemde enerji üretim yapısı içinde nükleer enerji %28 gibi büyük bir orana sahiptir. Bu nedenle birincil enerji üretimindeki düşüşe rağmen, enerji üretimi, nükleerde yaşanan artışla yükselmiştir. Birincil enerji üretiminde, İngiltere, son dönemde düşüş yaşamasına rağmen enerji üretiminde en başta yer almaktadır. Fransa, Slovakya, Belçika ve İsveç gibi ülkelerde birincil enerji üretiminde nükleer enerji %50 gibi önemli bir orana sahiptir (Eurostat, 2010-b:45).

2008 yılında yaşanan küresel resesyonun etkisiyle, fosil kaynak tüketiminin, azalması 2009 yılında enerji bağımlılığının %5,7 oranında düşmesine neden olmuştur. Rusya 2009 yılında da petrol, doğalgaz ve kömürde AB'nin ana tedarikçisi olmaya devam etmiştir. 2008-2009 yılları arasında birincil enerji üretimi, Birlik üye ülkeleri içinde %4,7 azalırken, son on yılda birincil enerji üretimindeki düşüş eğilimi de özellikle doğalgazda %10,1 ve kömür üretiminde %9,2 gibi büyük oranda gerçekleşmiştir. 2010 yılında AB'nin yenilenebilir enerji üretiminde %8,3 oranında

önemli bir artış meydana geldiği görülmüştür. AB'nin yenilenebilir enerji yatırımlarının çoğunu 2008 ekonomik krizi öncesinde gerçekleştirmiş olması, küresel resesyon ortamında yaşanan artışın en önemli nedenidir. AB-27'nin toplam birincil üretimi içerisinde yenilenebilir enerjinin payı %18,4'e ulaşmıştır. Bununla birlikte elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kapasite artışı, bir dönüm noktasına gelmiş ve her geçen gün daha da önem kazanmaya başlamıştır (Eurostat, 2010-b:46).

AB, önemli bir petrol ve doğal gaz ithalatçısıdır. Genişleme süreciyle birlikte artan ithalat bağımlılığı, arz güvenliği sorununu da beraberinde getirmiştir. AB enerji politikasında, arz güvenliğinin sağlanması giderek daha önemli ve daha zor bir konu haline gelmiştir. Enerji tüketimiyle daha hızlı büyüme sağlayan Birliğin enerji talebi ve dolayısıyla ithalat bağımlılığı da sürekli artmıştır. Uluslararası enerji piyasasında artan sorunlar, Birliğin enerji sektörü ve arz güvenliğine verdiği önemi de artırmıştır. AB, bir taraftan iç pazarın yapılanmasını tamamlamaya çalışırken, diğer yandan üçüncü ülkelerle işbirliğini artırarak enerjiyi, dış ilişkilerinin önemli bir parçası haline getirmeye çalışmaktadır.

Birliğin 1973 yılında %62 olan bağımlılık oranı, 1980'li yıllarda uygulanan politikalarla %40 seviyelerine düşmüş ancak genişleme süreci ile tekrar %54 seviyesine çıkmıştır. AB'nin 2030 yılı itibarıyla petrolde %93, doğal gazda ise %84 oranında dışa bağımlı olacağı tahmin edilmekte; ancak taleplerin hangi kaynaklardan ve nasıl tedarik edileceğinin belirsizliği sıkıntı yaratmaktadır. Son on yılda AB-27'nin, doğal gaz ve petrol ithalatında bağımlılığı sürekli (Tablo 2.12) artmıştır ve gelecekte de artışın devam edeceği tahmin edilmektedir (Euostat, 2010-b: 41).

AB, enerji politikasının önemli bir diğer sıkıntısı, iklim değişikliği endişesi yanında enerji arzında sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. Sera gazı emisyonlarının, %60'ı enerji çevrim santralleri ve endüstri sektörlerinden, %19'u ulaşım sektöründen kaynaklanmaktadır. Geri kalan emisyon oranının %10'u enerji dışı, %8'i endüstriyel üretim ve %3'ü atıklardan kaynaklanmaktadır. Son 18 yılda, ulaşım sektöründe %24 emisyon artışı yaşanırken, tarım, üretim, sanayi ve atık emisyonları azalmıştır. 1990-2008 yılları arasında AB-27 sera gazı emisyonunu, ortalama %11 oranında azaltmayı başarmıştır. Mevcut enerji ve ulaştırma politikalarıyla, bugünkü emisyon oranının 2030 yılında yaklaşık %5 artacağı tahmin edilmektedir (Eurostat 2010-b).

AB'nin derinleşen iç piyasa yapısı ve Kyoto Protokolünün uygulamaya konulması kadar Birliğin genişleme süreci de, Avrupa'nın enerji arzı güvenliğine karşı tutumunu etkileyen faktörler olmuştur. AB, genişlemesi ile toplam enerji ihtiyacının artacağını, fosil yakıtların ithalâtını artırmak zorunda kalacağını ve gelecekte enerji arzında sıkıntılar yaşayabileceğini tahmin ederek önlemler almaya başlamıştır. Birliğin doğal gaz bağımlılığının artması, doğal gaz rezervlerinin yoğun olarak bulunduğu ve rekabete açık olmayan, Rusya Federasyonu, İran, Cezayir gibi ülkelere bağımlı kalması, enerji arz güvenliği riskini artıran nedenlerdir. Bugün enerji ihracatçısı Orta Doğu ülkelerinde yaşanan siyasî rejim krizlerinin, uzun vadede enerji piyasalarını nasıl etkileyeceği merak edilmektedir.

AB'de gerçek anlamda bir enerji iç pazarının oluşturulamamış olması, enerji politikasındaki en önemli sorunlardan birisidir. Avrupa Komisyonu, enerji iç piyasasında yaşanan liberalizasyona rağmen; halen tam rekabet ortamının sağlanamamasının önünde ciddi engeller olduğunu belirtmektedir. Söz konusu engellerin, piyasa konsantrasyonun fazla olması, sektörde dikey entegre şirketlerin hakim durumda olmaları, şeffaflığın olmaması, sınır ötesi ticaretin az olması ve fiyatların rekabetçi bir ortamda oluşmaması olarak sıralanmaktadır. Enerji piyasalarının monopolistik yapısını koruması, elektrik ve doğal gaz piyasalarının verimsiz çalışmasına ve rekabetçi olmayan bir ortamda oluşan fiyatlar nedeniyle tüketicilerin ekonomik anlamda zarar görmelerine sebep olmaktadır.

Enerji sektöründe yaşanan tüm bu sıkıntıların giderilebilmesi amacıyla, Avrupa Komisyonu 2007 yılından bu yana önemli atılımlar gerçekleştirmiştir. Artan dış bağımlılık, yeni yatırımların gerektireceği maliyetler, iklim değişikliği, çevre kirliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının ve enerji verimliliğinin artırılması gibi birbirleriyle bağlantılı ve çoğu zaman siyasî, sosyal ve ekonomik açılardan hassas olan alanlarda ortak politikaların uygulanmasına karar verilmiştir. Önerilen yeni ortak enerji politikasıyla üye devletlerin iklim değişikliği, güvenli enerji arzının sağlanması, enerji etkinliği, yenilenebilir enerjiler, düşük karbon teknolojileri gibi alanlarda Ar&Ge yatırımlarının yapılması gibi alanlarda önemli adımlar atılmıştır (Fouquet ve Johansson, 2008:4077).

AB Komisyonu, Parlamento ve Konsey'e gönderdiği, Avrupa'nın Yenilenebilir Enerji Politikası Taslak Direktiflerinde, yenilenebilir enerji kaynaklarına vurgu

yapmaktadırlar. 2008 yılı Ocak ayında hazırlanan taslak Avrupa yenilenebilir enerji politikasının ilk kilometre taşı olarak ve uluslararası topluma, 2020 yılına kadar Avrupa’da toplam nihai **enerji** tüketiminde %20 yenilenebilir enerji kullanımı hedefini yakalamada bağlayıcı bir katılım açısından örnek olarak sunulmaktadır (Fouquet ve Johansson, 2008:4079). COM (2010) 639/3, direktifinde, yenilenebilir enerjide, rekabetçi, sürdürülebilir ve güvenli enerji kaynağı olarak, 2020 yılına kadar ulaşılabilecek olan hedefler yeniden belirlemiştir. Bu hedeflere ulaşmak için Birlik üyesi ülkelerin ortak enerji politikası doğrultusunda, yeni yatırımlar gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerjide Ar&Ge ve altyapı yatırımlarının artması, üretim maliyetini düşürecektir. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği’nin (EWEA) 2020 yılı hedefleri doğrultusunda yaptığı hesaplamalara göre, AB genelinde yıllık, 62 ile 70 milyar € yatırım yapılması, yenilenebilir enerji maliyetlerini %10 düşürecektir (EC, SEC(2011)131:4).

#### **2.2.1.3.2. Enerji Politikası**

AB enerji politikası, kömürle ilgili yasal temelini AKÇT, nükleer enerjiyle ilgili olarak EURATOM Antlaşmalarından almaktadır. Ancak AT’yi kuran Antlaşma’da diğer alanlardaki düzenlemelere ilişkin herhangi bir hüküm bulunmamaktadır. Bu nedenle Topluluğun enerji politikasının tam anlamıyla oluşumu ancak 1974 yılından sonra gerçekleşmiştir. 1973 petrol krizinde, tüketilen enerjinin %67’sinin petrolden sağlanması ve yeni bir kriz ya da OPEC ülkelerinin muhtemel bir boykotu halinde büyük sıkıntıya düşebileceğini fark eden Topluluk, petrole bağımlılığını azaltmak amacıyla, enerji kaynaklarını çeşitlendirme kararı almış ve nükleer santrallerin yapımına başlamıştır. Ayrıca bütün Batılı sanayi ülkeleri 1974 yılında kurulan Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) çerçevesinde ortak rezervler oluşturmaya başlamışlardır. 1983 yılında daha kapsamlı ve uzun vadeli hedefler içeren bir politika oluşturulması gündeme gelmiş ve 1988 yılında Komisyon “*Enerji İç Pazarı*” oluşturulmasına ilişkin raporun kabulünden sonra enerji alanında daha liberal bir politika izlenmeye başlamıştır.

Liberalleşme ve enerji piyasalarının uluslararası boyut kazanması ve serbest ticaretin desteklenmesi, hem enerji talep eden sanayileşmiş ülkelerin; hem de enerji üreten ülke ve ülke gruplarının enerji hammaddesini stratejik bir mal olarak görmelerini sağlamıştır. AB, ABD ve Japonya gibi ülkeler, 1970’li yıllarda yaşanan petrol

krizlerinden sonra 1990'lı yıllara gelindiğinde enerji arzında yaşanabilecek kesintilere karşı strateji geliştirmeye başlamışlardır.

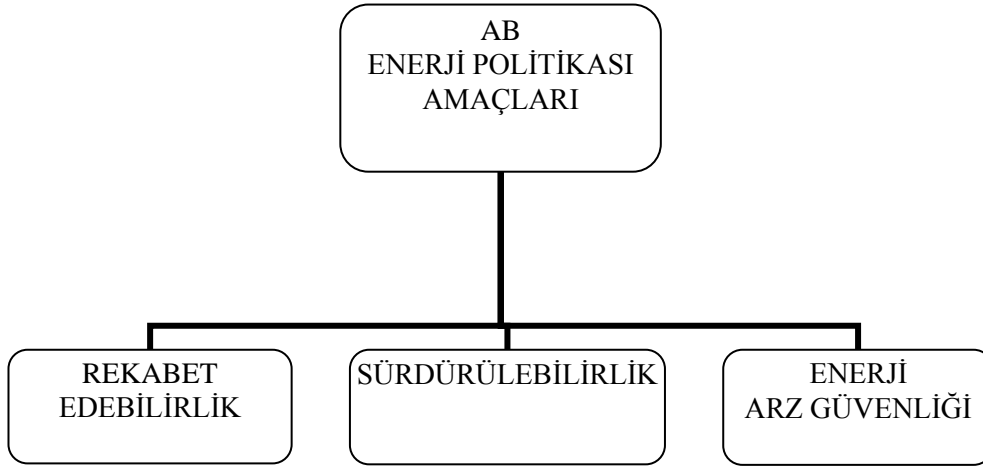
1990 yılından itibaren AB, enerji kullanımında sağlanan verimlilik ve Orta Doğu ve Avrupa ülkeleri ile geliştirilen iyi ilişkiler sayesinde ciddi sorunlar yaşamamıştır. Enerji arz güvenliğini artırmak, enerjinin üretimi, iletimi, dağıtımı ve kullanımında verimliliğin en üst düzeye çıkarılması ve çevre problemlerini en aza indirmek, 1991 yılında Lahey'de imzalanan Avrupa Enerji Şartı'nın başlıca hedefleri arasındadır. Bu amaçlar doğrultusunda, 1998 yılında Avrupa Komisyonu "*Ortak Analiz Projesi*" çalışmalarını hayata geçirmiştir. Projenin alt konu başlıkları arasında dünya enerji talebinin geleceği, elektrik ve doğal gaz piyasalarının liberalleştirilmesi, çevrenin korunması alanında yeni standartlar belirleyen Kyoto Protokolü'ne uyum sağlanması ve enerji üretim/tüketiminde verimliliğin artırılması amaçları vurgulanmıştır.

Tek Pazar'ın kurulmasıyla birlikte, bazı ülkelerin ucuz enerji kullanım avantajından yararlanması bir sorun olarak görülmeye başlanmış ve enerji sektörü dâhil edilmeden tam anlamıyla bir Tek Pazar'a ulaşılamayacağı fikri hakim olmuştur. Bu nedenle 2007 yılına kadar elektrik ve doğalgaz piyasalarının tamamının serbestleştirilmesi hedeflenmiştir.

AB, ilk defa 2000 yılı Yeşil Kitapta, 1998 yılında %36 olan enerji tüketiminde dışa bağımlılığının, Kuzey Deniz'indeki petrol ve doğal gaz rezervlerinin tükenmesiyle birlikte 2030 yılında, daha da genişlemiş bir AB (muhtemelen 30 üyeli) için %60'a çıkacağı tahminiyle uyarı yapmıştır (Gsnanounou, 2008:3736). 2007 yılında AB Konsey'i, dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla 2020 yılına kadar toplam nihai enerji tüketiminin %20'sinin yenilenebilir enerjiyle karşılanmasına ilişkin bağlayıcı bir hedef belirlemiştir (Fouquet ve Johansson, 2008: 4079).

AB'nin, enerji politikasını oluştururken, fosil yakıt tüketimi ve ithalat bağımlılığının yüksek olması ve çevre endişeleri ile hareket ettiği gözlenmektedir. AB enerji politikasını iç politika ve dış politika ayağı olarak ikiye ayırmak mümkündür. Dış politika ayağının amacı, enerji arz güvenliğini sağlamak ve bu amaçla kaynak çeşitliliği yaratmaktır. İç politika ayağının hedefleri ise, yine aynı endişelerden hareketle, özellikle iç pazarda homojen bir enerji üretim, iletim ve dağıtım altyapı ağı oluşturmaktır.

**Şekil 2.5. AB Enerji Politikası ve Temel Amaçları**



AB'nin enerji politikası; küresel piyasada yaşanan ve enerji arz güvenliğini tehdit eden risklere karşı; rekabet edebilirlik, sürdürülebilirlik ve enerji arz güvenliğini artırıcı amaçları (Şekil 2.5) doğrultusunda; güvenli, ucuz, insan sağlığı ve çevre açısından temiz ve tehlikesiz enerjiyi kesintisiz bir şekilde/sürekli sağlamak, aynı zamanda da yeni enerji sistemleri geliştirmek ve enerji iç pazarını tamamlamayı hedeflemektedir (AB Komisyonu [EC]2011).

Petrol ve doğal gaz ithalat koşullarının ağırlaşması ve yükselen ve gelişmekte olan ekonomilerin artan enerji ihtiyacı, ülkeleri güvenli yeni, çeşitlendirilmiş ve güvenilir arz yollarını koruyacak güçlü mekanizmalar geliştirmeye yöneltmektedir. AB, Şekil 9'de gösterilen amaçlara ulaşmak için Enerji Politikasının temel hedeflerini altı başlıkta toplayarak açıklamıştır (EC, 2011).

1. Rekabet gücünü artırmak,
2. Enerji arzı güvenliği ve çevrenin korunması arasında denge kurmak,
3. Toplam enerji tüketiminde (yerli) kömürün payını korumak,
4. Toplam enerji tüketiminde doğalgazın payını artırmak,
5. Nükleer enerji santralleri için azamî güvenlik şartları tesis etmek,
6. Toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynakları payını artırmak,

Enerji politikasının amaç ve hedefleri izlenecek stratejilerin de belirginleşmesini sağlamıştır. Yükselen enerji fiyatları, ithal enerji bağımlılığının artması, AB, enerji

güvenliği ve rekabet gücünü tehdit etmektedir. AB Enerji Politikası 2020 Stratejisi; rekabet edebilirlik, sürdürülebilirlik ve enerji arz güvenliğini artırıcı amaçlarını gerçekleştirmeye yönelik 5 öncelikli alanında temel çerçeveyi belirlemiştir.

1. Enerji verimliliği,
2. Avrupa entegre enerji piyasasının oluşturulması,
3. Güvenli ve güvenilir enerjiye ulaşım,
4. AB'nin yeni ve yenilikçi enerji teknolojilerinde lider olması,
5. AB enerji piyasasının dış boyutunun güçlendirilmesi,

Enerji arz güvenliği önlemlerinin en başında, enerji tasarrufu ve verimlilik artışı ve enerji tüketiminin azaltılması sayılmaktadır. Bu amaçla AB, 2020 yılında enerji tasarrufu hedefini %20 olarak belirlemiştir. Ülke ekonomisinin rekabet gücünü artırmaya yönelik olarak, özellikle sanayi ve hizmetler sektöründe enerji tüketiminin azaltılması için alınacak tedbirler, sektörlerde rekabet gücünü artırırken aynı zamanda enerji güvenliğini de olumlu etkilemesi beklenmektedir.

### ***1.Enerji Verimliliği***

Enerji verimliliği, AB'nin Avrupa 2020 stratejisinin, kaynakları verimli kullanan, sürdürülebilir bir ekonomiye geçişinde en önemli ayağını oluşturmaktadır. AB, 2020 yılına kadar, birincil enerji tüketimini %20 azaltarak verimlilik artışı ve sera gazı emisyonunda %20 azalma hedeflemektedir. İlk göstergeler, üye ülkeler bazında hedeflenen oranlara ulaşmanın farklı ulusal politikalar nedeniyle çok kolay olmayacağı yönündedir. AB'nin 20-20-20 hedefi, Aralık 2009 ayında Kopenhag'da yapılan BM İklim Değişikliği Sözleşmesi 15. Taraflar Toplantısı'nda AB'nin açıkladığı ve sonuç bildirgesine yansıttığı iklim değişikliği çerçevesinde sera gazı emisyonlarının azaltılması ve küresel ısınmanın iki derecenin altında tutulması hedeflerine de önemli bir katkı olarak görülmüştür (EC,2011).

Enerji tüketiminin azaltılması hedefleri, AB'nin toplam enerji tüketimini karşılayan kaynaklarda dışa bağımlılığı azaltan, enerji arz güvenliğini artıran önemli bir araç olarak görülmektedir. Sanayi ve hizmet sektöründe %20 tasarrufla enerji tüketiminin azaltılması ve yapılacak olan 20 milyar € doğrudan tasarrufla rekabet gücünün artırılması hesaplanmaktadır. Toplamda 400 milyon Tep enerji tasarrufunun

rekabet gücünün artmasına ciddi katkılar sağlayacağı ifade edilmektedir (Avrupa Birliği [EU] 2009).

AB, enerji verimliliği 20-20-20 hedefine ulaşabilmek için, mevcut müktesebatı geliştirme yönünde çalışmalar başlatmıştır. Bu kapsamda, binalarda enerji performansı, enerji etiketleri ve kojenerasyon mevzuatlarının revizyonunu öngören AB’de, enerji verimliliği paketini yürürlüğe sokma çalışmalarına hız kazandırılmıştır.

AB 2020 yılına kadar, “20-20-20” hedeflerine ulaşmak için aşağıdaki girişimlerin bir an önce hayata geçirilmesi konusundaki hassasiyetini ifade etmektedir. AB, 2010/31 Bina Enerji Performansı Direktifi (EPBD), geleceğin konutlarında yaklaşık sıfır enerji tüketimini hedeflemektedir. 2020 hedeflerine ulaşmada, aşağıdaki başlıklar altında başlatılan çalışmaların, son derece önemli olduğuna vurgu yapılmaktadır.

- Bina Enerji Performans Direktifi revizyonu,
- Enerji Etiketleme Yönetmeliği revizyonu,
- Eko-tasarım Direktifi uygulanmasının yoğunlaşması,
- Kojenerasyon teşviki,
- Faydalı uygulamaların teşvik edilmesi,
- Uyum Politikası Fonlarının artırılması,
- 'Yeşil Vergi' oluşturulması,

AB, enerji verimliliğini artırmak için gerekli politika ve uygulamaları için Avrupa Enerji Verimliliği Eylem Planı ve Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planlarını devreye sokmuştur (EC, 2011). Enerji verimliliğinin geliştirilmesinde tüketicinin bilinçlendirilmesi de önemli bir adımdır. Enerji verimliliğinin potansiyel faydaları hakkında oldukça düşük olan farkındalığın artırılması için uygulanacak tedbirler üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. AB’nin enerji verimliliği tedbirleriyle sağlanacak tüketim düzeyinin azalma potansiyeli; sanayide %19, ulaşımda %20, konutlar ve hizmet sektöründe %30 olarak belirlenmiştir (EU, 2009; EREC, 2011).

AB’nin enerji tüketiminin azaltılmasında beklediği bir diğer fayda, enerji verimliliği ürün, araç ve hizmetlerinin yeni bir pazar yaratarak, AB iç piyasası ve ihracata yönelik olarak, yeni iş alanları ve istihdam fırsatları yaratmasıdır. AB’nin enerji tüketiminde konut ve ulaşım sektörü önemli bir tasarruf potansiyeline sahiptir. AB-27



genelinde bu potansiyeli kullanmak için yapılması gereken öncelikli konular aşağıdaki ana başlıklar altında sayılmıştır;

- Konutlarda yenilenme, kentsel dönüşüm oranının hızlandırılması,
- Tüm kamu ürün ve hizmetlerini içeren yeni enerji kriterleri getirilmesi,
- Enerji tasarrufu hedeflerine ulaşmak için finanman geliştirilmesi,
- Ulaşımında sürdürülebilirliğin geliştirmesi,
- Petrol bağımlılığının azaltılması.

AB ve üye ülkelerin ulusal politikalarında yer alan güneş enerjisi ve elektrik enerjisi şebeke ağını destekleyen endüstriyel SET-planı ve Avrupa Ekonomik Toparlanma (EPR) Plan'ı, kapsamında devreye sokulan Akıllı Şehirler İnisiyatifi'nin amacı; iklim değişikliği politikası kapsamında büyük şehirlerde enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir enerjiyi yaygın olarak binalarda kullanmaktır. Sistemik ve yenilikçi bir yaklaşımla inisiyatifin temel araçları; enerji (arz ve talep) yönetimi, yeni teknolojilerle binalarda yerel enerji şebeke ağı bağlantıları ve ulaşımında alınan önlemler olmuştur. Akıllı şehirler inisiyatifi, aynı zamanda da ulaşım sektöründe “yeşil arabalar” projesi ile de özel ve kamu ortaklığının çalışma alanlarını kapsamaktadır. İnisiyatif, pilot bölgelerde yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak, verimliliği yüksek binalarla şehirlerin ısıtılması ve soğutulması sistemleri ve ulaşımında düşük karbonlu, alternatif yakıt kullanan araçların kullanılması çalışmalarına başlamıştır. Program dâhilinde yapılan çalışmaların 10 yıllık süreçte test uygulamalarının maliyetinin 10-12 milyar € olması tahmin edilmektedir (AB mevzuatı [SEC(2009):1295]).

AB, enerji tüketimini azaltacak Ar&Ge ve teknoloji geliştirme çalışmalarını ve çevre mevzuatı kapsamında çevrenin korunmasına yönelik kuralları, enerji verimliliğini geliştirecek araçlar olarak görmektedir. Emisyon azalımı ile enerji verimliliği arasındaki ilişki ve paralellığe bağlı olarak emisyon ticareti enerji verimliliğinin geliştirilmesine katkı sağlayacak diğer bir araç olarak görülmektedir. AB, sanayi politikaları ve bu politikalar kapsamında enerji verimliliği tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasını da enerji verimliliği hedeflerine ulaşmada bir diğer araç olarak görmektedir. Devlet desteği ve vergilendirme de, enerji verimliliğini geliştirmede önemli bir araçtır. Bu kapsamda, enerji verimliliği mevzuat ve tedbirlerine uyumlu üretim, hizmet ve faaliyetlerin devlet yardımları ile desteklenerek teşvik edilmesi, mevzuat ve tedbirlere uyumlu olmayanların vergilendirme uygulamaları ile caydırılması söz konusudur (SEC (2009)1295).

## ***2. Avrupa Entegre Enerji Piyasası***

AB, iç pazarda, 2020-2030 Avrupa enerji altyapısını oluşturacak olan, Avrupa, Doğal Gaz İletim Sistemleri Operatör Ağı, (European Network of Transmission System Operators for natural gas (ENTSO for Gas) ve Avrupa Elektrik İletim Sistemleri Operatör Ağı'nı, (The European Network of Transmission System Operators for electricity (ENTSO electricity) devreye sokacak ve uyum ve standart dizasyon kuralları ile enerjinin serbest dolaşımının önünü açacaktır. Böylece enerji piyasalarına yeni girenler ve bağımsız tedarikçiler, tüketicilere tercih yapma imkânı sağlayacaktır. Piyasadaki özel teşebbüslerin, yasal koruma ile uzun vadeli plan ve yatırım yapmaları kolaylaştırılacak ve AB bölgesi enerji piyasasının rekabete açık uyumlu (entegre) ve akıllı altyapısının oluşması sağlanacaktır.

2009 yılında Avrupa Parlamentosu ve Konsey'i, krizin ekonomik etkilerinden kurtulmak için enerji alanındaki projelere finansal destek sağlamayı amaçlayan yeni bir (EC, No:663/2009) düzenlemeyle, Avrupa Ekonomik Toparlanma (EEPR) Planını hazırlamıştır. Brüksel'de, 27.04.2010 tarihinde (COM(2010)191final) yapılan toplantıda; doğal gaz iletim projeleri için toplam 301 milyon € yatırım yapılmasına karar verilmiştir. Herhangi bir kısa dönem arz kesintisine karşı, ters iletim altyapı ve donanım yatırımları için yaklaşık 80 milyon €, elektrik enerjisi ağı için yaklaşık 1 milyar €, rüzgâr enerjisi projeleri 565 milyon €, karbon tutma ve depolama yatırımları için 1 milyar € maksimum finansal katkı sağlanmasına yönelik planlama karara bağlanmıştır (Avrupa Ekonomik Toparlanma Planı [EEPR] 2010).

AB, 2020 yılı enerji politikası hedeflerine ulaşmada, ekonominin sinir sistemi olarak gördüğü enerji altyapısını oluşturmayı öncelikli hedefleri arasına almıştır. Böylece, enerji arz güvenliğini sağlamada öncelikli çalışma alanları;

- Gaz ve elektrik altyapısı,
- Kıyı-ötesi rüzgâr enerjisi,
- Karbon tutma ve depolama

olarak belirlenmiştir. Avrupa'da, enerji arz güvenliği açısından gelecek 20-40 yıllık süreçte yerli kömür rezervlerinin tükenme riski yoktur. Bu nedenle yeni teknolojilerle yerli kömür kaynakları tüketiminin artırılması teşvik edilmektedir (SETIS, 2011).

Enerji arz güvenliği açısından, petrol ve doğal gazdaki arz kesintisi kısa vadede, boru hatlarında ortaya çıkabilecek teknik arızalar ve hava koşulları; uzun vadede ise;

enerji kaynağı ihraç eden veya enerji nakil hatlarının geçtiği ülkelerde zaman içinde ortaya çıkması muhtemel siyasî istikrarsızlıklar ve rejim bunalımları olarak ifade edilmektedir. AB ülkeleri, enerji arz güvenliği riskini en aza indirebilmek amacıyla yıllık doğal gaz tüketimlerinin %20'si kadar bir miktarı depolama imkânı yaratmışlardır. AB ülkelerinin üyesi olduğu Uluslararası Enerji Ajansı, bu bağlamda, petrol alanında da depolama kabiliyeti yaratılmasını savunmaktadır (SEC(2009) 1295).

**Tablo 2.13. AB’de Elektrik ve Doğal Gaz Sektörü Yatırım İhtiyacı (2010-2020)**

Yatırım Alanları	Maliyeti
Elektrik Dağıtım	~ 500 milyar €
• Yenilenebilir	• ~ 370 milyar €
Doğal Gaz İletim	~ 400 milyar €
Doğal Gaz Dağıtım	~ 200 milyar €
Toplam Yatırım İhtiyacı	1100 trilyon €

Kaynak: EC, 2011.

Enerji arz güvenliği açısından, 2010- 2020 döneminde petrol ve doğal gazdaki arz kesintisi riskine karşı, Tablo 2.13’de görüldüğü gibi elektrik üretiminde, 370 milyar €’luk kısmı yenilenebilir enerji üretimi olmak üzere yaklaşık 500 milyar € ; doğal gaz iletim ve dağıtım, sistemlerin en yeni teknolojilerle modernize edilerek yenilenmesi için yaklaşık 600 milyar € olmak üzere toplam 1,1 trilyon € yatırım yapılması gerekmektedir (EC, 2011).

Elektrik iletim ve dağıtım için yapılan yeni yatırımların, elektrik kayıplarını azaltarak, sürdürülebilirlik açısından hem sera gazı emisyonu azaltılması hem de arz güvenliği açısından fosil yakıt kullanımının azalması gibi faydalarına vurgu yapılmaktadır. Elektrik şebeke ağı maksimum kapasite ile çalıştığında 2020 yılına kadar yıllık 30 milyon ton ve 2030 yılına kadar yıllık 60 milyon ton ve 2010-2030 arasında toplamda 600 milyon ton CO<sub>2</sub> emisyonunu engelleyecektir. İletim ağındaki verimlilik artışı, 2020 yılındaki talebin %1’ni karşılayacak düzeyde olması beklenmektedir. Ağ şebekesindeki kayıp ve kaçaklarının azalmasıyla elde edilecek verimlilik artışının, 2020 yılına kadar 10 milyon Tep ve 2030 yılına kadar 25 milyon Tep ve kümülatif toplamda ise 2010-2030 yılları arasında 250 milyon Tep fosil yakıt kullanımının önlenmesine neden olacaktır. AB elektrik ağı sistemi, birincil enerji kullanımı ve çeşitliliği; güvenilir ve kaliteli ağ şebekesi ve elektrik enerjisi iletimindeki kapasite yeterliliği açısından arz

güvenliğinin artmasına da katkı sağlayacaktır (AB Stratejik Enerji Teknolojileri Bilgi Sistemi [SETIS] 2009).

AB-27 birincil enerji tüketiminin yapısında petrolün oranı azalsa da özellikle ulaşım sektöründe hala önemli bir enerji kaynağı olmaya; doğal gaz birincil enerji içindeki oranı %21 ile artmaya devam edecektir. Yeni Enerji Politikası, petrol ve doğal gaz fiyatlarının yükselmesi olasılığı ile 2020 yılı hedefinde, elektrik enerjisi üretiminde petrol ve doğal gazın payını %24 ile sınırlı tutmayı istemektedir (SEC(2008) 2871).

AB, Yeni Enerji Politikası kapsamında artan yatırımlarla tüm Avrupa'ya ve gelecekte tüm bölge enerji sistemlerini içine alacak, büyük ölçekli doğal gaz ve elektrik iletim ve dağıtım ağı altyapısını oluşturmayı planlamaktadır. Bu bağlamda, gerçekleştirilmesi planlanan, 2020 Avrupa petrol, doğal gaz ve elektrik enerjisi şebeke ağı altyapısı sisteminin 4 ana hat güzergâhı ve faaliyet alanı ve amacı belirlenmiştir

*1.Hat:* Kuzey Denizi kıyılarındaki Kuzey ülkelerinden başlayarak Orta Avrupa'da Alpleri içine alacak şekilde kıyı-ötesi elektrik ağı şebekesi 2020 yılına kadar oluşturulacaktır. Bunun için Kuzey Deniz'indeki kurulu üretim kapasiteleri bütünleşik hale getirilerek üretim ve tüketim merkezlerinin birleştirilmesi hedeflenmektedir (EC,2010:15).

*2.Hat:* Özellikle İberya Yarımadası ile Fransa arasını bağlayarak, Güney-Batı Avrupa'da rüzgâr, hidroelektrik ve güneş enerjisi ağ bağlantısını uyumlaştırarak birbirine bağlamak; ilave olarak ta Kuzey Afrika'nın yenilenebilir enerji kaynaklarından daha iyi verim elde etmek için Orta Avrupa'daki altyapıyı birbirine bağlamayı hedeflemektedir (EU, 2011:15).

*3.Hat:* Orta Avrupa ve Güney Doğu Avrupa arasındaki bağlantılar; Kuzey-Güney ve Doğu Batı enerji akış yönlerini güçlendirerek, stok kapasite bağlantıları ve 2015 yılına kadar tamamlanması planlanan enerji adaları arasında entegrasyonu sağlayacak, piyasayı ve yenilenebilir entegrasyonunu destekleyecektir.

*4.Hat:* Ara bağlantılı Baltık Enerji Piyasası Planını, (BEMIP) tamamlayarak, Baltık Devletleri ve AB arasında entegrasyonu sağlamak için, bu ülkelerin kendi iç şebeke ağlarının güçlendirilmesi ve Finlandiya, İsveç ve Polonya arasındaki bağlantıların Polonya ağı aracılığı ile doğu ve batı iç bölgeleri arasında bağlantıların kuvvetlendirilmesi hedeflenmektedir.

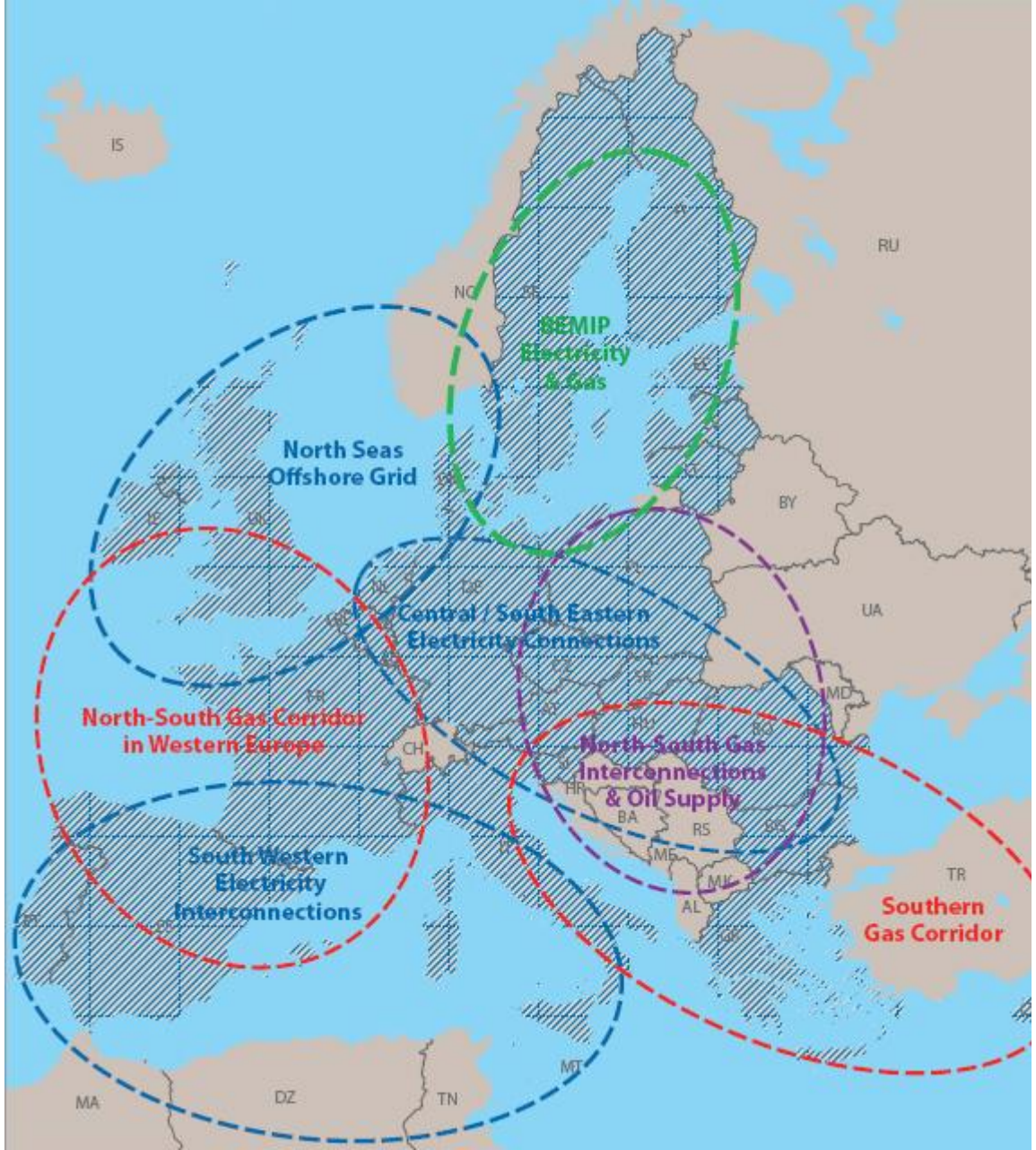
AB, ara bağlantılı ve esnek doğal gaz ağını, gaz tedarikinin/arzının çeşitlendirilmesi; ulusal sınırlara bakılmaksızın her hangi bir kaynaktan veya AB bölgesi içinde herhangi bir yerden satılan veya getirilen doğal gazın tedariki için gerekli altyapının inşa edilmesi amacıyla başlatılmıştır. Böylece ürününü satmak isteyen üretici/tedarikçiler için, daha büyük bir pazarda tercihlerini artırarak enerji talep güvenliği de sağlanmış olacaktır. Arz çeşitlendirmesi, rekabet ve arz güvenliğini artırmak için gerekli koşulları sağlayacaktır. AB düzeyinde, halen yaygın kullanılan tek kaynağa bağlı kalma durumuna karşı, Norveç'ten Kuzey Koridoru, Rusya'dan Güney Koridoru ve Afrika'dan Akdeniz Koridoru ve LNG olmak üzere üç ana doğal gaz tedarik hattı (Şekil 2.6) oluşturulması hedeflenmektedir (EU, 2011:13).

Avrupa'da enerji arz kaynağının çeşitlendirilmesi amacıyla, her bölgenin en az iki farklı kaynağa erişmesini sağlayacak bir altyapının oluşturulması hedeflenmektedir. Aynı zamanda Doğal Gaz Arzı Güvenliği Düzenlemesi ile elektrik üretiminde doğal gazın diğer kaynaklara göre dengeleyici rolü ve altyapı standartları yanında ilave esneklik kuralları ve iki yönlü boru hattı nedenleriyle LNG/CNG için gelişmiş stok kapasitesi ihtiyacı da artmıştır. Bu hedeflere ulaşmak için üç ana doğal gaz tedarik hattı oluşturulması hedeflenmektedir (EU, 2011:12):

1. Güney Koridoru; doğal gaz çeşitlendirmesinde Orta Asya, Orta Doğu ve Kafkasya havzasından AB'ye gaz tedarikini sağlamak amacıyla,
2. Baltık Denizi, Karadeniz, Ege ve Adriyatik Denizi'ni BEMIP ve Kuzey-Güney koridorunda yer alan, Güneydoğu-Avrupa ve Orta Avrupa'yı birbirine bağlamak amacıyla,

Batı Avrupa'da, Kuzey-Güney koridorundaki daralmayı önlemek, kısa vadeli iletimi hızlandırmak ve Afrika dâhil olmak üzere dışarıdan gelecek muhtemel alternatif enerji arzlarını değerlendirmek, mevcut altyapı ve LNG tesisleri ve stok hizmetlerini en iyi ve verimli kullanmak amacıyla oluşturulmuştur.

Şekil 2.6. AB Bölgesel Enerji İletim ve Dağıtım Ağı Sistemleri



- Doğalgaz
- Elektrik
- Elektrik ve Doğalgaz
- Petrol ve Doğalgaz
- AB'de Elektrik Dağılımı

AB, bu çalışmalarla Orta Avrupa'daki üyelerine konvansiyonel rotalarda yaşanacak uzun süreli kesintilerde, petrolün kesintisiz ulaşmasını temin etmeyi hedeflemektedir. Petrol arzının çeşitlendirilmesi ve ara bağlantılı boru hattı ağı, özellikle yüksek çevre riski olan, kalabalık ve hassas Baltık denizi ve Türk Boğazlarındaki gemilerle petrol taşıma miktarını da azaltacaktır. Mevcut altyapı ile farklı sistemler arasından bağlantı kurulması, kapasite artırarak ve/veya ters akım yaratarak Orta-Doğu Avrupa Botu hattının eş zamanlı işlerliği ile sağlanabilecektir.

AB, 2020 yılına kadar kısa vadeli hedeflerini, 2050 yılına kadar ulaşmayı istediği uzun vadeli hedefleriyle tamamlamayı hedeflemektedir. Uzun vadeli ağın hazırlanması ve 2050 yılı için çizilen yol haritası gereği AB, bugünden, sera gazı emisyonlarının azaltmasını sağlayacak olan geleceğin enerji ağının planlanması, dizaynı ve inşasına başlamaktadır. Avrupa çapında optimum çalışan altyapının, AB üyesi ülkelerinin, proje bazında ele alınarak, koordineli bir şekilde hazırlanmasına başlanacaktır. Bu bağlamda, Avrupa Endüstriyel İnisyatifi ile Avrupa genelinde altyapı geliştirilmesi ve planlanmasını öngören SET-Plan kapsamında, Kuzey ve Baltık denizlerinde üretilen rüzgâr enerjisini, BEMIP Elektrik ve Gaz şebeke ağı ile (Şekil 2.6) tüm Avrupa'ya ulaştıracak kapasiteye sahip elektrik otoyolları oluşturulması hedeflenmektedir. Mevcut ticarî koşullar ve teknoloji ile karbon tutma ve depolama konusunda araştırmaların koordine edilmesi ve geleceğin CO<sub>2</sub> taşıma altyapısını oluşturacak anlaşma ve uygulamalara öncelik verilmesi; ayrıca, geleceğin Avrupa altyapısında hayati önem taşıyan noktalarda gelişmeleri teşvik etmek için bölgesel işbirliğinin desteklenmesi sağlanacaktır.

AB, 2020 yılı enerji politikası hedeflerine ulaşmada, öncelikli alanlardan bir diğeri olan kıyı-ötesi rüzgâr enerjisi ve elektrik üretimine büyük önem vermektedir. 1997 yılında AB Komisyonu, Beyaz Kitap'ta ( COM (95) 682 final), özellikle rüzgâr enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretiminde yeni hedeflerle desteklenmesini istemiş ve yenilenebilir enerji hedefini 2010 yılına kadar %12 olarak belirlemiştir. Daha sonra yürürlüğe giren Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (NREAP), doğrultusunda revize edilen hedefler ve yapılması gerekenler yeniden belirlenmiştir (Van Der Meulen, 2009:843).

Komisyon 2020 yılına kadar ulaşılacak sektörel hedefleri, bu hedeflere ulaşmak için yol haritasını ve her üye ülkenin uyması gereken yasal yükümlülüğü belirlemiştir.

2009/28/EC Yenilenebilir Enerji direktifinin 4. maddesinde üye ülkelerden, yenilenebilir enerjide eylem planlarını 2010 Haziran ayına kadar sunmaları istenmiştir. 2010 yılında, uygulamaya konan NREAP, üye ülkeleri, kendi yasalarını ve 2020 yılı yenilenebilir enerji hedefini %20; elektrik enerjisi üretiminde, yenilenebilir enerji oranını ise %34 olarak, direktife uygun şekilde düzenlemekle yükümlü tutmuştur. Belirlenen yol haritası, üye ülkeleri, kendi ulusal enerji politikalarını Birliğin hedefleriyle uyumlu bir şekilde yenilemelerini sağlayarak, yerli ve yenilenebilir enerjiye yöneltmiştir. Birçok AB üyesi ülkede desteklenen yenilenebilir enerji üretimi, bazı ülkelerde, yeşil enerji olarak ifade edilen ve belli oranda yenilenebilir elektrik enerjisinin belirli minimum fiyattan satın alınmasını öngören, minimum fiyat sistemini işletmeye başlamıştır. Böylece özellikle Kuzey Avrupa ülkeleri, Avrupa rüzgâr enerjisi pazarında, yeni bir alan olan kıyı-ötesi rüzgâr enerjisi piyasasına yönelmiştir (AB mevzuatı [EC, SEC(2011)131 final;7]).

AB-27 yenilenebilir enerji piyasasının 120.185 milyar € toplam piyasa büyüklüğü yapısının en başında 38.223 milyon € ile rüzgâr enerjisi yer almaktadır. Onu katı biyokütle enerjisi, fotovoltaik ve termal güneş enerjisi sektörü izlemektedir. 2009 yılında fotovoltaik ve termal güneş enerjisi sektörü daha iyi bir performans göstermiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yarattığı piyasa büyüklüğü, AB-27 ekonomisinde yaklaşık 1 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji sektöründe, üye ülkeler arasında Almanya, yarattığı istihdam açısından Danimarka, Fransa ve İsveç'in toplamı kadar ağırlıklı ve önemli bir yere sahiptir (AB Yenilenebilir Enerji Gözlemcisi [EurObserv'ER<sup>8</sup>], 2010).

Dünyada 194,5 GW'a ulaşan rüzgâr gücü piyasasında Asya piyasası, %53, Avrupa %27 ve Kuzey Amerika %16,5 paya sahiptir. AB'nin 2010 yılı rüzgâr enerjisi endüstrisi hedefi, 40.000 MW rüzgâr enerji kapasitesi kurmak ve hedefe ulaşılmasıyla yaklaşık 50 milyon insana elektrik sağlamaktır. “2010'da 40.000 MW” kampanyası, Avrupa Komisyonu'nun AB'deki yenilenebilir enerji kaynakları için hazırladığı “Beyaz Rapor” tarafından da desteklenmiştir. Ancak Avrupa'da 2010 yılında rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi, Tablo 2.14'de görüldüğü gibi 9301 MW artarak 84,3 GW'a yükselmiştir. NREAP, AB üyesi ülkelerde rüzgâr enerjisi teknolojisinde önemli gelişmelere neden

<sup>8</sup> The 'EurObserv'ER Barometer; AB ve üye ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini izleyerek, kurulu kapasite üretim piyasa ve girişimciler ve izlenecek politikalara dair iki ayda bir rapor hazırlayan konsorsiyum.



olmuştur. Kıyılarda kurulan rüzgâr tribünlerinin 1980'li yıllarda 50 KW olan kapasite büyüklüğü, 3 MW kapasite büyüklüğünü aşmaya başlamıştır. Böylece Avrupa'da kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi, son on yıl boyunca yılda %40 oranında artmıştır. Bugün Avrupa'daki rüzgâr enerjisi projeleri 5 milyon civarında insanın yerel gereksinimlerini karşılayacak yeterlilikte elektrik üretmektedir (EurObserv'ER, 2011).

Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği'ne (EWEA) göre; 2009 yılında AB kıyı-ötesi rüzgâr enerjisi kapasitesini %51 oranında artırmıştır. 2010 yılında toplamda 2,6 milyar € yatırımla, 883 MW kapasiteli 308 yeni kıyı-ötesi rüzgâr türbini ve 9 rüzgâr çiftliği kurularak rekor büyüme elde edilmiştir. Yeni toplam kurulu kapasite 2 964 MW'a ulaşmıştır. 2011 yılı içinde de 1000-1500 yeni kıyı-ötesi , kurulu kapasitesinin ağı katılması, beklenmektedir. Halen yapımı devam eden 300 MW kurulu kapasiteye sahip, on rüzgâr çiftliğinin devreye girmesiyle, Avrupa kurulu kıyı-ötesi kapasitesinin 6.200 MW çıkması beklenmektedir. Kurulu kapasite artışında, tesislerin önceki yıllarda 72 MW olan türbin büyüklüğünün; 2010 yılında yeni kurulan tesislerde, 155 MW'a ulaşan büyüklüğünün çok önemli katkısı olduğuna dikkat çekilmektedir (EurObserv'ER, 2011).

**Tablo 2.14. Avrupa Birliği Rüzgâr Gücü Kurulu Kapasitesi (MW)**

Ülkeler	2009 Kurulu Güç	2010* Kurulu Güç	2010 Kurulu Güç Artışı	2010 Hizmet Dışı
Almanya	25.719	27.215	1.551	56
İspanya	19.160	20.676	1.516	0
İtalya	4.898	5.797	899	0
Fransa	4.626	5.660	1.034	0
İngiltere	4.24	5.204	780	0
Portekiz	3.326	3.898	572	0
Danimarka	3.482	800	318	0
Hollanda	2.222	2.245	32	9
Toplam AB	75.106	84.339	9.301	69

Kaynak: EurObserv'ER 2011, \*2010 sonu tahmini rakamlar

AB-27'de, rüzgâr enerjisiyle üretilen toplam elektrik enerjisi, 2009 yılında 132,282 TW saat; 2010 yılında 147,033 TW saat olarak gerçekleşmiştir. Elektrik enerjisi üretiminde, Avrupa'da rüzgâr gücü kullanan ülke sıralamasında Almanya, İngiltere ve İspanya ilk üç sırada yer alan ülkelerdir (EurObserv'ER, 2011).

2020 yılı enerji politikası hedeflerine ulaşmada, öncelikli alanlar arasında yer alan ve iklim değişikliği ve çevre boyutuyla öne çıkan, karbon tutma ve depolama çalışmaları, EII kapsamında desteklenmektedir. EII, Karbon tutma ve depolama (CCS) faaliyetlerinin, 2020 yılına kadar emisyon ticareti ve kömür yakan enerji tesisleriyle rekabet edebilir bir ekonomik çevrede yer alabileceğini ve karbon yoğun endüstri sektörlerinde yaygın kullanılabilmesini göstermek için çalışmaktadır. Bu amaçla CCS teknolojilerinin beş yıl boyunca devam edecek Ar&Ge çalışmalarıyla, tesislerin uyumu ve uzun dönem çalışma ve güvenilirliği test edilecektir. 2020 yılına kadar yapılan çalışmalarla daha verimli ve rekabet edebilir düzeydeki CCS teknolojileri; gelişmiş araçlar, entegre sistemler ve işlemlerle ticari kullanım boyutuna getirilecektir. Üye ülkelerin ortak aktivitelerini artırmak için tanıtım projeleri, yeni teknolojik bilgiler, AB düzeyinde iletişim ağında paylaşılacaktır. Öncelikle CCS evresi olmak üzere, taşıma ve depolama altyapısının hazırlıkları başlatılacaktır. CCS inisiyatifinin 10 yıllık maliyetinin, yapılacak tanıtım tesislerinin sayısına göre 11-17 milyar € aralığında olması tahmin edilmektedir (SEC(2009):1295).

### **3. Güvenli ve Güvenilir Enerjiye Ulaşım**

AB, güvenli ve güvenilir enerjiye ulaşımı sağlayarak, enerji politikasının arz güvenliği ayağını güçlendirmeyi hedeflemektedir. Tüketicilerin iç piyasa ile ilgili, şikâyetleri sonucu, Birlik bünyesinde ve ulusal düzeyde, yenilenebilir enerji hedefleri belirlenmesi, YEK politikalarının Avrupa çapında harmonize edilmesi, yenilenebilir enerji ticaretinde menşe garantisi ve ayrıca ulaşım sektöründe biyoyakıtın sürdürülebilirliği gibi konuları içeren direktifler hazırlanmaktadır.

AB, güvenli ve emniyetli enerjiye ulaşma amacıyla, 2001/77/EC sayılı Direktif ile yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılmasının teşvikine ilişkin düzenlemeler yapmıştır. Ekonomik gelişmeyi hızlandırma yaklaşımıyla Avrupa Komisyonu 1997 yılında yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek amacıyla “*Energy for the future: renewable sources for energy*” başlıklı bir çalışma başlatmış ve böylece yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi, iklim değişikliği ve enerji arzı güvenliği bağlamında, Avrupa politika gündemine girmiştir (Van Der Meulen, 2009: 847).

Yapılan düzenlemeler doğrultusunda yeni yatırımlarla 2010 yılı, yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmada dönüm noktası olmuş ve yenilenebilir enerji kaynakları,

yeni teknolojiler ve yeni enerji modellerinde anahtar görevi görmeye başlamıştır (Terrados vd., 2009:3; Nilson vd., 2009:2). AB, tüm dünyada düşük karbon ekonomisini destekleyen ve sürdürülebilir enerji arzı açısından seçeneklerini değerlendirmeye başlamıştır. Örneğin, Afrika'da Disertec Projesi bu projelerden bir tanesidir.

AB nükleer enerjiyi, artan ithal bağımlılık oranını aşağı çekmede etkili bir mekanizma olarak görmektedir. Nükleer enerji ile ilgili nükleer-koruma, güvenlik ve genişleme/yayıma standardı ve yasal olarak bağlayıcı önlemler almak, öncelikleri arasındadır. Avrupa Endüstri İnisyatifinin (EII), nükleer fizyon çalışması uzun dönemde nükleer enerjide sürdürülebilirlik endişesi ile başlamıştır. 4. Nesil (Generation-IV) nükleer enerji teknolojisi ile uranyumun enerji potansiyelinden daha fazla yararlanılması, maksimum güvenlik ve daha az atık üretimi nedeniyle tercih edilmektedir. Bazı yüksek sıcaklıklı reaktörler, elektrik üretimi ve endüstriyel (petrol, kimya, metal ve hidrojen) amaçlı işlem ısısını birlikte üretmektedir. Halen devam eden araştırma programlarıyla 2012 yılına kadar alternatif reaktör teknolojileri üzerine yeni çalışmalar yapılacak ve 2020 yılında işletmeye açılması planlanan tesislerin prototipi yapılacaktır. Ar&Ge çalışmaları, yeni nükleer teknolojiyi 2040 yılına kadar ticari boyuta getirmeyi hedeflemektedir. Nükleer enerjide, IV. Nesil reaktörlerin güvenli, performansı, işletme ömrü, atık yönetimi ve radyasyon koruması gibi tüm yönleriyle ele alınmaktadır. Aynı zamanda AB'nin %30 elektrik ihtiyacını karşılayan hali-hazırda işletmede olan nükleer tesislerin de güvenli ve rekabet edebilir düzeyde çalışmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. İnisyatifin gelecek on yıllık toplam maliyetinin 5-10 milyar € olması tahmin edilmektedir.

**Tablo 2.15. Avrupa'da Nükleer Santralleri ve Enerji Üretim Oranları**

Değerler /Veriler	Fransa	İsveç	Almanya	İngiltere	İtalya	Polonya
Elektrik Üretimi Oranı	%74	%38	%17	%19	%0	%0
İşletmedeki Reaktörler	61	10	27	19	0	0
Yapımı Süren veya Planlanan	1	10*	0	10	4	2

Kaynak: CEC, 2011. \*Eski reaktörlerin yerine yapılacak olanlar

Nükleer enerjiyle ilgili AB genelindeki son duruma bakıldığında (Tablo 2.15), fosil yakıtlar açısından fakir olan Fransa'da yeni reaktörlerin yapılacağı tahmin edilmektedir. İsveç Parlamentosu yeni reaktör yapma yasağını kaldırmıştır.

Almanya’da, Japonya depreminden sonra, işletmedeki 17 reaktörün ömrünün uzatılması kararı üç ay için kaldırılmıştır. İngiltere toplam gücü 19000 MW olan 10 yeni reaktörün yapımını planlamıştır. İtalya’da ise 2011 yılı içinde nükleer reaktör yapımı için bir referandum yapılacaktır. Polonya’da ise hükümet yeni reaktör yapımı için izin veren yasayı geçirmiştir (SEC(2009):1295).

#### **4. Yeni ve Yenilikçi Enerji Teknolojilerinde Liderlik**

AB Komisyonu, bu strateji ile Avrupa piyasasında, yenilikçi, yüksek performanslı düşük karbon teknolojilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu amaçla, araştırma ve teknoloji geliştirme sürecinin kısaltılması için SET-Plan dahilinde çalışmalar yapılması desteklenmektedir. Komisyon ayrıca, Avrupa genelinde uygulanması planlanan büyük ölçekli projeleri, yeni ve yenilikçi enerji teknolojilerini geliştirilmesi sürecinde dikkate almaktadır.

- Bütün elektrik şebeke sistemini birbirine bağlayan akıllı şebekeler,
- Elektriğin depolanması,
- Büyük ölçekli sürdürülebilir biyoyakıt üretimi,
- Hem şehirlerde hem de kırsalda enerji tasarrufunu artırma,

gibi konularda teknoloji geliştirmek için çalışmalar başlatılmıştır. Avrupa Birliği, 2008 yılında enerji politikasının önemli bir ayağı olan enerji teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik olarak, toplamda 71,5 milyar € bütçeye sahip, SET-Plan’ını uygulamaya koymuştur. Planın amacı, enerji tasarrufu ve sera gazını azaltacak yeni enerji teknolojileri geliştirmektir. SET-Plan, geniş kapsamlı bir program olan EII, Avrupa düzeyinde, AB Komisyonu’nu, üye devletler, enerji teknolojileri araştırmaları yapan kurumları ve endüstrileri; risk paylaşımında kamu ve özel sektör ortaklığında bir araya getirmeyi hedeflemektedir. EII, yenilenebilir enerji karbon tutma ve depolama ve sürdürülebilir nükleer enerji gibi hayati öneme sahip alanlarda, teknoloji araştırma ve geliştirme programlarına öncelikli destek vermektedir. Düşük karbon teknolojilerinin geliştirilmesi ve şehirlerde enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik halen devam eden ve gelecekte yapılması planlanan programlara da destek verilmektedir. Enerji tasarrufu ve iklim değişikliği politikası kapsamında büyük şehirlerde enerji verimliliğini artırmak ve binalarda yenilenebilir enerjiyi yaygın olarak kullanmak için oluşturulan Akıllı Şehirler İnisyatifi çalışmalarının 10 yıllık test uygulamalarının maliyetinin 10-12 milyar € olması tahmin edilmektedir (SEC(2009)1295).

AB enerji alanındaki araştırma kapasitesini artırmak, üye ülkelerin ulusal düzeyde teknoloji geliştirmek için yaptığı endüstriyel araştırmaları paylaşmak, Avrupa genelinde uygulanan, katılımcı programlarla daha yaygın, güçlü ve optimum seviyeye taşımak için yeni kurumsal altyapılar ve uygulamalar başlatmıştır. Bu çalışmalardan biri olan, Avrupa Endüstriyel İnisiyatifi (EII) programının bir diğer amacı, yeni teknolojiler geliştirerek Birlik genelinde yaygınlaştırmaktır. Kurumsal anlamda SET-Plan'ın Avrupa genelinde uygulanması için Avrupa araştırma kurumları arasında koordinasyonu sağlamak için European Energy Research Alliance (EERA) oluşturulmuştur. EII, 10 yıllık süreçte AB'nin üye devletleri, endüstriler ve Komisyon arasında, detaylara girmeden, bilgi paylaşımı gerektiren bir master planı sunmaktadır. İnisiyatif, enerji alanında başarılı bir teknolojik gelişme için başlattığı programları üç yıl boyunca her yıl revize ederek uygulamaya koyacaktır. Planın uygulanmasında kamuoyu desteği, insan kaynakları ve uluslararası koordinasyon son derece önemlidir (SEC(2009)1295).

AB, NREAP, kapsamında yenilenebilir enerjiyi elektrik üretiminde kullanmak amacıyla, güneş enerjisi teknolojilerine yatırım yapmaya başlamıştır. PV-güneş enerjisi sektörünün piyasa hacmi toplamda 26 milyar € değerine ulaşmıştır. Bu rakamın 12 milyar €'su Almanya piyasasına aittir. Tablo 2.16'da 2008-2009 yılları, toplam Avrupa yenilenebilir enerji kapasiteleri yer almaktadır. Almanya'da PV Kurulu kapasitesinde 3,8 GW gibi rekor kapasite artışı ile patlama yaşanan yıllar olmuştur. İspanya bu dönemde sosyo-ekonomik anlamda hızlı bir gerileme yaşamış ve 2008 yılında, yaşanan krizin de etkisiyle, 16 milyar € olan piyasa büyüklüğü bir yıl içinde %95 azalarak 3 milyar €'a gerilemiştir. İtalya, €3,5 milyar piyasa büyüklüğü ile PV'de dünyada ikinci sırada yer almaktadır. 2010 yılında Almanya, Fransa, İngiltere, Çek Cumhuriyeti ve Belçika sabit fiyat garantisi uygulamasıyla yatırımları teşvik ederek sektörde tahminlerin de ötesinde büyüme yakalamışlardır. EurObserv'ER, 2010 yılı sonuna kadar, 1997 yılı Beyaz Kitap hedefinin 8 kat fazlası olan 23 700 MW rakamına ulaşılacağını tahmin etmektedir (Eurobserv'er 2010).

AB-27'de 2008 yılı krizinin etkisiyle, 4,5 milyar € piyasa hacmi olan termal güneş enerjisi piyasası 4,2 milyar €'ya gerilemiştir. Sektörde Alman şirketleri, krizle birlikte iç piyasa ve ihracat satışlarını kaybetse de 1,35 milyar € piyasa hacmi ile birinci durumdadır (Eurobserv'er, 2010).

**Tablo 2.16. AB Yenilenebilir Enerji Toplam Kurulu Kapasitesi (MW)**

<b>Enerji Türü</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
PV Güneş Enerjisi	10.386	16.071
Termal Güneş Enerjisi	19.967	22.786

Kaynak: Eurobserv'er, 2010

AB, Avrupa'da artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için, Kuzey Afrika çöllerine yerleştirilecek aynalardan elektrik enerjisi üretecek projeler geliştirmektedir. Güneş enerjisinden faydalanarak elde edeceği elektrik enerjisi ile ihtiyacının %15'ini karşılamayı amaçlamaktadır. 2009 yılında, Desertec Endüstriyel İnisiyatifi'nin<sup>9</sup> başlattığı, Desertec Projesi, büyük bölümü Almanya kökenli, finans ve sanayi alanında faaliyet gösteren birçok şirketin destek verdiği bir projedir. Yaklaşık 400 milyar € bütçeye sahip projenin, tam olarak 2050 yılını kadar tamamlanması planlanmaktadır. Projeye göre; ağırlıklı olarak Kuzey Afrika olmak üzere, Orta Doğu'da çöle yerleştirilen aynalar vasıtasıyla sahra bölgesinin güneş ışınları, ısınan su türbinlerini çalıştırarak elektrik enerjisi üretilmesini sağlayacaktır. Proje, aynı zamanda, enerji arz güvenliği, iklim değişikliği, temiz su elde edilmesi ve sosyo-ekonomik gelişme, güvenlik ve uluslararası işbirliğini içine alan geniş kapsamlı projenin ilk örneği olarak sunulmaktadır. Projenin uygulama bölgesindeki çok yoğun güneş enerjisinden faydalanma şansının yüksek olması yanında, neredeyse nüfusun yaşamadığı bir alan olması projenin en önemli artıları olarak görülmektedir (Desertec, 2011).

Desertec projesinin resmi sitesinde, Japonya'da yaşanan deprem ve tsunami sonrasında "*Clean Power from Deserts*" sloganı ile açıklama yayınlanmıştır. Açıklamada, Akdeniz Bölgesi, Avrupa ve tüm dünyada güneş enerjisi tesisleri ve rüzgâr çiftliklerinde uygulanacak yeni teknolojilerle, CO2 gazı salmayan, temiz ve nükleer tehlike riski taşımayan güvenli enerji elde etmenin mümkün olduğuna vurgu yapılmaktadır. Projenin gerçekleşmesi halinde Kuzey Afrika ve Avrupa ekonomilerinin sera gazı emisyonlarını azaltarak, büyümelerine olanak sağlayabileceği ifade edilmekte

<sup>9</sup> 'Desertec Industrial Initiative' 2009 yılında Temmuz ayında Desertec Fonu, Munich Re sigorta şirketi ve Alman Dii Ensüstri İnisiyatifinin, Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika (EUMENA) ülkelerinde Desertec projesini uygulamak için bir araya gelerek oluşturduğu bir harekettir.

ve projenin Avrupa kıtasını iklim değişikliğine karşı mücadelede ön saflara taşıyacağı belirtilmektedir. Sitede yapılan açıklamaya göre; “*Çölden altı saatte elde edilebilecek enerjinin, insanlığın bir yıl içinde tükettiği enerjiden daha fazla olduğu*” ifade edilmektedir. Proje, bütçesi, teknolojisi ve büyüklüğü ile "Dünyanın en önemli güneş enerji projesi" olarak tanımlanmaktadır (Desertec, 2011).

Projeye olumlu eleştiriler yanında; projenin uygulanacağı Kuzey Afrika ve Orta doğu ülkelerinde hukuk sisteminin zayıf olması, maliyetinin çok yüksek olması ve Sahra bölgesindeki kum fırtınaları riski yanında, Avrupa hükümetlerinin Kuzey Afrika'dan enerji ithalatı yapılmasının bazı risklerine karşı tavır alabileceği gibi bir dizi olumsuz eleştiriler de yer almaktadır (Desertec, 2011).

Avrupa'da fotovoltaik pazarı başta Almanya, İspanya ve İtalya olmak üzere çok büyük bir gelişme göstermiştir. Bazı teşvikler sektördeki büyümeyi desteklese de ilk yatırım maliyetinin çok yüksek olması, fotovoltaik sistemlerin gelişimi önündeki en önemli engeldir. Üretim maliyetini düşürmek için yapılan çalışmalar sektörün orta vadede diğer elektrik enerjisi üretilen kaynaklarla rekabet gücünü artırmak için çalışmalar yapılmaktadır (Eurobserv'er, 2010).

AB 1986 yılından bu yana, hidrojen ve yakıt hücreleri enerji teknolojilerinin geliştirilmesi için yaklaşık 200 projeye destek vermiştir. Bugün “Yakıt Hücreleri ve Hidrojen Katma Teknoloji İnisiyatifi”, hidrojen enerjisi üretimi, dağıtımı, depolanması, hidrojen yakıtlı araçların geliştirilmesi ve hidrojen enerjisi arz zinciri oluşturulması konularında araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetlerini yürütmektedir (EC, 2011).

Avrupa Komisyonu'nun 6. Çerçeve programı kapsamında [contract no. 502596], araştırma enstitüleri, endüstriler ve ulusal ajansların birlikte finanse ettikleri entegre bir proje olarak başlatılan HyWay Projesi, bu tür projelerden bir tanesidir. Proje, sürdürülebilir bir enerji sisteminin oluşturulabilmesi için, gerçek yaşam koşullarını dikkate alınması, ekonomik ve sosyal yapının da dönüşüm geçirmesi gerektiği fikrine dayanmaktadır. Hidrojen ağı oluşturulurken, kirlilik oranı yüksek; hane başına ikinci bir arabası ve, demo merkezi olan, üretilen ürünlere yakın ve uzman personel olan şehirlerin seçilmesi gibi özel koşullara dikkat edilmiştir. Avrupa'da, hidrojen enerjisi kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla HyWay Projesi kapsamında, 2004-2007 yıllarında hayata geçirilen çalışmalar üç aşamadan oluşmaktadır. Bu bağlamda birinci aşamada, her ülkede, demonstrasyon amaçlı bir kaç merkez kurulmuş, ikinci aşamada birbirinden

bağımsız merkezlerde ticari satış başlatılmış ve üçüncü aşamada ise 2030 yılına kadar var olan merkezlerin genişletilerek ticari kullanım alanlarının genişletilmesi hedef alınmıştır (Stiller vd., 2008:4195).

AB genelinde, hidroelektrik santralleri (HES) kıtadaki en eski enerji kaynakları olarak, toplamda 440 milyon € piyasa büyüklüğüne sahiptir. 2009 yılında AB içinde 12.743 MW'a ulaşan, (Tablo 2.17) toplam HES kurulu kapasitesi ile 42 154 GW saat elektrik enerjisi üretimi yapılmıştır. İtalya, 2.500 MW kurulu kapasitesi ile kıtada en büyük kapasiteye sahip olmasına karşın; 2009 yılında, toplamda 42,2 MW olan AB HES elektrik üretiminde, Avusturya, 4 632,0 GW üretimiyle birinci sırada yer almıştır. Aynı yıl Fransa, Almanya ve Finlandiya, sektörde sıkıntı yaşayan ülkeler olmuştur.. 2010 yılında sektörde yaşanan sıkıntılara karşın kısa vadede 13.500 MW hizmet kapasitesine ulaşılması beklenmektedir (EC, 2011).

**Tablo 2.17. Yenilenebilir Enerji Kurulu Kapasitesi ve Elektrik Üretimi (MW)**

Enerji Türü	AB Kurulu Kapasitesi Kümülatif Toplam		Elektrik Enerjisi Üretimi	
	2008	2009	2008	2009
Küçük Hidroelektrik Santralleri (< 10 MW)	12.484	12.743	42, 3	42,2
Jeotermal Enerji	720 (elektrik) 11.768,1 (ısı)	745 (elektrik) 13.526,9 (ısı)	5, 82	5,6

Kaynak: EurObserv'ER 2011

Benzer şekilde, jeotermal enerji kaynaklarında da zengin olmayan bölge az sayıdaki yüksek entalpiye sahip olan kaynaklarda, sadece çok az kaynak elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Çoğunluğu düşük entalpiye sahip olan kaynaklar (%90) özellikle şehirlerde alan ısıtmasında kullanılmaktadır. Sektörde en önde İtalya Almanya, Fransa, İsveç gibi ülkeler görülmektedir. 2009 yılı itibariyle AB, (Tablo 2.17) toplamda 745 MW ile yüksek entalpiye sahip ve 13 526,9 MW düşük entalpiye sahip, jeotermal enerji kurulu kapasitesine ulaşmıştır (Eurobserv'er, 2010).

2007 yılında başlatılan 7. Çerçeve Programı kapsamında, yüksek petrol fiyatlarının etkisiyle biyoyakıtlar ve biyokütle ile elektrik enerjisi üretimi, projeler bazında desteklenmeye başlamıştır. Toplamda 70 milyon € ile 20'den fazla proje desteklenmiştir (EC, 2011).



**Tablo 2.18. Biyoyakıt Üretim, Tüketim ve İthalatının Gelişimi (Bin TEP)**

	2005	2006	2007	2008
Üretim	548	835	1.115	1.511
Tüketim	565	882	1.183	1.792
İthalat (net)	16	50	110	308

Kaynak: EurObserv'ER, 2011.

Ulaşım sektörü, biyodizel ve biyoetanol başta olmak üzere yenilebilir enerjideki gelişmeleri desteklemektedir. AB'nin 17 üyesi, kota sistemiyle biyodizel vergi muafiyeti getirmiştir. Böylece AB içinde biyoyakıt (Tablo 2.18) getirilen destek uygulamalarıyla yaklaşık üç kat büyüyerek en hızlı büyüme performansını gösteren yakıtlardan biri olmuştur. Biyoyakıt sektörünün büyümesi destek politikaları yanında, ulaşım sektöründe sera gazı emisyonlarının artmasına neden olan petrole alternatif yakıt olmasından kaynaklanmaktadır. Çevre ve iklim değişikliği ve enerji güvenliği açısından, maksimum potansiyel kullanıldığında, yıllık 15 milyon ton CO<sub>2</sub> gazı; 2030 yılına kadar da toplamda 275 Milyon ton CO<sub>2</sub> emisyonu engellenmiş olacaktır (SETIS, 2011-a).

Avrupa Komisyonu, 2010 sonu itibariyle üye ülkelere sürdürülebilirlik kriterleri getirerek, ormansız ve çorak alanlarda biyolojik çeşitliliği bozmadan biyoyakıt üretimini yapılması konusunda direktif vermiştir. Yenilenebilir enerji direktifi, 2020 yılı ulaşım sektöründe biyoyakıt hedefini %10 olarak belirlemiştir. Biyoyakıt tüketiminin, 2018 yılına kadar sera gazı etkilerini %35-%60 azaltması gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Bu bağlamda yeni teknolojilerin geliştirilmesi için gerekli yatırımların yapılması öncelikler arasındadır (AB Yenilenebilir Enerji Konseyi [EREC] 2011).

**Tablo 2.19. Ulaşım Sektörü Biyoyakıt Tüketimi ( k tep)**

Ülkeler	2008	2009
Almanya	3.140	2.894
Fransa	2.274	2.512
İspanya	613	1.047
Toplam AB	10.221	12.097

Kaynak: EurObserv'ER 2011.

Biyoyakıt, ulaşım sektöründe enerji arzının sürdürülebilirliği açısından anahtar konumdadır. AB, 2007 yılında biyoyakıt arzının %63'nü oluşturan biyodizel üretimi ve tüketiminde dünya lideridir. Biyoyakıt enerjisinde en önemli yakıt olan biyoetanol arzının %10'u AB tarafından gerçekleştirilmektedir. AB, (2003/30/EC) biyoyakıt

direktifi ile olan biyoyakıt tüketimini, 2006-2008 yılları arasında yaklaşık ortalama %20 büyüme oranı ile 2009 yılında 12 milyon (Tablo 2.19) Tep'e çıkarmayı başarmıştır. Ulaşım sektöründe, biyoyakıt enerjinin tüketiminin %80 gibi büyük bir oranla çoğunluğunu biyodizel oluşturmaktadır. Geriye kalan %19 biyoetanol, %0,9 bitkisel yağlar ve %0,1 biyogaz oluşturmaktadır. 2010 yılında AB-27 biyoyakıt tüketiminin 15 milyon Tep ile toplam tüketim %4,8 olmuştur. Ancak bu rakam biyoyakıt direktifinin belirlediği %5,7 hedefi seviyesinin aşağısındadır (EREC, 2011).

Biyoyakıt ve biyoetanol piyasası büyüklüğü 2008 yılında 10,5 milyar €'dan 11,9 €'ya artış göstermiştir. Bu tabloda en büyük pay 3.125 milyar € ile Almanya'ya aittir. Fransa, toplam yakıt tüketiminin %6,25'i biyoyakıt ile karşılamaktadır. İspanya, İtalya ve Polonya, sektörde en önde giden ülkeler arasındadır. Katı biyoyakıt ile birincil enerji üretimi, (Tablo 2.20) 2008 yılında 70.287 milyon Tep, 2009 ise 72.519 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir (Eurobserv'er, 2010).

2009 yılında biyogaz piyasası 4.4 milyar € ile istikrarlı büyüme göstermiştir. Daha çok elektrik üretiminde kullanılan biyogazın doğal gaz düzeyinde kaliteli bir enerji kaynağı olduğu ifade edilmektedir. 2009 yılında (Tablo 2.21) bir önceki yıla göre %17 artışla 25,2 TWs elektrik enerjisi biogaz kullanılarak üretilmiştir (Eurobserv'er 2010).

**Tablo 2.20. Yenilenebilir Kaynaklar Toplam Birincil Enerji Üretimi**

Enerji Türü	Toplam Birincil Enerji Üretimi	
	2008	2009
Biyogaz	7.999 ktep	8.346 ktep
Şehir Atıkları	7.492 ktep	7.709 ktep
Katı biyokütle	70.287 mtep	72.519 mtep

Kaynak: EurObserv'ER, 2011

AB uzun vadede, 2005 yılında 12,5 TWs olan biyogaz elektrik üretimini 2020 yılında 23.4 TWs çıkarmayı hedeflemiştir. Kısa vadede Avrupa Komisyonu, Beyaz Kitap'ta birincil enerji üretiminde biyogaz sektöründe 2010 yılı için 15 Milyon Tep gibi bir hedef belirlemiştir. Yaşanan gelişmelerle 2008 yılında birçok AB üyesi ülkede, AB Yenilenebilir Enerji Direktifi (2009/20/EC) etkisi ve Yenilenebilir Enerji Eylem Planı hedefleri doğrultusunda bir yol haritası oluşturulmuştur. Enerji sektöründe biyogaz üretimi birçok AB üyesi ülkenin yatırım yapmak istediği, yatırım değeri yüksek bir sektör olmuştur (Eurobserv'er, 2010).

**Tablo 2.21. Yenilenebilir Kaynaklar Elektrik Enerjisi Üretimi**

Enerji Türü	Elektrik Enerjisi Üretimi	
	2008	2009
Biyogaz	21.415 GW	25.167 GW
Şehir Atıkları	15.185 GW	15.376 GW
Katı biyokütle	58 TW	62 TW

Kaynak: EurObserv'ER, 2011.

AB komisyonu, her yıl yaklaşık 11 ile 138 milyon ton arası olan biyoatıkların, yaklaşık 88 milyon ton kadarının geri kazandırılabilir atıklar olduğunu açıklamıştır. Söz konusu atıkların %40'ı çevre açısından riskli olan atıklardır. Elektrik enerjisi ve ısınma amaçlı enerji üretmek için kullanılan biyo-atıkların enerji üretiminde kullanılması aynı zamanda atık probleminde de çözüm getirmektedir. 2008/98/EC Atık Direktifi, üye ülkelerin ulusal atık yönetimi politikalarında, geri dönüşümü olan atıkların 2016 yılına kadar 1995 yılının %35 seviyesine ulaşmasını hedeflemektedir. AB'de, 2009 yılında geri kazandırılan atıklarından elde edilen birincil enerji miktarı, (Tablo 2.20) toplamda 7.709 k Tep ile yenilenebilir enerji seçenekleri arasındadır (Eurobserv'er, 2010).

Avrupa'da okyanus dalga enerjisinin, ekonomik ve teknik elektrik enerjisi üretimi kapasitesi yıllık 150-250 TW saat arasındadır. AB-27 bölgesinde İskoçya'dan Portekiz'e kadar olan alan, dalga enerjisi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. 2020 yılına kadar 0,9 GW, 2030 yılına kadar 1,7 GW kapasiteye sahip tesisin kurulması ve maksimum kapasitesiyle çalışması durumunda 2020 yılına kadar 10 GW; 2030 yılına kadar 16 GW potansiyel dalga enerjisinden faydalanılacağı tahmin edilmektedir (SETIS, 2011-a).

Dalga enerjisi teknolojileri ile fosil yakıt enerji tesislerinin 3000 saat ile 4000 saat arasında yüksek ve orta ölçekte çalışarak ürettiği enerjiyi üreterek, 2010-2030 yılları arasında toplamda 80 milyon Tep fosil yakıt tüketimini engelleyeceği tahmin edilmektedir (EurObserv'ER, 2011).

Dalga enerjisinin önündeki en büyük engel, yeni gelişen, bebeklik dönemindeki bir sektör olduğundan rekabet edebilecek teknolojik altyapı, tesis ve yetişmiş eleman eksikliği gibi sorunların varlığıdır. Bu nedenle yeterli teknolojik gelişmenin elde edilebilmesi için gerekli olan altyapı yatırımları, ciddi finansal risk taşımaktadır. Hidrolik gücü ve rüzgâr enerjisi sektörleri ile işbirliği içinde çalışılmasının, sektörün gelişmesinde sinerji sağlayacağı ifade edilmektedir (SETIS, 2011-a).

AB, fosil yakıt bağımlılığı, iklim değişikliği ve petrol fiyatlarının tahminlerin ötesinde istikrarsız seyri gibi, AB ekonomisi ve enerji güvenliği üzerine olumsuz etkileri olan faktörlerin belirlenen enerji politikası üzerinde etkisiz kalması beklenemez. AB, enerji ithalat bağımlılığından kurtulmanın yolunu, gelecekte sürdürülebilir enerji için, yenilenebilir enerji potansiyelini değerlendirerek “2050 yılında %100 yenilenebilir enerji” sloganıyla aşmaya çalışmaktadır. Çevre, ekonomi ve sosyal yaşam koşullarının iyileştirilmesi ve sürdürülebilirlik açısından, yenilenebilir enerji en doğru alternatif olarak görülmektedir.

### ***5. Enerji Pazarının Dış Boyutunun Güçlendirilmesi***

AB, Enerji Pazarının Dış Boyutunun Güçlendirilmesi Stratejisinin amacı: bir taraftan iç pazarı/piyasayı sağlamlaştırırken diğer yandan komşu ülkelerle ilişkileri güçlendirerek, onları da iç piyasaya katılmaya teşvik etmektir. Bu nedenle işbirliği için yapılmış olan mevcut uluslararası anlaşmaların iç pazarın kurallarıyla uyumlaştırılması gerekmektedir.

Enerji politikası, AKÇT’den bu yana Avrupa’da Birliğin entegrasyonu için önemli bir kilometre taşı olmuştur. AB enerji arz güvenliği, dış ilişkiler ve güvenlik öncelikleri ile iç içe geçmiş durumdadır. Enerji tedarikinde arz kaynağı ve güzergahının çeşitlendirilmesi, iyi yönetim, kanunlara riayet ve AB’nin enerjiyi üreten ve transit geçiş yapılan ülkelerdeki yatırımlarının korunması kadar önemlidir. AB, enerji politikasını tamamlayan üretim ve iletim altyapısı ve petrol ve doğal gaz boru hatlarının güvenliği ve emniyetine büyük önem vermektedir. AB, yeni verimli enerji teknolojileriyle, enerji yoğunluğunu ve toplam birincil enerji tüketimini azaltmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda AB, rekabet edebilir, güvenli ve sürdürülebilir enerji arzı için gerekli stratejileri, AB coğrafyası ve komşularında yaymaya çalışmaktadır (Prange-Gstöhl, 2009:3).

AB-27, enerji politikasının dış politika ayağının amacı, enerji arz güvenliğini sağlamak ve bu amaçla kaynak çeşitliliği yaratmaktır. İthalat bağımlılığının yüksek olması, enerji arz güvenliğini artırmaya yönelik olarak enerji ithalatında güvenilir ticari ortaklıklar ve güvenli nakil güzergahının çeşitlendirilerek kurulması zorunluluk haline gelmiştir. Dış politikada bu amaçla, ihracatçı ülkelerle ikili diyaloglar, bölgesel ve

uluslararası düzeyde işbirliği ve Avrupa Enerji Şartı (ECT<sup>10</sup>) gibi anlaşmalar yapılmaktadır. AB, ECT'yi imzalayan ve AB üyeliğine aday ülkeler; resmi üye adayı olmayan, Enerji Topluluğu'na aday olanlar arasında “*ring of energy co-operation*” olarak ifade edilen bir işbirliği ağı kurmayı hedeflemiştir. Amaç, iç piyasada oluşan temel prensip ve kurallar etrafında, mümkün olan en geniş ağı kurabilmektir. Çünkü enerji arz güvenliğini sağlamanın en kapsamlı ve etkili şeklinin enerji alanında işbirliği ve diyalog olduğuna inanılmaktadır (EC, 2011; Prange-Gstöhl, 2009:3).

AB, 1996 yılında (Directive 96/92/EC) topluluğun elektrik enerjisi iç pazarında; elektrik üretim, iletim ve dağıtımında ortak kurallarını belirleyen antlaşmayı yürürlüğe koymuştur. 2003 yılında devreye giren (Directive 2003/55/EC) direktifi enerji iç pazarında doğal gaz sektörünün de ortak kurallara bağlanmasını sağlamıştır.

2006 yılında AB, Enerji Topluluğu Antlaşması (Energy Community Treaty-ECT) ile enerji alanında iç pazarın sınırlarını, Doğu Avrupa'daki sınır komşularına kadar genişleterek, AB üyesi olmayan komşularına, kendi enerji politikasını ihraç etmeyi hedeflemektedir. AB ve birçoğu AB aday statüsündeki sekiz komşu ülke arasında imzalanan ECT Antlaşması'nın yürürlüğe girmesi “*bölgesel enerji piyasasını*” ilk adımlarını oluşturmuştur. Enerji Topluluğu<sup>11</sup>, Bakanlar Konsey'i toplantılarına, Moldova, Norveç, Türkiye ve Ukrayna gözlemci ülkeler olarak katılmaya başlamış; sonrasında gözlemci statüsündeki Ukrayna 2010 yılında, Moldova 2011 yılında topluluğa üye sıfatıyla katılmıştır. AB Komisyonu transit enerji yolları üzerinde olan Türkiye'nin de topluluğa katılmasının AB enerji piyasasını güçlendireceğini ifade etmektedir (EC, 2011).

2009 yılında AB yeni enerji stratejisinde, COM(2010)2003 final<sup>12</sup>, 2007-2009 Avrupa Transit Enerji Ağı (TEN-E) planını güncel koşullara ve Lizbon Antlaşması'nın 194. maddesine göre revize ederek desteklenmesini istemiştir. AB, enerji sektöründe (petrol, doğal gaz ve elektrik) 21. yüzyıla uygun/yakışan bir altyapının oluşturulması

<sup>10</sup> Söz konusu antlaşma, uzun vadede enerji alanında enerji şartının amaçları ve prensipleriyle uyumlu olarak karşılıklı bağımlılık ve birbirini tamamlamaya dayalı işbirliği için yasal çerçeve oluşturur (Uluslararası Enerji İşbirliği Yasal Çerçevesi ve Avrupa Enerji Şartı Antlaşması)

<sup>11</sup> 2011 itibariyle Enerji Topluluğu Üyeleri, AB ve anlaşma tarafı olan ülkeler, Arnavutluk, Bosna Hersek, Hırvatistan, Makedonya, Moldovya, Karadağ, Sırbistan, Ukrayna, Kosova Özerk Bölgesi, oluşmaktadır. Ayrıca destek olan kurumlar ve gözlemci ülkelerde toplantılara katılmaktadır.

<sup>12</sup> COM(2010)2003 final, 2007-2009 aralığında Trans-European enerji ağı uygulaması

için kısa ve uzun vadede öncelikle yapılması gerekenleri, ulaştırılması gereken hedefleri içeren bir yol haritası (Blueprint) çizilmiştir (EC, 2010:15).

AB, elektrik enerjisi şebeke ağındaki iyileştirmelerin, güvenilir ve kaliteli bir şebeke ağı, enerji iletimindeki kapasite yeterliliği açısından arz güvenliğinin artmasına da katkı sağlaması beklenmektedir. AB üyesi ülkelerde, şebeke ağı sisteminin yeniden düzenlenmesi ve standardizasyonu açısından, homojen bir sisteme ve/veya ulusal yasal kanun ve düzenlemelerine sahip olunamaması en büyük eksiklik olarak görülmektedir. Üye ülkelerin otuz yıl içinde elektrik şebekesi altyapı yatırımları için %25'i iletim, %75'i dağıtım olmak üzere, %30'u kamu finansmanına dayalı olarak 450-500 milyar € yatırım yapması gerekmektedir. İletim, dağıtım ve AR&Ge çalışmaları için yıllık 13 milyar € yatırım yapılması beklenmektedir. 2013 yılına kadar Avrupa Transit Enerji Ağı<sup>13</sup> (Trans-European Networks Guidelines), ön çalışmaları için 6 milyar € yatırım yapılmış olacaktır (SETIS, 2009).

Rusya, dünyada doğal gaz rezervi, üretimi ve ihracatında en büyük paya sahip ülke olarak enerji piyasasında önemli bir aktördür. Ülke petrol ihracatında da dünya ikincisidir. AB'nin %65 enerji ihtiyacını tedarik eden bir ülke olarak, petrol, doğal gaz, uranyum ve kömürde en büyük ticari ortağıdır. AB-27'nin, Rusya'dan doğal gaz ithalat oranları %24 olmuştur. Rusya, ihracatının petrolde %88, doğal gazda %70 ve kömürde %50'sini AB ülkelerine yapmaktadır. İşlenmemiş maden ve yer altı kaynaklarının ihracatı, Rusya bütçesinin %40'nı oluşturmaktadır (Barentsobserver, 2009). Rusya, önemli bir ithalat kaynağı olarak, bu gücünü Orta Avrupa'daki enerji altyapısı ve piyasalarını kontrol etmek için kullanmaktadır. Daha önce Sovyetlerin etki alanında olan komşuları, bu durumda duruşlarını yeniden belirlemişlerdir (SETIS, 2009).

AB üyesi ülkeler, Rusya ile enerji ilişkilerini iki temel kurumsal mekanizma aracılığı ile yürütmektedir. Birincisi, Rusya'nın imzaladığı ancak onaylamadığı ve Rusya'ya enerji kaynakları yatırımlarının yönetimi, iletimi ve ticaretinde yasal çerçeveye uyulmasını zorunlu tutan Energy Charter Treaty'dir. Rusya, gelecekte AB ile kuracağı ortaklık ve işbirliğinde, antlaşmanın hükümlerini uygulamak zorundadır. Bazı üye ülkeler AB enerji arz güvenliği için, Rusya'nın en büyük şirketi olan Gazprom'un

<sup>13</sup> Maastricht Antlaşması ile ulusal ağların birbirleriyle bağlantısını ve birlikte çalışmasını teşvik etmek için ulaşım, telekomünikasyon, enerji ve çevre alanlarında ilerleme sağlanması amacıyla oluşturulmuştur. Böylelikle Birlik içindeki iç Pazar'ın tamamlanmasına katkıda bulunulması ve Avrupa vatandaşlarının sınırsız Avrupa ortamından en yüksek düzeyde faydalanması hedeflenmiştir.

AB rekabet koşullarını kabul ederek, enerji sektöründe dış yatırımlara izin vermesi ve ECT onaylaması gerektiğini savunmaktadır. Almanya, İtalya, Slovenya, Belçika ve Bulgaristan gibi bazı üyeler de, Rusya ile ikili anlaşmalar yaparak doğal gaz ve petrolde ana tedarikçi konumuna getirmişlerdir. Polonya ve Baltık ülkeleri, Gazprom'un yoğun etkisi altında olan bir Avrupa enerji piyasasının, Rusya'ya olan bağımlılığını artırarak enerji arz güvenliğini tehlikeye sokacağı eleştirilerini yapmaktadır. AB-Rusya arasındaki enerji diyalogu, yeni tartışmalar ve beklentilerle devam etmektedir (SETIS, 2009).

Orta Asya ve Hazar/Karadeniz Bölgesi, AB'nin enerji kaynağı farklılaştırması stratejisinin can alıcı noktalarından biridir. 2007 yılında Neighborhood Policy gereği, Hazar Denizi'ne komşu olan Azerbaycan, Kazakistan, Rusya, Türkmenistan ve Irak gibi petrol ve doğal gaz rezervlerinin yoğun olduğu bölge ülkeleriyle sağlam ilişkiler geliştirilmesi istenmiştir. AB'nin hazar petrol ve doğal gaz kaynaklarının Avrupa'ya taşınmasına yönelik olarak, bölge enerji piyasalarının, Avrupa piyasasına entegrasyonunu öngören ilgisi, 1995 yılında Inogate<sup>14</sup>, programı ile başlamıştır. 2004 yılında Bakü İnisiyatifi ile devam eden süreçte, Rusya, Gazprom vasıtası ile petrol ve doğal gaz üretim ve iletiminde, fiyat belirleme, transit taşıma ücretleri belirleme ve hatta ne kadar taşınacağını belirleme konusunda baskın duruma gelmiştir.

Avrupa Enerji Stratejisi, bölgede Kuzey-Güney yönündeki enerji akımını Doğu-Batı eksenine çevirmek için üç büyük boru hattı projesini hayata geçirerek bölgenin Rusya'ya bağımlılığını azaltmayı hedeflemektedir.

1. Hazar Boru Hattı Konsorsiyumu (The Caspian Pipeline Consortium-CPC) projesi ile Kazakistan petrolü Novoroski limanından Karadeniz ve Türk Boğazlarından piyasaya sunulmaktadır.
2. Bakü-Tiflis-Ceyhan Petrol Boru Hattı (BTC), 2006 yılında açıldıktan sonra, günlük 600,000 bl/d Kazakistan ve Azerbaycan petrolü, 1000 milden fazla uzunlukta bir rotada, Boğazları bypas geçerek, Azerbaycan Bakü, Gürcistan üzerinden Türkiye'de Ceyhan limanına taşınmaktadır.
3. Güney Kafkasya Doğal Gaz boru hattı 2006 yılında tamamlandıktan sonra, BTC petrol boru hattına paralel olarak, Türk enerji altyapısına bağlantı noktasına

<sup>14</sup> Avrupa Devletler Arası Petrol ve Doğal Gaz İletimi (The Interstate Oil and Gas Transport to Europe Program)

kadar ve Yunanistan transit boru hattı üzerinden Avrupa'ya kadar olan kısmı kapsamaktadır.

AB açısından bölgedeki petrol ve doğal gaz, önemli alternatif bir enerji kaynağı olmasının yanında, bölge ülkelerinin kendi aralarındaki siyasî çekişmeler ve anlaşmazlıkların sonucu siyasî istikrarsızlık riski de taşımaktadır. Ayrıca Avrupa ve Rusya arasında var olan ve Gazprom'un bölgedeki Hazar piyasası ve Orta Asya piyasasını Avrupa ve onun özel sektör girişimcilerine kapatmasını önlemeye yönelik siyasî ve ekonomik yarış, söz konusu boru hattı projelerini tehdit etmektedir.

AB enerji arzını çeşitlendirmek ve Rusya'ya bağımlılığını azaltmak amacıyla, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ile sıkı siyasî ve ekonomik ilişkiler kurulması çağrısı yapmaktadır. Ancak bölgedeki siyasî istikrarsızlık ve Orta Asya ve Kuzey Amerika ülkelerinin enerji kaynaklarına ulaşmak için yaşanan çetin rekabet ortamı, Avrupa'nın çabalarına engel olmaktadır. Orta Doğu bölgesinde ve özellikle İran Körfezi'ne kıyısı bulunan ülkeler ve Kuzey Afrika'da Libya ve Cezayir gibi ülkeler, petrol ve doğal rezervlerinin yoğun olarak bulunduğu ülkelerdir. Bugünlerde bölge ülkelerinde yaşanan siyasî rejim krizleri, yükselen petrol fiyatlarının en önemli nedeni olarak görülmektedir.

Norveç, Avrupa kıtasında Birlik üyesi olmayan, ancak bölgede enerji ticaretinde Rusya'dan sonra en büyük tedarikçi ülke olarak önem kazanmaktadır. Ülkenin, Batı Avrupa'nın en geniş petrol rezervlerine sahip olması ve LNG ticaretine girmesi, AB'nin enerji kaynağı çeşitlendirmesiyle arz güvenliğini artırması için yeni bir fırsat yaratmıştır.



## 2.2.2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Politikaları

Gelişmekte olan ülkeler, dünya enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir. Gelişmekte olan ülkelerin Brezilya ve Rusya gibi bazıları, enerji kaynağı açısından zengin denebilecek kadar yüksek potansiyele sahip iken; Çin ve Hindistan gibi ülkeler devasa nüfusları ve enerji talepleriyle dikkat çekmektedir. Küresel piyasada arz–talep dengesini etkileyecek düzeyde olan bu ülkelerin enerji arz güvenliği ve çevre endişeleriyle planlanan enerji politikaları, bu bölümün alt başlığını oluşturmaktadır.

### 2.2.2.1. Çin

Ekonomik büyüme enerji talep artışının en önemli etkenlerinden biridir. Dünyada 2001-2005 yılları arasında enerji talebinin gelir esnekliği ve özellikle Çin'in katkılarıyla hızlı bir artış yaşanmıştır. Çin, Hindistan ve diğer Asya ülkelerinde büyümenin çok daha hızlı olacağı ve onları Afrika ve Orta Doğu ülkelerinin izleyeceği tahmin edilmektedir. Bu ülkelerin ekonomik büyüme yanında, hafif endüstri ve hizmet sektöründe enerji yoğunluğunun yüksek olması, dünya enerji talebinin yönünü belirleyecek artışlarının bu ülkelere geleceği tahminini kuvvetlendirmektedir (IEA, 2008; 66).

**Tablo 2.22. Çin GSYİH ve Büyüme Oranları (100 milyon Yuan)**

<b>Ekonomik Değerler</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
GSYİH	216.314	265.810	314.045	340.903	397.983
Büyüme (%)	12,68	14,16	9,63	9,11	10,00
Kişi Başı Milli Gelir	11.759	13.786	15.781	17.175	19.109
Artış (%)	10,4	12,2	8,4	9,8	7,8

Kaynak: NBSC, 2011.

#### 2.2.2.1.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar

Çin, nüfusu ve gelişen ekonomiler içinde 2011 yılı itibariyle 11,2 trilyon \$ ekonomik büyüklüğü olan devasa bir ülkedir. 1978 yılından bu yana açık ekonomi politikalarıyla yıllık ortalama 9,8 büyüme gerçekleştirmiştir. Tablo 2.22'de görüldüğü üzere 2010 yılında %10 olan büyüme oranının 2011 yılında %9 olması beklenmektedir. OECD üyesi olmayan ülkeler arasında en hızlı büyüyen ülkelerden biri olarak, 2005-2030 dönemi için enerji ihtiyacının ikiye katlanacağı tahmin edilmektedir. Dünyada ABD ve Japonya'dan sonra üçüncü büyük ekonomidir. IMF tahminlerine göre; 2016'da

19 trilyon \$ ekonomik büyüklüğü ile ABD'yi (18,8) geride bırakacaktır. Dünyanın en fazla enerji üreten ve tüketen ikinci ülkesi olan Çin'nin, 2010 yılından sonra ABD'nin önüne geçerek birinciliği alması beklenmektedir. Çin, devasa enerji talebinin uzun vadede dünya enerji piyasasına etkileri, en üst sıralarda yer aldığı fosil yakıt tüketimiyle ülkenin çevreye verdiği zarar ve enerji ihtiyacını karşılamak için kurduğu uluslararası ilişkiler nedeniyle, enerji güvenliği politikaları açısından önem verilmesi gereken bir ülkedir (IMF, 2011).

1978-1993 yılları arasında, ülkedeki ekonomik gelişme sürecinde, enerji arz güvenliği bağlamında geliştirilen dışa açılma politikalarıyla, merkezi planlı ekonomiden piyasa ekonomisine geçişin yaşandığı gözlenmektedir. Bu dönemde enerji kıtlığı, gelişmenin önünde en önemli engel olarak görülmüş ve ekonomi politikalarının temel hedefi, enerji altyapısının güçlendirilmesi ve enerji üretiminin artırılması/genişletilmesi olmuştur.

1990'lı yılların ortalarında Asya'daki mâli krizin etkisiyle azalan enerji talebi, ülkede başta kömür olmak üzere enerji üretiminde fazlalığa neden olmuştur. 2010 yılı toplam enerji tüketimi, 3,25 milyar ton kömür eşdeğeri olarak, 2009 yılına göre %5,9 artmıştır. Kömür tüketimi %5,3, ham petrol tüketimi %12,9; doğal gaz tüketimi %18,2 ve elektrik enerjisi %13,1 artmıştır. Ulusal enerji tüketimi, GSYİH'nin %4 oranına düşmüştür (Çin Ulusal İstatistik Bürosu [NBSC]2011).

Çin ekonomisinin petrol ve doğal gaz tüketiminde dışa bağımlılığı yanında; yerli kömürün enerji tüketim yapısındaki yüksek payı, çevre ve iklim değişikliği açısından büyük sorun teşkil etmektedir. Ayrıca enerji verimliliğinin düşük olması, enerji tüketim yoğunluğunun yüksek olması da sorunun başka bir boyutunu oluşturmaktadır. 1978-2008 yılları arasında birincil enerji tüketiminde, çok fazla bir değişiklik olmadan kömür tüketimi %70 oranında seyretmiştir. Aynı dönemde, artan enerji tüketimine paralel olarak, hidroelektrik, nükleer enerji ve rüzgâr enerjisi yaklaşık olarak %4 artmıştır. Ülkede, düşük verimlilik ve yüksek enerji yoğunluğu ile tanımlanan, eski üretim yöntemleri kullanılarak yüksek oranda kullanılan kömür, %70 oranında hava kirliliği ve %90 oranında karbon emisyonunun nedenidir (Lia vd., 2011:569).

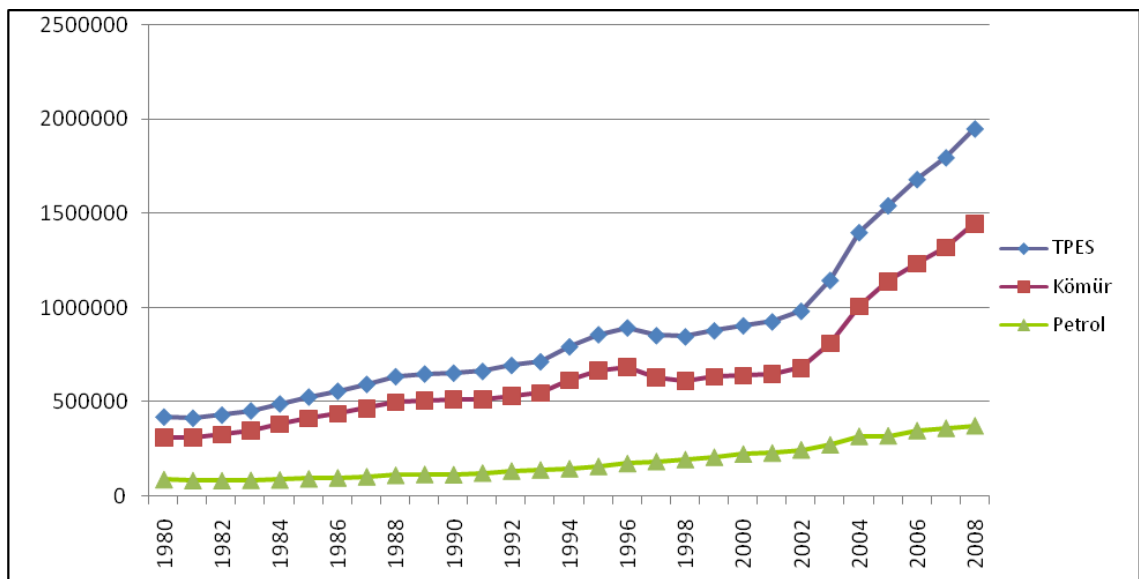
#### **2.2.2.1.2. Enerji Politikası**

2000-2020 yılları arasında kişi başına gelirini dört katına çıkarmayı hedefleyen Çin'de 1,4 milyarlık nüfusun hızlı enerji tüketiminin getireceği ekstra %120 enerji

ihtiyacı, enerji güvenliğini tehdit eden bir unsurdur. Enerji tüketimindeki hızlı artışın, sosyal, ekonomik ve çevresel yan etkilerinin, ekonomik büyümenin getireceği kazanımları erozyona uğratmaması için enerji yoğunluğunun ve buna bağlı olarak tüketiminin azaltılması gereği önem kazanmaya başlamıştır. Liao vd. (2007) tarafından yapılan çalışmaya göre, enerji verimliliği endüstriyel enerji yoğunluğunu %106 oranında azaltmıştır. Ancak enerji verimliliği uygulamaları, endüstrinin %84 enerji tüketimini ifade eden alt sektörlerindeki hızlı ve yoğun enerji tüketimini kontrol edemediği için enerji yoğunluğu 2003 yılından sonra yeniden artış göstermiştir. Bu yoğunluğun nedeni, ülkede yaşanan hızlı endüstrileşme ve şehirleşmenin getirdiği yoğun enerji tüketimi ile açıklanmıştır.

Çin, enerji tüketimi özellikle 2000'li yıllarla birlikte (Şekil 2.7) hızla artan bir ülke olarak dünyada kömürde 3. petrolde 13. ve doğal gaz rezervinde 17. sırada yer almaktadır. Ancak ülkede devasa kömür rezervinin %90'nının ülkenin iç bölgelerinde yer alması ve talebin kıyı bölgelerden gelmesi, 2007 yılında ülkenin kömürde de net ithalatçı olmasına neden olmuştur. Çünkü birincil enerjinin, %73'ü sera gazı salınımı ile çevreyi kirleten kömürden karşılanmaktadır. Enerji tüketiminde petrol %21, doğal gaz %4, hidro %3 ve nükleer güç ise %1'den daha az kullanılmaktadır (Cheng, 2008:300; Wang, 2009:2).

**Şekil 2.7. Toplam Birincil Enerji, Kömür ve Petrol Arz Gelişimi (Milyon Tep)**



Kaynak: BP, 2009.

Ülkede, toplam enerji arzına paralel olarak petrol ve kömür arzı da özellikle 2000’li yıllarla birlikte tırmanışa geçmiştir. 1996 yılından sonra ekonomide artan petrol bağımlılığı, petrol ithalatını da artmıştır. 2007 yılından itibaren %3 olan kömür ithalat oranının, daha da artarak 2030 yılında %7 olması beklenmektedir. Ülkeiçi üretimin %50’sini gerçekleştiren endüstriyel kıyı bölgelerinin, iç bölgelerde yer alan enerji kaynaklarına uzak olması enerji arz güvenliğini, ulaşılabilirlik açısından, olumsuz etkilemiş ve yerli enerji kaynaklarının transferi için batı ve doğu bölgeleri arasındaki altyapı yatırımlarının da tamamlanmasını zorunlu kılmıştır (IEA, 2007:44; Wang, 2009:2; APERC, 2009:9)

Çin, Tablo 2.23’de de görüldüğü gibi enerji ihtiyacının çoğunu fosil yakıt kullanarak karşılayan bir ülke olarak, karbon emisyon hacmindeki artışın baskısıyla, iç politikada enerji verimliliğini artıran ve tüketimi azaltan önlemlere yer verirken, dış politikada; enerji ticaretini geliştiren diplomatik ilişkiler geliştirilmeye başlamıştır (OECD/IEA, 2011). Ülkenin çözmesi gereken problemleri ve enerji politikasının önceliğini oluşturan üç önemli hedefi;

1. Enerji üretimi ve tüketiminin çevre üzerindeki etkisiyle mücadele,
  2. Güvenli ve istikrarlı bir enerji (kaynağı) arzının sağlanması,
  3. Enerji kaynakları kullanımında verimliliğin artırılması,
- olarak belirlenmiştir.

**Tablo 2.23. Çin 2008 Yılı Enerji Arzı ve Tüketimi (kTOE = 1010)**

Enerji Kaynakları	Toplam Enerji Arzı (kcal)	Toplam Nihai Enerji Tüketimi (kcal)	
Kömür ve Ürünleri	1.447.619	Kömür ve Ürünleri	629.730
Petrol ve Ürünleri	375.366	Petrol ve Ürünleri	338.105
Doğal Gaz	76.025	Doğal Gaz	123.698
Elektrik	243.839	Elektrik	243.839
Nükleer	17.823	Diğer	52.188
Toplam	1.950.220	Toplam	1.387.560

Kaynak: APEC, 2011

Mevcut enerji politikasının odak noktaları ve acilen yapılması gereken adımları gösteren stratejileri;

- Enerji tasarrufu ve enerji verimliliğini iyileştirmek için katı, kısıtlayıcı ayarlama ve standartlar koyulması ve bunun için fiyat ve vergileri araç olarak kullanılması,

- Enerjiyle ilgili mevzuatın, çevre kirliliği ile mücadelede kurumsal yapının ve enerji arzı/iletiminde altyapı sistemleri oluşturulması,
- Enerji arzının, yerli enerji kaynağı tarafından sağlanması gerekliliğine vurgu yapılması,
- Enerji güvenliğini sağlamak için işbirliği yapılması,

olarak özetlenebilir. Yapılan ampirik çalışmalar, (Dan, 2009:145) ülkede enerji fiyatlarının enerji yoğunluğunu düşürdüğünü, yenilenebilir enerji politikası ve bu bağlamda getirilen yeni düzenlemelerin potansiyel olarak etkin olduğunu göstermiştir. Ekonomik büyüme, ekonomik yapı, enerji fiyatları, teknolojik gelişme ve GSYİH, enerji yoğunluğunu etkileyen faktörlerdir. Çin Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu, yapısal reform, enerji tasarrufu ve ekonomik kalkınma hedefleri doğrultusunda, enerji arz güvenliğinin temeli görülen kömür üretimini, 2010 yılına kadar 2,6 Gt ile sınırlandırmıştır (OECD/IEA, 2009-a:77).

Yuan vd. (2009-b), 1982-2006 yılları arasında uygulanan enerji tasarrufu politikalarının etkisini araştıran çalışmanın sonuçlarına göre; (ceteris paribus) enerji tasarrufu politikaları enerji yoğunluğunu azaltmıştır. Enerji fiyatlarındaki artış, büyük ölçekli üretim/ölçek ekonomisi ve teknolojik yenilikler, ülkede enerji yoğunluğunu azaltan faktörler olarak belirlenmiştir. Ülkede enerji yoğunluğu ortalama %40 ile gelişmiş ülkelerden daha fazladır.

Ülkede elektrik ve benzin tüketimi, ekonomik büyümenin anahtarı olarak görülmüş ve yaşam standardının artması ülkede elektrik ve benzin tüketimini de artırmıştır. Uzmanlar, otomobil endüstrisini ülke ekonomisinin temel direği olarak görmüşlerdir. Çelik endüstrisinde bu dönemde yeni teknolojik gelişmelerin ve yatırımların önü açılmış ve 1992-2003 aralığında özellikle, ekonominin lokomotifini olan, çelik endüstrisinde (ton başına) 1,52 olan enerji yoğunluğu, (%48 bir başarı ile) 0.79'a çekilmiştir (Lia vd., 2011:573).

Çevre duyarlılığı ile özellikle kırsal kesimde %68 oranında ısınma ve pişirme amaçlı kullanılan kömürde de enerji verimliliğinin artırılması için elektrikli ev aletlerinin kullanımı ve elektrik tüketiminin teşvik edilmesi hedeflenmiştir. 2008 yılında çıkarılan Enerji Verimliliği Standartları düzenlemesi, hem özel sektör hem de devlet tarafından başarıyla uygulanmıştır. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran bir çok çalışma yapılmıştır (Lia vd., 2011:574).

2006 yılına gelindiğinde, ülkede enerji yoğunluğu yeniden %0,8 artmıştır. Ma ve Stern (2008) yaptığı ampirik çalışmada; 1980-2003 arasında enerji yoğunluğundaki azalmanın nedenini, teknolojik yenilik ve yapısal iyileşme olarak bulmuştur. 2003'ten sonra enerji yoğunluğunun tekrar artmasının nedenini ise teknolojik gerileme olduğu sonucunu bulmuştur. Aynı çalışmada teknolojik yenilik ve yapısal etkiler birbirinden ayrılarak yapılan bir diğer ampirik çalışmaya göre; (Liao vd, 2007:4645) 1997-2006 arasında enerji yoğunluğunun azalmasına, alt sektörlerdeki yapısal değişimden ziyade, enerji verimliliğindeki artış katkı sağlamıştır. 2003-2006 arasında enerji yoğunluğunun artmasının nedeni ise; enerji yoğunluğu yüksek alt sektörlerin yeni yatırımlarla genişlemesinden kaynaklanmaktadır. Ma ise (2008), 1980-2003 yılları arasında ülkede teknolojik yeniliğin enerji yoğunluğunu düşürdüğü ve özellikle 2000 yılına kadar enerji yoğunluğundaki azalmanın, alt sektörlerde enerji yoğunluğunun azalmasından kaynaklandığını bulmuştur. Çalışmaya göre, yakıt ikamesi enerji yoğunluğunun düşmesinde çok az etkili olmuştur.

Çin'de enerji fiyatları devlet tarafından belirlenmektedir. Birincil enerjinin %70'i endüstri, %10'u konutlarda tüketilmektedir. Enerji yoğun endüstri sektörü toplam enerji arzının %50'si ve elektrik enerjisinin %75'ni kullanmaktadır. Hükümetin üretim maliyetini azaltmak için uyguladığı fosil yakıt sübvansiyonlarının kötü uygulanması, vergi mükellefleri için ekonomik maliyeti yanında; zararlı CO<sub>2</sub> gazı ve diğer atıklarla çevre ve havayı kirletmektedir. Devletin fosil yakıtla üretilen enerji fiyatlarını artırarak, enerji tasarrufu sağlayan polikalara yönelmesinin enerji tüketiminin azaltılması ve dolayısıyla çevreye zararlı her türlü atığın azaltılmasında etkili olacağı savunulmaktadır (Lin ve Jiang, 2010:19). Çin enerji yapısı, düşük karbonlu enerji üretiminin önemli ölçüde artırılmasıyla sürekli iyi yönde değişmiştir. Kömür tüketimi %68,7 oranında azalmış, petrol ve doğal gaz tüketimi 1990-2008 yıllarında %19 oranında artmıştır. Hidrolik-enerji, nükleer enerji ve rüzgâr enerjisi ise %5'den %8,9'a yükselmiştir (APEC,2009:42). Ampirik çalışmaların sonuçları yeni teknolojilerle enerji verimliliğinin artırılması ve enerji tasarrufu sağlanmasının, enerji tüketimi talebinin vergilerle yönlendirilmesinin enerji arz güvenliğine katkı sağlayacağını desteklemektedir.

Çin, hem ekonomik büyüme, yaşam standardının yükseltilmesi hem de sera gazı salınımının azaltılması hedeflerini aynı anda gerçekleştirmeyi amaçlayarak yeni ulusal

stratejiler geliştirmeye başlamıştır. 1992 yılından sonra ÷lkede üretilen toplam enerji, toplam enerji talebini karşılayamaz olmuş ve özellikle de elektrik tüketiminde yaşanan sıkıntı, 1300 GW ilave kurulu güç kapasitesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu koşulların etkisiyle Çin enerji politikası, üretimin artırılması yaklaşımından, enerji kaynaklarının ve üretimin yeniden yapılandırılması ve piyasa-odaklı reformların hızlandırılmasına doğru kaymıştır. Öncelikle altyapı sorunlarını çözmek için çalışmalara başlanmış ve enerji endüstrisinde idari yapılanmayı yenilemek amacıyla 1995 yılında Elektrik Yasası, 1996 yılında Kömür Yasası, 1997 yılında Enerji Tasarrufu Yasası çıkarılmıştır (Dan, 2006:137).

Enerji yoğunluğunun azaltılması ÷lkede enerji politikalarının en önemli ayağını oluşturmaktadır. 2008 yılında %10 enerji yoğunluğunun azalması ile 700 milyon ton karbondioksit gazı emisyonu engellenmiştir. Onbirinci beş yıllık kalkınma planında, 2010 yılına kadar enerji yoğunluğunun %20 oranında azaltılması; yıllık 1,22 milyon ton olan kömür tüketiminin 0,977 milyon ton'a düşürölmesiyle enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir. 2010 yılı Ulusal İklim değişikliği programına göre, 2005 yılı baz alındığında, ÷lkede üretimde enerji tüketiminin %20 azaltılması, birincil enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin oranının %10'a çıkarılması ve ormanların %20 artırılması hedeflenmiştir. Zira enerji yoğunluğunun %20 oranında azaltılması, ÷lkenin ürettiği sera gazı etkisinin de %20 oranında azaltılmasına neden olacaktır. Söz konusu hedefler Çin ulusal kalkınma ve sosyal gelişme hedefleri ile de entegre olan bağlayıcı hedefleri arasındadır (APEREC, 2009:15).

Lia vd.(2011) yaptığı çalışmaya göre; Çin'in yerli kömür tüketimiyle sağladığı sürdürülebilir ekonomik büyümesine paralel olarak, ÷lkede sera gazı emisyonu da artmaktadır. Çalışmanın sonucuna göre, ÷lkede kişi başi yurtiçi üretimdeki %1 artış, karbon emisyonunu %0,42 oranında artırmaktadır. Ülkenin özellikle doğu bölgelerinde enerji verimliliği çok düşüktür. Ülkede çok yüksek olan enerji yoğunluğu, ciddi hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle gelecekte, enerji tüketim yapısını değiştirecek, yeni düşük karbon emisyonlu enerji kaynaklarına yönelmesi tavsiye edilmektedir. Bu bağlamda nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarının, ÷lkenin ithal bağımlılığını azaltmada ve iklim değişikliğine yol açan zararlı emisyonların önlenmesinde önemli bir rol oynayacağı ifade edilmektedir. Acilen enerji politikasında yeşil enerji kaynaklarının yer aldığı yeni stratejiler geliştirilmesi gereğine vurgu yapılmaktadır (Lia vd.,2011:573).

Çin'in ekonomik büyümesi için gerekli olan devasa enerji tüketimi, ülkeyi en büyük ve en hızlı büyüyen sera gazı üreticisi yapmıştır. Özellikle elektrik enerjisi üretiminde, Tablo 2.24'de görüldüğü gibi fosil yakıtlı termik santraller ve ulaşım sektörü, enerji tüketimindeki artışın en önemli kalemleridir. Enerji politikalarının bir diğer ayağı enerji arz güvenliği açısından, sürdürülebilirliği sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme olduğu görülmektedir. Ülkede çevre açısından katı, sıvı veya gaz olarak zararlı atık üretmeyen ve doğal kaynakları tüketmeyen yenilenebilir enerjiye yönelim başlamıştır. Bu yönelimin etkileri, 11. Beş Yıllık Ekonomik ve Sosyal Kalkınma Planında görülmüş ve yenilenebilir enerji kullanımına yönelik 2005 Şubat ayında yılında çıkarılan Yenilenebilir Enerji Kanunu, 2006 yılında yürürlüğe girmiştir. Kanunun amacı, enerji yapısının iyileştirilmesi, enerji arzının çeşitlendirilmesi, enerji güvenliğinin sağlanması, çevrenin korunması ve toplumun ve ekonominin sürdürülebilir gelişiminin gerçekleştirilmesi için yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi ve kullanımının teşvik edilmesi olarak belirlenmiştir.

**Tablo 2.24. Çin 2008 Yılı Elektrik Enerjisi Üretimi (GW) ve Kaynakları**

Termal	2.790.078
Hidroelektrik	585.187
Nükleer	68.394
Diğerleri	23.223
Toplam	3.466.882

Kaynak: APEC, 2011.

Yenilenebilir Enerji yasaının uygulanması sürecinde Çin Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu'nun "*Enerji Kaynakları ve Yenilenebilir Enerji kaynakları Geliştirme Yönergesi*", 1996-2010 dönemi için belirli hedefler oluşturmuştur. Bu hedefler doğrultusunda ülkede 2020 yılına kadar toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerji oranı hedefi %15 olarak belirlenmiştir. Kanunun uygulanması için gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra aşağıda özetlenen uygulamalarla yenilenebilir enerji üretiminde önemli adımlar atılmıştır (Cheng, 2008:310).

- Hükümet tarafından maliyetlerin paylaşılması ve fiyatların belirlenmesine yönelik geçici idari önlemlerin alınması,
- Yenilenebilir enerjide Ar&Ge faaliyetleri için özel fonlar kurulması,
- Uzun ve orta vadeli yenilenebilir enerji gücünü geliştirme planları oluşturulması,



- Enerji ağında yenilenebilir enerjiyle elektrik üreten işletme metotlarının uygulanması ve 11. beş yıllık yenilenebilir enerji geliştirme planının 2010 yılına kadarki amaçları ve öncelikleriyle uygulamaya konulması.

Ülkede aslında yenilenebilir enerji üretimi 1980 yılında ilk ağ bağlantılı rüzgâr enerjisi geliştirme çalışmalarıyla başlamış ve 1986 yılında, East Doğu Çin'in Shandong Eyaletinde Rongcheng şehrinde seçilen pilot bölgede üç aşamada gerçekleşecek projeye start verilmiştir. Birinci aşama 1986-1993 yılları arasında pilot bölge çalışması, 1994-2003 aşaması rüzgâr gücü endüstrinin geliştirilmesi ve en önemli üçüncü aşama ise 2003 yılından sonra uygulamaya konan “Rüzgâr Çiftliği Teşvik Programı” ile rüzgâr enerjisi üretimi ihaleye açılmıştır. Çalışmaların öncelikli hedefi enerji üretim maliyetlerini ve elektrik enerjisi fiyatlarını azaltmaktır. Ancak enerji arz güvenliği bağlamında, yeni enerji politikalarının önceliği olan yenilenebilir enerjinin üretim ve tüketimi; teknolojik, ekonomik, mevzuat ve kurumsal alt yapı eksikliği gibi dezavantajları nedeniyle piyasada yaygın kullanılamamıştır. Ayrıca, piyasanın zayıf olması, rekabet ortamının olmaması ve teknoloji önyargısı, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim sürecinde yerini alabilmesinin önündeki en önemli “*piyasa engelleri*” olmuştur (Wang, 2009:3).

Hükümetlerin yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımını desteklemek amacıyla oluşturduğu politikaların etkilerine bakıldığında; Çin'de diğer enerji tüketicisi ülkelerde olduğu gibi, enerji arz güvenliği açısından hem iç hem de dış piyasaya yönelik teşvikler uygulanmaya başlamıştır. Ülkede devlet kontrolü altındaki enerji iç piyasasında reformlara hız verilmiş ve devlet tekelindeki sektör, özel teşebbüs rekabetine açılmıştır. Ülke dışında AB, ABD ve diğer uluslararası enerji organizasyonları ile de uluslararası işbirliğini geliştirmeye yönelik çalışmalar başlatılmıştır (Wang, 2009:6).

Çin'de rüzgâr enerjisi teknolojisi, en hızlı büyüyen pazar konumundadır. 2009 yılında rüzgâr enerjisi, yaşanan finansal krizden çıkışı sağlayacak ekonomik büyümenin anahtarı olarak görülmüştür. Enerji Bakanlığı tekeline olan üretimde, teşvik programları ve uzun vadeli enerji satın alma anlaşmaları ile büyük şirketler ve yatırımcıları sektöre yatırıma davet etmiştir. Yerli üretimin kapasitesini geliştirmek için, yatırımcılarının kullanacağı rüzgâr enerjisi donanım ve aksesuarlarının ithalatını %8 ile sınırlayan tarife uygulanmaya başlanmıştır. Rüzgâr enerjisi üretiminde vergi muafiyeti

programı, rüzgâr enerjisi ağ fiyatlarında büyük bir indirime neden olmuştur. Uygulamalar Çin’de yerli rüzgâr türbini endüstrisinin hızla gelişmesine ve ülkenin ABD, Almanya ve İspanya’dan sonra dünyada dördüncü sıraya yükselmesini sağlamıştır. 2010 yılında rüzgâr gücü üretiminde toplam kurulu gücüyle Çin’in dünyada ikinci sırada yer alması ve 2020 yılında 30 GW kapasiteye ulaşması beklenmektedir (Wang, 2009:7). 2006 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Yasası, enerji maliyetinin paylaşılması, ürün alım garantisi ve büyük ölçekli ekonomik hedeflerle devlet kontrolünde akıllı dağıtım ağı sistemi olmak üzere yeni düzenlemeler içermektedir.

Uygulamaya konulan yeni maliye ve vergi politikalarıyla, 2009 yılında 6 yeni tesis devreye girmiş ve elektrik enerjisi üretimi kapasitesi 874 GW’a çıkmıştır. Üretimle rekor atışla yıllık 3,71465 trilyon KW saat çıkan rakamlar, elektrik enerjisi üretiminde ülkeyi dünyada 2. sıraya çıkarmıştır. Yıllık tüketim de 3,6430 trilyon KW saat olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılı ortasında, önemli bir potansiyel olan, 200 milyon KW hidroelektrik enerji kurulu kapasitesinin yıl sonunda 210 milyon KW’a ulaşmıştır Birleşmiş Milletler, İklim Değişikliği Çerçeve Programı Kyoto Protokolü kapsamında başlatılan Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) projesi ile yeni hidroelektrik santraller inşa edilmeye başlanmıştır (UNEP, 2011:223).

Çin, dünyada fotovoltaik enerji üretiminde toplam üretimin %30’nu gerçekleştirerek lider olmuştur. 2009 yılında hükümetin ilan ettiği teşvikle, 2012 yılına kadar 500 MW PV güneş enerjisi kapasitesi kurmayı hedefleyen “Golden Sun” projesi, güneş enerjisi endüstrisi ve teknolojisinin kilometre taşı olmuştur. Ülkede 10 yıl içinde enerji arzında yenilenebilir enerji oranının %15’e çıkarılması için planlar yapılmaktadır. Güneş enerjisi üretiminde kurulu kapasite her yıl katlanarak artmaktadır. Hükümet 2012 yılına kadar 232 MW’a ulaşması beklenen kapasitesinin, 2020 yılına kadar 20 GW’a yükseltilmesini hedeflenmektedir (UNEP, 2011:225). Yenilenebilir enerji piyasasına verilen doğrudan hükümet desteği, piyasada güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşmasına büyük teşvik sağlamaktadır.

Çin, ABD ve Brezilya’nın ardından dünyanın üçüncü biyoyakıt üreticisi konumundadır. Toplam otomotiv yakıt tüketiminin %20’sini karşılayan biyoyakıt üretiminin 11. kalkınma planında öngörülen şekilde, 2020 yılına kadar 15 milyon Tep’e ulaşması beklenmektedir. Biyoyakıt üretiminin ülkede gıda güvenliğini tehlikeye

sokacağı endişelerine karşılık, petrol fiyatları yükseldikçe birçok çiftçinin, çiftliklerinde “petrol” ekmeye devam edeceği ifade edilerek endişeler giderilmeye çalışılmaktadır (Wonglimpiyarat, 2009:5).

Çin, 1990’lı yıllardan bu yana, alternatif enerji kaynağı olarak kabul edilen jeotermal enerjiyi dünyada direkt kullanan ve yoğun kaynak arayışlarına önem veren bir ülkedir. Jeotermal enerji kaynakları ülkede homojen bir dağılım göstermektedir. 2006 yılında tahmini üretim kapasitesi 1.740 MW olan 181 yeni kaynak keşfedilmiş, ancak bunların sadece 7 tanesi toplamda 32 MW kapasite ile kullanıma açılmıştır.

Çin’in enerji tüketimi ve Ortadoğu’ya bağımlılığı artmaktadır. Enerji piyasasında küresel talep arttıkça, rekabet ve jeopolitik mücadele de artmaktadır. Ülkeler, özellikle enerji güvenliği konusunda sadece serbest piyasalarla değil, coğrafyalarla daha çok ilgilenmeye başlamıştır. Çin, içerde enerji piyasası altyapısını güçlendirecek politikalara öncelik verirken, dışarıda da uluslararası işbirliğine önem vermiştir. Batılı petrol şirketlerine bağımlılığı kırmak için 1990’lı yıllarda piyasadaki devlet şirketlerinin liberalizasyonuna hız verilmiştir. 1992 yılında, Ulusal Petrol Şirketinin ülke dışındaki yatırımlarıyla Afrika, enerji arzında önemli bir coğrafya olmaya başlamıştır. Afrika ülkelerinde, AB ülkelerinin endişeli bakışları altında, yeni rezervlerin keşfedilmesi ve kıtada yoksulluğun azaltılması için yardımlarını sürdürmektedir. Ülke dışında faaliyet gösteren enerji şirketleri, uluslararası ticari sistemin piyasa kuralları yanında, liderlerin kurduğu enerji diplomasisi ile de finansal ve diplomatik devlet desteğini almaktadır (OECD/IEA, 2011). Çinli liderler gelişmiş ülkelerden teknoloji transferinin önünü açacak uluslararası işbirliğine önem vermektedirler. Örneğin 2006 yılında Çin ve Hindistan işbirliği ile sermayesinin %30-40’ı Çin’e ait olan şirketler, Sudan ve Malezya gibi ülkelerde yeni petrol ve doğal gaz keşifleri yapmışlardır (Cheng, 2008:315).

Çin, 2050 yılında gelişmiş bir ülke olmayı ve kişi başı elektrik enerjisi tüketimini dünya ortalaması seviyesine çıkarmayı hedeflemektedir. Enerji arz güvenliğini sağlamada, ithalat bağımlılığını azaltmak için elektrik üretiminde zengin kömür rezervlerinin veya hidro-gününün kullanılması seçenekler arasındadır. Ancak Kömür rezervlerinin %70’inin ülkenin kuzeybatısı ve hidro kaynaklarının %80’inin güneybatı bölgelerinde olması; buna karşın enerji tüketiminin yoğun olarak kullanıldığı endüstri bölgelerinin kıyı şeridinde yer alması, enerji politikalarında nükleer enerji

seçeneğini gündeme getirmiştir. İthalat bağımlılığını azaltmayı hedefleyen ülkede ekonomik büyüme için elektrik enerjisi üretimi ve tüketimini artırmada en iyi alternatif, nükleer enerji olarak görülmektedir. Nükleer enerji tercihinin arkasındaki nedenler artan enerji talebi, çevre üzerine baskılar, enerji arz güvenliği ve nükleer enerji alternatifinin kamuoyunca desteklenmesi yanında yeterli finansal desteğe sahip olmak olarak sayılabilir. Çin, ABD'den Bush yönetimi döneminde nükleer enerji teknolojilerinin transferinde destek almıştır. Ayrıca “*Sino-EU Energy Co-operation Task Force*” gibi enerji alanında Çin-AB ilişkilerinin geliştiren ve çevre koruma, yenilenebilir enerji, temiz enerji, verimli yakıt kullanımı, enerji tasarrufu vb. konularında düzenlenen konferanslar, enerji alanında gelişmiş teknolojilerin ABD'den ülkeye transferinde önemli bir kaynak yaratmıştır (Cheng, 2008:316).

Dünyada nükleer enerji kurulu kapasite sıralamasında 11. sırada yer alan Çin, 2008 yılında elektrik enerjisi üretiminde, yeni nükleer reaktörü devreye sokarak, toplam kurulu kapasitesini 9,1 GW'ye çıkarmıştır. 2009 yılında yapımına başlanılan ve halen devam eden 18 nükleer santralin tamamlanmasıyla kurulu gücün 2012 yılına kadar 15 GW'ye ulaşması beklenmektedir. 2020 yılına kadar orta ve uzun vadede nükleer enerjide kurulu gücün, 40 GW'ye ulaşması ve ülkede üretilen elektrik enerjisinin %6'sının nükleer enerji ile karşılanması planlanmaktadır (Zhou ve Zang, 2009:2).

Ülkede ilk 3. Nesil AP1000 nükleer güç ünitesinin yapımına başlanmış ancak dünyada daha yeni teknolojilerle artık 4. Nesiller üretilmeye başlanmıştır. Ülkede, nükleer enerji desteklenmesine karşın, kullanılan nükleer enerji teknolojisinin eski olması, güvenlik problemini doğurmaktadır. Mevcut kurulu gücün artırılmasıyla birlikte atık probleminin de büyümesi, ilk yatırım maliyetinin yüksek ve inşaa sürecinin uzun olması nükleer enerjinin rekabet gücünü azaltmaktadır. Bunun yanında dünyadaki uranyum rezervlerinin sadece %1'ne sahip olması nükleer enerjinin önündeki en önemli engellerdir (APEC, 2009:51).

Çin'in enerji güvenliği politikaları, ithal kaynak bağımlılığını azaltmak için daha fazla yerli kömür ve hiroelektrik kullanımını ve tasarruflar ve verimlilik artışıyla enerji tüketimini azaltmayı hedefleyen stratejiler izlemektedir. Ayrıca, küresel enerji piyasasında etkinliğini artırmak için, ülke dışında yabancı şirketlerle ortaklık kurarak enerji alanında faaliyet gösteren şirketlerini, teknolojik, finansal ve diplomatik olarak destekleyen politikalar uygulamaya koyduğu görülmektedir.

### 2.2.2.2. Rusya

Rusya, Sovyetler Birliği'nin dağılmasından sonra yeni stratejileriyle, ekonomik ve siyasî anlamda Hazar Havzası ve Orta Asya petrol ve gaz akışını kontrol etmeye başlamıştır. Enerji transferi Rusya'ya ekonomik getirisi yanında, fiyat ve miktar açısından piyasayı kontrol etme gücünü de sağlamıştır. Enerji üretim kapasitesinde, Rusya, kendi üretimiyle bölge üretimini birleştirdiğinde, Suudi Arabistan'ın üretimi kadar üretim yapmaktadır. Hâlen dünyanın önde gelen petrol ve doğal gaz üreticisi ve ihracatçısı ülkelerden biri olmuştur. Ülkede sondaj ve özellikle nakliye maliyetleri, yüksek olmasına karşın, Rus ekonomisinin petrol gelirlerine olan bağımlılığı Suudi Arabistan'a göre oldukça az seviyededir. BRIC ülkeleri, sadece devasa nüfus büyüklükleri ile değil gelecekte enerji talebinin merkezi olacak olmaları nedeniyle önemli ülkelerdir. Rusya, dünyada ham petrol ihracında ikinci sırada yer alan, doğal gaz rezervine sahip en büyük ülke ve önemli bir enerji ihracatçısı ülke olarak, enerji güvenliğini, talep güvenliği boyutuyla yaşamaktadır (EIA, 2008:7) .

#### 2.2.2.2.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar

Rusya, fosil yakıtlar içinde petrol ve doğal gaz açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ülke ekonomisinin temelini petrol ve doğal gaz oluşturmaktadır. Dünyada petrol ve doğal gaz fiyatları düştükçe ekonomi küçülürken; fiyatlar arttığında ekonomi büyümektedir. Ülkede toplamda 6 609 milyar ton olan petrol rezervleri, dünya petrol rezervinin %10'unu oluşturmaktadır. Toplam rezervlerin %80'ni Sibiryaya ve %20'si Ural-Volga bölgelerinde yer almaktadır. Rusya üretiminin önemli (%50) bir bölümünü ihraç etmekte ve ihracatını Baltık Denizi ve Karadeniz ve Türkiye Boğazları gibi su yolları aracılığı ile yapmaktadır (BP, 2009).

2009 yılında petrol üretiminde dünyanın en büyük üreticisi olan Suudi Arabistan'ı geride bırakmıştır. Rusya Enerji Bakanlığı, İstatistik (CDU-TEK) Bürosunun yaptığı açıklamaya göre, 2009 yılında günlük 9,93 milyon varil olan petrol üretimi %2,2 artırılarak, 2010 yılında günlük 10,15 milyon varile ulaşmıştır. Bu rakam, Sovyetler Birliğinin 1991 yılında dağılmasından bu yana en yüksek yıllık ortalama üretimini oluşturmaktadır (BP, 2009).

Ülkede toplamda 48 milyar m<sup>3</sup> olan doğal gaz rezervlerinin yıllık üretimi 600 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır. 2009 yılında 582 milyar m<sup>3</sup> olan doğalgaz üretimi de geçen yıl

%12 artışla 650,3 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır. Dünyanın en büyük doğalgaz rezervlerine sahip olan Rusya, üretiminin 1/3'ünü Almanya, İtalya, Fransa ve Finlandiya başta olmak üzere AB üyesi ülkeler ve Türkiye'ye yapmaktadır (BP, 2010).

Rusya, AB'nin %65 enerji ihtiyacını tedarik eden bir ülke olarak, petrol, doğal gaz, uranyum ve kömürde en büyük ticari ortağıdır. AB-27 Rusya'dan doğal gaz ithalat oranları %24 olmuştur. Rusya ihracatının petrolde %88, doğal gazda %70 ve kömürde %50'sini AB ülkelerine yapmaktadır. İşlenmemiş maden ve yeraltı kaynaklarının ihracatı, Rusya bütçesinin %40'nı oluşturmaktadır (Morales, 2008:32).

Rusya, dünyadaki diğer ülkeler gibi, enerji politikası gereği iç piyasada fiyatları mümkün olan en düşük seviyede tutarken; yabancı enerji şirketlerini de iç piyasanın dışında tutarak devletin enerji sektörünün tek patronu olmasını sağlamaktadır. Gazprom, Ukrayna ve Beyaz Rusya doğal gaz transferini sağlayan geçiş ülkeleri olmasından dolayı, yarı-monopol bir yapıya sahip gaz üreticisi olarak Avrupa'nın %25 doğal gaz ihtiyacını karşılamaktadır. Rusya dünyada en büyük doğal gaz rezervine sahiptir. Ülkede doğal gaz rezervlerinin üretimini Gazprom şirketi yürütmektedir. Şirket doğal gazın dünyada %20'si, Rusya'da %85'ni üreten devasa büyüklüğünü, 157.000 km ile dünyanın en uzun doğal gaz nakil hattı ile 32 ülkeye yaptığı ihracat bağlantısı ile daha da kuvvetlendirmektedir. Ülkede enerji sektöründeki en büyük firma olarak hisselerinin %50'02'si devlete aittir. Piyasadaki en önemli ulusal firmalar devletin kontrolü altındadır ve yabancı firmaların girişi kısıtlanmıştır (Slay, 2008:22:).

Gazprom, Avrupa'daki müşterilerine doğal gaz tedarik etmek ve Orta Asya doğal gazının hem yerli kullanımı hem de ihracatının önünü kesmek için yeni doğal gaz boru hatları inşa etmeyi planlamaktadır. Ancak bu arada Rusya'nın son 10-15 yıldır en önemli doğal gaz rezervini oluşturan Batı Sibirya'daki geniş gaz alanlarının, teknik nedenler ve özellikle de Rusya'nın kuzey kıyısındaki açık denizde yeni gaz alanlarının keşfedilmemesiyle, üretim artışı azalmaktadır. Rusya kömür rezervleri açısından da zengin bir ülkedir. Yıllık 270 milyon ton üretimiyle dünya sıralamasında 3. sırada yer almaktadır. Ülkede demiryolu taşımacılığı, ilk defa kömür taşımak amaçlı olarak gelişmeye başlamıştır (Slay, 2008:20).

Rusya 1990'lı yıllardan sonra çok kutuplu dünyada kaybettiği büyük gücünü yeniden inşa etmek için AB ve ABD ile ulusal çıkarları doğrultusunda iyi ilişkiler kurmaya karar vermiştir. Bu bağlamda genel olarak doğal kaynaklarını ve özellikle de

enerji kaynaklarını, çok kutuplu dünyadaki, yerini sağlamlaştırmak için anahtar olarak görmüştür. Enerji fiyatlarının uzun vadede yüksek kalmayacağını düşünerek, eski Sovyet sistemini tavsiye etmeye başlamış; ancak kısa vadede kayda değer bir başarı elde edememiştir. Özellikle enerji kaynaklarını yeniden millileştirmiştir (Van Der Meulen, 2009:846)

Rusya, uzun dönemde sağlam bir ekonomi ve yine sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamak ve ülke nüfusunun refah seviyesini artıracak güç ve enerji kaynaklarının ve doğal yakıtların etkin bir şekilde kullanımını gerçekleştirmek için uzun vadeli, güçlü bir politikaya ihtiyaç duymuştur. Bu bağlamda petrol ve doğal gaz, ülkenin ekonomik güvenliği açısından, stratejik enerji kaynakları olarak görülmüş ve bu nedenle serbest piyasa kurallarına emanet edilmemiştir. Ülkede özel şirketler dahi, mülkiyeti devlete ait olan enerji kaynaklarını koruyan muhafızlar olarak görülmektedir. Rusya, bu nedenle topraklarından uluslararası petrol boru hatlarının geçmesine izin verecek olan Enerji Şartı Antlaşmasını (ECT) onaylamaktan kaçınmıştır (Morales, 2008:25).

Gazprom, milli bir şirket olarak, Türkmenistan ve diğer Orta Asya ülkelerinden satın alarak AB'ye ihraç ettiği doğal gazı, iç piyasada daha düşük fiyatlarla satmaktadır. Bir enerji devi olarak Sovyet Rusya'nın dağılmasıyla oluşan Bağımsız Devletler Topluluğu<sup>15</sup> üyelerine 2006-2007 yılları arasında ihraç ettiği doğal gaz fiyatlarını %300 artırmasına rağmen, fiyatlar hala AB ülkelerine yapılan ihracat fiyatının altındadır. Gazprom'dan aldıkları gazın bedelini ödemeyen Ukrayna ve Beyaz Rusya'yı cezalandırmak için gazı kesmesi ve gaz akımı üzerinde mutlak kontrol sağlamaya çalışması, AB ülkelerinin tedarikçileri Rusya'ya karşı güven problemi yaşamalarına neden olmaktadır (Slay, 2008:22).

Rusya, 1998 yılından sonra ülkede artan likidite nedeniyle iki önemli problemle karşılaşmıştır. Enerji piyasasında, kontrolü elinde tutabilmek için özelleştirme yaparken mallarını değerinin altında satmaya başlamış ve ekonomide petrol gibi belirli alanlarda yapılması gereken yatırımlar eksik kalmıştır. Ekonomi, Sovyet zamanından kalma yatırımlarla varlığını sürdürerek, büyümeye devam etmiştir. Fakat yeni yatırımlar için gerekli olan likidite, Rus ekonomisinin doğasından kaynaklanan mülkiyet hakları,

---

<sup>15</sup> Bağımsız Devletler Topluluğu ülkeleri: Azerbaycan, Gürcistan, Baltık ülkeleri, Beyaz Rusya, Moldova, Ermenistan, Ukrayna.

yolsuzluk, vergi düzenlemeleri nedeniyle yetersiz kalmış ve hem dış hem de yerli yatırımcılar için yüksek risk oluşturmuştur (Van Der Meulen, 2009:847)

Rus ekonomisi, 2000-2004 arasında yıllık ortalama %7 büyümüştür. Ekonomideki büyümenin temel nedeni endüstriyel üretiminin %70'ini ve GSYH'nin %19'unu oluşturan petrol ve doğal gaz sektöründeki büyümedir. Rus ekonomisinin karşılaştığı ikinci problem "enerji arz çeşitlendirmesi" olmuştur. Petrol sektörünün tek başına GSYH'nin %25'ni oluşturması ve enerji fiyatlarının dünyada dalgalı seyri; ekonominin lokomotifini olan enerji sektörü talep güvenliği sorununu doğurmuştur. Ancak yüksek enerji fiyatlarının ülkenin GSYH'sinin büyümesi ve küresel enerji tüketimi arasındaki ilişkinin uzun vadede azalacağı düşüncesi, Rusya'nın ekonomik büyümesini ve uluslararası pazarlık gücünü etkileye başlamıştır. Rusya, petrol ve doğal gaz arzının büyüklüğü oranında önemli bir güç elde ederken; diğer taraftan da müşterilerinin enerji kaynağına ulaşımı, enerji nakil güzergâhı ve ekonomik büyümesi için gerekli rezervlerin durumu gibi nedenlerle ülkenin ekonomi finansmanında enerji ihracat kaynakları ve müşterilerine bağımlılığı karşılıklı olarak artmıştır. IMF'nin 2004 yılında yaptığı çalışmaya göre; Rus ekonomisi, özellikle petrolde olmak üzere artan dünya enerji fiyatlarına karşı 1998-1999 yılları arasında daha duyarlı hale gelmiştir (Morales, 2008:25).

Rusya, likidite ve çeşitlendirme problemlerini çözmek için tek çare olarak dünya pazarlarının ve dünya yatırım sisteminin bir parçası olmayı zorunluluk olarak görmeye başlamıştır. Doğrudan yabancı yatırımlara pazarını açması ve Rus ekonomisinin bazı sektörlerinin liberalleşmesi veya özelleştirilmesi gündeme gelmiştir. Rusya, 2000 yılında küresel ekonomiye katılmak için Dünya Ticaret Örgütü'ne (DTÖ) üye olmuştur. DTÖ müzakereleri ve AB'nin isteği ile gaz sektöründe iç piyasa fiyatları ve ABD'nin isteği ile de bankacılık sektöründe yapılan reformlar sonuç vermeye başlamıştır. Ancak Rusya'nın kendi nüfusunun temel enerji ihtiyacını, desteklenmiş fiyatlarla karşılamak için kullandığı Gazprom, liberalleşme ve özelleştirmelerin dışında tutulmuştur. Gazprom temel hedefi kısa vadeli karını artırmak ve iç piyasada sübvansiyon sistemini canlı tutabilmek için AB'nin talep güvenliğini sağlamaya çalışmaktadır. Bu nedenle Asya gazını stoklayarak Avrupa'ya pazarlamakta, böylece Rus gazını daha sonraki kuşaklar için ayırırken, Rus enerji stratejisine uygun olarak arz boşluğunu doldurmakta ve aynı



zamanda bağımsız üreticilerin Rus pazarına girmesine müsaade etmektedir (WEC, 2009:27).

#### **2.2.2.2.2. Enerji Politikası**

Rusya, Sovyetler Birliği'nin dağılma süreci sonrasında yeni ekonomik koşulların etkisi altında, yeniden bir toparlanma süreci içine girmiştir. Rusya enerji politikası, 1992 yılında açığa çıkmış ve 1995 yılında 2010 yılına kadar ulaşılması hedeflenen temel hedefler ve izlenmesi gereken stratejiler belirlenmiştir. 2000 yılında bu stratejiler revize edilerek, 2020 yılı hedefleri belirlenmiştir. Birçok ülkenin enerji politikalarının temel stratejisi olan enerji verimliliği, Rusya enerji stratejisinin temel hedefi olarak 2020 yılına kadar artırmaktır. Rusya enerji stratejisinin temel amacı, Rusya'nın enerji üretimi ve arzının kalitesini artırarak, ülkenin dünya piyasasında rekabet gücünü artırmaktadır. Uzun dönemde böylece enerji verimliliğini artırmayı, çevreye en az zarar veren, ekolojik enerji üretmeyi ve güvenliğini hedeflemektedir (WEC, 2009:27).

Rusya enerji stratejisinin öncelikleri;

- Enerji verimliliğinin artırılması,
- Enerji yoğunluğunun azaltılması,
- Enerji yoğunluğunun çevre üzerindeki etkilerinin azaltılması,
- Sürdürülebilir gelişme,
- Enerji teknolojilerinin geliştirilerek etkinliğinin ve rekabetinin artırılması,

olarak sıralanmaktadır. Yakıt ve enerji üreten, doğal monopollerini düzenlemeye yönelik yapısal reformları tamamlamak, yapısal iyileştirmelerle yakıt ve enerji dengesini iyileştirmek için çalışmalar başlatılmıştır.

AB'nin liberal piyasa ve düzenleyici enerji politikasının aksine Rusya'nın enerji politikası, doğal gaz piyasasında mutlak devlet kontrolüne dayalı bir politikadır. Devlet, ucuz doğal gaz vererek; bir yanda halkı potansiyel opportunist politikalara diğer yanda da gaz ihracatında Gazprom'u AB'ye bağımlı hale getirmektedir. Gazprom, Rusya'da mümkün olan kârlı sistemi devam ettirmek için optimal-altı devlet müdahalesiyle dış talep güvenliğinden emin olarak kontrol etmeyi istemektedir (Van Der Meulen, 2009:848)

Rusya'nın 2020 yılı için hedeflediği enerji politikası önceliklerine bakıldığında, bir taraftan yeni alternatif enerji kaynaklarına yönelirken diğer taraftan da öncelikle

doğal gaz ve petrol üretiminde artış yapılması hedeflenmektedir. 2020 enerji stratejisinin öncelikli hedefi olan enerji verimliliğini artırmak için (barentsobserver, 2009);

- Toplumda bir bütün olarak, üretimde enerji yoğunluğunu ve enerji arzı harcamalarını azaltmayı,
- Sürdürülebilir kalkınmayı hedeflemiştir.

Rusya ekonomisi 1990'dan bu tarafa gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, 2,3-2,7 oranında daha fazla enerji yoğunluğuna sahiptir. Bu durum, bir enerji devi olan ülkede enerji fiyatlarının düşük olmasına dayandırılmaktadır. Ülkede toplamda %40-%45 oranında teknik olarak enerji tasarrufu potansiyeli olmasına karşın; Rusya'nın aktif bir enerji tasarrufu politikasının henüz planlama aşamasında olması önemli bir eksiklik olarak görülmektedir (Barentsobserver, 2009)

- Yönetimsel yapıda, standartlar geliştirilerek, enerji üst kurulları ve enerji teftiş kurulları oluşturularak, yönetimin güçlendirilmesi,
- Ekonominin teknolojik yeniliklerle donatılması,
- Yapısal olarak ekonominin yeniden organize edilmesi: 2010 yılında 185-250 milyon ton karbon Mtce<sup>16</sup> hedefinin; 2020 yılında 390-610 Mtce'ye çıkarılması, gerekmektedir.

Rusya, bir enerji devi olarak, bu hedeflerini gerçekleştirmek için gereken finansmanı ise enerji kaynaklarının fiyatını artırarak ve vergi politikasını iyileştirerek gerçekleştirmeyi planlamaktadır. Yeni enerji politikasının stratejisi üç safhadan oluşmaktadır. 2013-2015 döneminde krizin etkilerinden kurtulmaya çalışacak olan ülke, 2015-2022 döneminde yakıt kullanan sektörlerin verimliliğini artırmayı ve 2022-2030 döneminde ise ekonomide yenilenebilir enerji kullanımına dönüştürmeyi hedeflemektedir. Ancak alternatif enerji arayışı ülkede fosil yakıtı dayalı geleneksel enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanımını engellemeyecek ve Doğu Sibirya, uzak Doğu ve ülkenin kuzey ve Artık sularında da yeni hidrokarbon alanları arayışı devam edecektir. 2030 yılında ülkede 535 milyon ton petrol, 940 milyar m<sup>3</sup> gaz üretimi ve sırasıyla 330 milyon ton petrol ve 368 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ihraç edilmesi planlanmaktadır. 2030 yılına kadar petrol iç tüketiminin 1980'li yıllara göre %80 artarak 330 milyon ton olması beklenmektedir. Ülkede hedeflenen rakamlara ulaşmak

---

<sup>16</sup> Mtce: milyon ton karbon emisyonu

için enerji sektöründe, toplamda 60 trilyon Ruble yatırım yapılması planlanmakta ve 2013 yılından itibaren yıllık GSYİH'nın %5,5 'nin enerji yatırımlar için harcanması planlanmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji sektörü için yatırımlar henüz netlik kazanmamıştır (Mastepanov, 2009:2).

2008 yılında yaşanan krizle, iç tüketimin ve batılı ülkelere yapılan ihracatın azalması, ülkede enerji politikasının revize edilmesini gündeme getirmiştir. 2022-2030 yılı hedefleriyle revize edilen yeni enerji politikasında, hidro, rüzgâr, güneş enerjisi ve nükleer enerji gibi alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye başlanmıştır (Mastepanov, 2009:3).

Rusya, bütün dünyada olduğu gibi, ülke ekonomisini alternatif enerji kaynaklarına yönlendirirken, öncesinde bir enerji devi olarak, doğal gaz ve petrol üretimini de artırmayı hedeflemektedir. Bu yeni strateji 2020 yılı hedeflerini belirleyen politikadan sadece 5 yıl sonra yeniden belirlenmiştir. Bunun nedeni ise dünya krizi ile birlikte iç piyasada da düşen enerji tüketimi ve batılı müşterilerinin azalan petrol ve doğal gaz tüketimidir. Rusya'ya bağımlı haldeki batılı ülkelerin tüketimlerindeki azalmanın bir diğer nedeni; bağımlılıklarını azaltmak için alternatif enerji seçenekleri araştırmalarıdır. Bu bağlamda, talep güvenliği boyutu ile değişen koşullarda ortaya çıkan, Yeni Strateji Belgesi, Rus ekonomisini alternatif enerjiye yönlendirmiştir. Ancak hedeflenen stratejinin gerçekleşmesinin 2022-2030 yıllarını bulması beklenmektedir. Rusya için alternatif enerji hidro, rüzgâr, güneş enerjisi ve nükleer güç olarak planlanmaktadır (Trudeau ve Murray, 2011:13).

Rusya, enerji politikasında, denge kurabilmek için, kömür ve nükleer güç kullanımında önemli bir artış yapmayı planlamaktadır. Ancak enerji sektöründeki bazı Rus uzmanlara göre; Moskova'nın enerji politikası, enerji verimliliğini artırma konusunda çok istekli değildir. 2004 yılında Rusya, her bir kilogramlık petrol tüketiminden 2 \$ gelir elde etmiştir. Bu oran, dünya ortalamasının (yaklaşık 4,8 \$) yarısı kadardır. Rusya, 2 \$ ile 1990 yılındaki seviyesinden %28 daha iyi durumdadır. Ancak Rusya ile benzer iklim koşullarına sahip olan ve enerji üretimi ve ihracatına dayalı ekonomisi ile Norveç'in enerji verimliliği, 2004 yılında 5.9 \$ gelir ile yaklaşık 3 kat daha fazladır (Slay, 2008:21).

IEA, kısıtlı verilerle yaptığı analizinde Rusya ekonomisinin bazı sektörlerinde büyük bir tasarruf potansiyeli olduğunu açıklamıştır. Ülkede, verimsiz veya gereksiz

kullanılan enerji tüketiminin büyüklüğünü ifade etme adına, bunu potansiyel ayrı bir “enerji kaynağı” olarak kabul etmekte; hatta Rusya, enerji tasarrufunun Suudi Arabistan’ı gibi görülmektedir. IEA tahminlerine göre; bina ve konutların ısıtılmasında enerji verimliliği tedbirleri ile yıllık 30 ila 50 milyar m<sup>3</sup>; doğal gaz iletim ve dağıtım sistemindeki iyileştirmelerle 30 milyar m<sup>3</sup> daha doğal gaz tasarrufu potansiyeli mevcuttur. Endüstride yeni teknolojik uygulamalarla bu potansiyelin daha da artacağı beklenmektedir. Enerjiyi verimli kullanmanın enerji altyapı yatırımlarını düşürmesi, fosil yakıt bağımlılığını azaltması, rekabeti artırması ve tüketicinin refahını artırması gibi bilinen faydaları yanında sera gazı emisyonunu ve hava kirliliğini azaltması çevresel faydaları da ayrı bir önem taşımaktadır (Trudeau ve Murray, 2011:15).

Enerji verimliliği, Rusya’nın enerji stratejisinde kilit konumda bir konudur. Çünkü ülkenin iklimi, sanayi yapısı ve büyüklüğü nedeniyle, enerji yoğunluğu dünyadaki en yüksek seviyededir. Rusya son birkaç yıl içinde enerji verimliliği politikasının iyileştirilmesinde önemli adımlar atmıştır. Başkanlık düzeyinde 2008 yılında açıklanan ve “*Rusya ekonomisinde enerji ve ekolojik verimliliği artırmak*” için alınan tedbirlerde, 2020 yılı için, enerji yoğunluğunu %40 azaltma hedefi açıklanmıştır.

IEA, G8 2006, 2007 ve 2008 yılı toplantılarında enerji verimliliğini uygulayabilmek için sağlam bir enerji verimliliği programı uygulamalarını tavsiye etmiştir. Bu bağlamda, yapılan toplantılar sonunda öncelikli yedi alan, sektörler arası işlemler, binalar, aparatlar, aydınlatma, ulaşım, endüstri ve enerji hizmetleri olmak üzere 25 alanda yapılması tavsiye edilmektedir. Enerji verimliliğinde tek bir politikadan ziyade birbirini destekleyen bütüncül bir politika uygulanmasını tavsiye etmektedir. IEA tahminlerine göre; dünyada 2030 yılına kadar enerji verimliliğini artırmak için uygulanacak olan politikalarla, Avrupa’nın yıllık emisyonunun iki katı (2030 yılına kadar 8,2 Gton CO<sub>2</sub>) tasarruf sağlanacağı tahmin edilmektedir (OECD/IEA, 2009-a:13).

AB, enerji arz güvenliği açısından, artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için özellikle doğal gazda Rusya’ya bağımlı durumdadır. Diğer yandan Rusya, enerji talep güvenliği açısından, enerji ihracatı gelirleriyle mevcut ekonomik büyüklüğü ve devlet bütçesini finanse etmek için AB’ye bağımlı durumdadır. Rusya’nın, ihraç ettiği gazı, LNG olarak değil, var olan boru hatlarını kullanarak iletmek zorunda olması, ihracatın yönünü tayin etmektedir. Ülkede altyapı eksikliği, enerji ihracatında diğer bir

güzergâhının tercih edilememesi sorununun bir başka boyutunu oluşturmaktadır (Morales, 2008:30).

AB açısından, bağımlılık sorununun çözümü, bir yandan Moskova'nın ihracat gelirlerine olan bağımlılığını avantaj olarak kullanıp, ortak enerji politikasında aranırken; diğer yandan Rusya'ya, uzun vadede üretim ve enerji arz güvenliğini artıracak, enerji verimliliği ve çevresel etkileri azaltacak teknoloji geliştirilmesi ve yatırımlar konusunda işbirliği önerilmektedir. Rusya ve AB enerji güvenliği (sıfır sorun) veya birbirini karşılıklı daha iyi anlamak için fırsat olarak görülmektedir (Morales, 2008:31).

Fosil yakıt tüketiminin alternatifi, yüksek ısı değeri ve düşük emisyonlu çevreye zarar vermeyen yakma teknolojileri ve akülü elektrik ve benzinle çalışan hibrit araçlar. Enerji arzı açısından, yeni yakma teknikleri, rüzgâr, güneş enerjisi akülü hibrit araçlardır ve sürdürülebilir biyoyakıt gibi daha temiz teknolojilere geçiş önemli bir süreçtir. Talep açısından da, araç yakıtı ekonomisinin artan önemi, enerji verimliliği ve tasarrufu önemli bir süreçtir. Çevreye zararlı yakma teknolojilerinden uzaklaşma oranını, arz ve talep koşulları belirlemektedir. Bu geçiş sürecinde sel, fırtına, hotum gibi doğal felaketler de iyileşme sürecini olumsuz etkilemektedir. Hatta çevre felaketleriyle gelen ölüm ve yıkımlar Temiz Enerji (Clean Energy Alliance) Birliği'ne üyesi olanlar ve olmayanlar arasında ayırım yapmamaktadır. Bu gerçeği kabul eden ve kendilerini geçiş sürecine hazırlayan özel girişimci firmalar ve hükümetler, diğerlerine göre daha iyi durumdadır. Eğer BRIC ülkeleri, Birlik'e katılırsa kazananlar arasında olacaktır (Nuttall ve Manz, 2008:1256).

2006 yılında, Rusya Federal Atom Enerjisi Ajansı (Rosatom), 2020 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminin %23'ünü; 2030 yılına kadar %25'ini nükleer enerji ile karşılamayı hedeflediğini açıklamış ve bu amaçla halen çalışan tesis sayısını 31'den 59'a çıkarmayı planlamıştır. 2015 yılına kadar, federal program dâhilinde yeni nükleer enerji teknolojileri için bütçeden toplamda 5,42 milyar \$, nükleer enerji ve alt endüstrileri için de 42,7 milyon \$ ayırmıştır (OECD/IEA, 2009-a:15).

Rusya güvenilir ve çevre dostu enerji kaynağı olarak gördüğü nükleer enerjiyi, 1954 yılında, dünyanın ilk nükleer santrali olan Obninskaya'da kurduğu tesisle üretmeye başlamıştır. Bugüne kadar 49 nükleer enerji santrali inşa edilmiş ve ekonomik ömrünü dolduran 8 tanesi kapatılmıştır. Halen kullanılanların bazılarında Çernobil

(Chernobyl) faciasından sonra güvenlik tedbirleri artırılmıştır. Tablo 2.25’de görüldüğü gibi 2010 yılı nükleer enerji kurulu kapasitesi 24560 MW olan ülkede, 2015 yılına kadar yapımı devam eden ve toplamda 5225 MW kapasiteli 6 yeni tesisin tamamlanması, 2020 yılına kadar toplam kapasitesi 23000 MW olan 21 tesisin yapılması planlanmaktadır (IEA, 2011).

**Tablo 2.25. Rusya Nükleer Enerji Kurulu Kapasitesi ve Üretimi (MW)**

<b>Nükleer Enerji</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Kurulu Kapasitesi	24560 MW		
Yapımı Devam Eden		5225 MW	
Yapılması Planlanan			20400 MW

Kaynak: IEA, 2011.

2008 yılında 224.240 olan elektrik enerjisi üretiminin (Tablo 2.26) %68’termal, %32 eşit oranda nükleer ve hidrolik enerjiden üretilmiştir. Elektrik üretiminde dünyada 5. sırada yer alan ülkede yıllık ekonomik üretilebilir hidro elektrik kapasitesi 822 TW saat, kurulu kapasite ise 45.700 GW seviyesindedir (IEA, 2011).

Rusya, yenilenebilir enerji potansiyeli açısından oldukça zengin olmasına karşın; elektrik üretiminde %68 gibi yüksek bir orana sahip jeo-termal enerji dışında, yenilenebilir enerji üretiminde oldukça zayıf durumdadır (Nuttall ve Manz, 2008: 1249).

**Tablo 2.26. Rusya Toplam Elektrik Kurulu Kapasitesi (Milyon KWs)**

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
206	207	216	217	218	210	222	225	224

Kaynak: IEA, 2009.

Sürdürülebilir, yenilenebilir, güvenilir, ucuz ve güvenli enerjiyi elde etmesinin en önemli yolunun gelişmiş teknoloji olduğu ifade edilmektedir. Söz konusu teknoloji, küresel enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik birden fazla teknolojik yeniliğin oluşturduğu bir kombinasyonu ifade etmektedir. Teknolojiyi geliştirme ve yaygın kullanımı hem hükümet politikaları hem de piyasa koşullarında oluşmaktadır. Kendi ekonomik çıkarlarını ve doğal çevreyi korumak isteyen büyük güçler, zararlı fosil yakıt yakma teknolojilerinden vazgeçmeyen, daha zayıf güçlere karşı ekonomik ve askeri yaptırımlarla desteklenen enerji politikaları ile karşılık vermektedir.

### 2.2.2.3. Hindistan

Hindistan, dünya nüfusunun %17'sine sahip bir ülke olarak önemli enerji tüketimine sahiptir. Küresel krize rağmen, yüksek ekonomik büyüme, ülkede enerji tüketimi artışını devam ettirmiştir. Enerji daha çok konutlarda, ticari ve tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır (Lalwani ve Mool, 2010:2).

Dünyada, küresel enerji arzı ve tüketiminin çevresel, ekonomik ve sosyal olarak sürdürülebilir olmaktan uzaklaştığı şu günlerde enerji sitemleri bir yol ayrımına gelmiştir. Ancak petrolün hala dünyada en önemli enerji kaynağı olduğu ve alternatif teknolojiler geliştirilip, yaygınlaştırılana kadar da önemini kaybetmeyeceği varsayılmaktadır.

#### 2.2.2.3.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar

Hindistan'da fosil yakıtların rezerv, üretim ve tüketim rakamlarına bakıldığında, ithal enerji bağımlılık oranının yüksek olduğu görülmektedir. 2009 yılında 1,12 trilyon m<sup>3</sup> kanıtlanmış rezerv büyüklüğü olan doğal gazda, 39,3 milyar m<sup>3</sup> üretim yapılmıştır. Daha çok ülkenin batısındaki kıyı-ötesi rezervlerden sağlanan üretim, tüketimi karşılamadığı için ülke, 2004 yılından bu yana net ithalatçı olmuştur. Doğal gazın,  $\frac{3}{4}$ 'ü elektrik enerjisi ve gübre üretiminde kullanılmaktadır. 2009 doğal gaz tüketimi, bir önceki yıla göre %25 artarak 51,9 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir (BP, 2010).

Hindistan, 0,8 milyon ton petrol rezervi ile Çin'in ardından Asya-pasifik bölgesinde en büyük petrol rezervine sahiptir. 2009 yılında, dünyada petrol tüketiminde beşinci sırada yer almaktadır. 2009 yılında 35,4 milyon ton üretime karşılık 148,5 milyon ton petrol tüketimi gerçekleşmiştir. Net ithalatçı durumunda olan ülkenin %70 ithalatı Orta Doğu ülkelerinden yapılmaktadır. Petrol ithalatının kaynak ülkelere bakıldığında, Suudi Arabistan %18, İran %16, Kuveyt %10, Irak %9, BAE %8, Nijerya %8, Angola %5, Venezüella %4 ve diğerleri %22 oranına sahiptir (BP, 2010).

2009 yılında kanıtlanmış kömür rezervlerinin, 267,21 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Ülkede kömür üretimi, modern teknoloji yatırımlarının sonucu olarak, 365 milyon tona yükselmiştir. Hindistan dünyada tüketilen toplam kömürün %7'sini tüketmektedir. Ülkede tüketilen kömürün %68'i elektrik üretimi, %18'i endüstri, %3 konut ve ticari işlerde ve %11'i diğer sektörlerde kullanılmaktadır. Hindistan, güneş enerjisi yoğunluğu yüksek olmasından dolayı, potansiyeli de oldukça yüksek bir ülkedir.

Potansiyelinin sadece %10'unu kullandığında yıllık 8 milyon MW veya 5,909 milyon Tep enerji elde edebilecektir. 2009 yılında, 20 GW güneş enerjisi kapasite kurmak için 19 milyar \$ yatırım planlanmıştır. İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı dâhilinde, 2013 yılına kadar 1000 MW kapasite artışı beklenmektedir (BP, 2010).

Hindistan, hidroelektrik enerji üretiminde ilk santralini 1898 yılında kurarak, Asya'da sudan elektrik üreten öncü ülke olmuştur. 2008 yılında, %97 kamu mülkiyeti olan toplamda 36.877 MW kapasiteye sahiptir. Hindistan, 16.881 MW bitki atıkları, 5000 MW kogenerasyon ve 2700 MW çöp enerjisi kapasitesi ile oldukça zengin biyokütle kapasitesine sahiptir. Biyokütle enerjisi, yıllık 5 milyar ünite elektrik üretimi ve kırsal kesimde 20 milyon istihdam yaratarak ülkede bir sektör haline gelmiştir (WEC, 2009).

Hindistan dünyada jeotermal kapasitesinde 15. sırada yer almaktadır. Jeotermal, yıllık 10600 MW elektrik enerjisi kapasitesi ile kömür yakıtlı tesislerin neden olduğu kirliliğe karşı, ülkede temiz ve çevre dostu enerji alternatifi olarak görülmektedir. Hindistan'ın 2030 yılına kadar 220 000 MW termal enerji kapasitesine ulaşması tahmin edilmektedir.

#### **2.2.2.3.2. Enerji Politikası**

Hindistan enerji politikasının temel hedefi, fakir hane halkları için hayati enerji ihtiyacını karşılarken, bütün sektörlerde de enerji talebini, ekonomik açıdan rasyonel ve güvenilir bir şekilde karşılamaktır. Bu hedef, 2008 yılında kabul edilen geniş kapsamlı Entegre Enerji Politikasının (Integrated Energy Policy-IEP), en önemli temel prensibi olmuştur. Hindistan son on yılda, ülkenin enerji güvenliğini tehdit eden ithal enerji kaynağı bağımlılığını azaltmada önemli bir araç olan, yerli enerji kaynaklarının geliştirilmesinde önemli bir mesafe kaydetmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların en önemlisi ülkede yeni petrol ve doğal gaz arama faaliyetleridir. 1997 yılında kabul edilen Yeni Arama ve Lisans Politikası'nın (New Exploration and Licensing Policy-NELP), uygulamaya konulması ile bazı yabancı şirketlerin yeni kıyı-ötesi petrol rezervleri keşfetmesi, ülkedeki enerji açığının kapanmasına yardımcı olmuştur. Hindistan'da 2001 yılında çıkarılan Enerji Tasarrufu Yasası ve 2002 yılında kurulan Enerji Verimliliği Ofisi enerji verimliliğinde önemli gelişmelerin yaşanmasına neden olmuştur ancak ülkenin enerji verimliliği rakamı hala dünya ortalamasının altındadır (WEC, 2009).



Enerji Tasarrufu Yasası (ETY) kömür yakıtlı enerji tesislerinde verimliliğin artırılması, demiryolu ulaşımının %40'dan %50'ye çıkarılması ve otomobillerde yakıt tasarrufunun %50 azaltılması gibi bir dizi hedef belirlemiştir. ETY, toplu kamusal ulaşımı ve teknoloji gelişiminde kamusal finansmanı ve tarım sektöründe su pompalarının verimliliğinin artırılması ve enerji verimliliğini artırmak için etkili bir araç olan enerji tasarrufu ilkelerini/klavuzunu desteklemektedir (Gielen ve Taylor, 2009:7).

Artan petrol fiyatları karşısında, enerji arz güvenliği riskine karşı, yerli kaynakları kullanarak çözüm üretilmesinin, gelecekte ülkede en zengin enerji kaynağı olarak, kömür tüketiminin artmasına neden olacağı beklenmektedir. Ancak kömür tüketimi enerji arz güvenliği riskini hafifletirken, iklim değişikliğinin daha da kötüye gitmesine neden olmaktadır. Kömür tüketimindeki artışın, iklim değişikliği rejimi gereği azaltılmasının, doğal gaz ithalatını artırırken nükleer enerji seçeneği ile de arz güvenliğini artıracığı beklenmektedir. Karbon tutma ve depolama (CCS), ülkede hem yerli kömür tüketimini artırarak enerji arz güvenliği riskini azaltacak, hem de CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltarak iklim değişikliği riskini azaltacaktır. Karbon tutma ve depolama, kömür tesislerinin sayısı arttıkça ölçek ekonomisi ile de kazandıracaktır. İki farklı sistem kullanılarak yapılan CCS çalışmalarının, enerji verimliliğini artırması ve yakıt portföyünün çeşitlendirilmesi gibi faydalar sağlayacağı ifade edilmektedir. CCS teknolojinin maliyet ve potansiyeli için yapılacak yatırımların küçük de olsa, ülkede enerji arz güvenliği riskini ve CCS maliyetini azaltarak yüksek getiri sağlayacağı ifade edilmektedir (Garg ve Shukla, 2009:5).

Hindistan'da, enerji arz güvenliği ile ilgili yapılan bu çalışmalara rağmen, kurumsal kapasite, insan kaynakları ve politika uygulamalarını denetleyecek etkili bir sistemin geliştirilmesi gibi bir dizi çözülmesi gereken problemler vardır. Ülkede GSYİH için enerji arzının yoğunluğu, aynı konumdaki gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırıldığında hala yüksektir. Enerji tüketiminde verimliliği artırmak için gerekli olan enerji fiyat sisteminin düzenleyen bir politikası yoktur (WEC, 2009; Gielen ve Taylor, 2009:7).

Hindistan, 2012 yılına kadar enerji üretiminde yenilenebilir enerji hedefini %4-5 olarak belirlemesine karşın ulusal yenilenebilir enerji politikası yoktur. Halen devam eden yenilenebilir enerji desteği 2003 yılında çıkarılan (86(1)e) sayılı Elektrik Enerjisi Yasasına dayanmaktadır. Yasayla ülkedeki elektrik endüstrisi, elektrik enerjisi

hizmetlerinin dikey entegre yapıya dönüştürülmesi ve elektrik tarifelerini düzenlemek için Devlet Düzenleme Komisyonu (SERCs) kurulmuştur. Ayrıca elektrik iletim sisteminin özel girişimciye açılması, tüketiciye dilediği üreticiyi tercih etme imkânı sağlamıştır. Yenilenebilir enerji üretiminde özellikle rüzgar enerjisi projelerinde kullanılmak üzere portföy standardı getirilmiştir. Hindistan, 2009 yılında elektrik enerjisi üretiminde %5 olan yenilenebilir enerjinin payını, yıllık %10 artışla 2012'e kadar %20'ye çıkarmayı hedeflemiştir (Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi [GWEC] 2009).

Hindistan, ayrıca rüzgâr gücünü desteklemek için;

- *Mali ve Finansal Destek:* İthalatta rüzgar türbinleri için vergi kolaylığı ve harçlarda indirimine gidilmesi,
- *Arazi Politikası Temini:* Rüzgâr enerjisine yatırım yapacak olan girişimciler için 30 yıllık arazi kiralama imkanı sağlanması,
- *Finansal Destek:* Yenilenebilir enerji yatırımları için Hindistan eyaletlerine ilk krediyi verecek olan Hindistan Yenilenebilir Enerji Geliştirme Ajansı'nın (Indian Renewable Energy Development Agency -IREDA), kurulması,
- Rüzgar Gücü Kaynağı potansiyelinin tespit edilmesi için Rüzgar Enerjisi Teknolojisi Merkezi ( Centre for Wind Energy Technology -C-WET) kurulması gibi ilave önlemler alınmıştır (GWEC, 2009).

Kronolojik olarak 2003 Elektrik Enerjisi Yasası, 2005 Ulusal Elektrik Politikası, 2006 Tarife Politikası, 2006 yılında oluşturulan Entegre Enerji Politikasının temelini oluşturmuştur. Ülke genelinde, bazı eyaletler dışında yenilenebilir enerji politikasının olmaması, ortak bir Yenilenebilir Enerji Portföy Standardını zorunlu kılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketiminin 2009-2010 yılından itibaren her yıl %1-2 oranında artırılarak, üretilen ürünün satın alma garantisi, tercihli şebeke ağı ve iletim sistemlerinin harç ve elektrik enerjisi vergisinden muaf tutulması gibi bir dizi yasal teşvik uygulaması başlatılmıştır (MNRE, 2010).

2006 yılında yeniden yapılandırılarak oluşturulan Yenilenebilir Enerji Bakanlığı (MNRE<sup>17</sup>), artan enerji talebini karşılamak için yenilenebilir enerji kurulu kapasitesini, 13,2 GW'a çıkarmıştır. Ayrıca Tablo 2.27'de görüldüğü üzere, 10. ve 11. Beş yıllık

<sup>17</sup> Hindistan Yeni ve Yenilenebilir Enerji Bakanlığı (Ministry for New and Renewable Energy of India - MNRE)

planda yenilenebilir enerji kapasitesi ve 2012 hedefleri yer almaktadır. 2012 yılına kadar 10,5 GW rüzgâr enerjisi olmak üzere, 14 GW ek kapasite artışı planlanmaktadır. MNRE, tahminlerine göre, 48.561 MW rüzgâr enerjisi, 14.294 MW hidroelektrik, 26.367 MW biyokütle ve 657 GW kurulu kapasite ile güneş enerjisi olmak üzere toplamda 90.000 MW enerji üretimi kapasitesi olduğu tahmin edilmektedir (MNRE, 2010).

**Tablo 2.27. Yenilenebilir Enerji Kurulu Kapasitesi ve Yeni Hedefler**

Enerji Kaynakları	2003-2007 (MW) Hedef	2003-2007 (MW) Cari kapasite	2008-2012 (MW) Hedef
Rüzgâr Enerjisi	2.200	5.426	10.500
Hidroelektrik (<25 MW)	550	537	1.400
Biyokütle Enerjisi/ Kogenerasyon	725	759	1.700
Biyogaz	37	26	–
PV Güneş Enerjisi	2	1	–
Atık Enerjisi	70	47	400
Toplam	3.584	6.795	14.000

Kaynak: MNRE, 2010.

Yenilenebilir Enerji Portföy Standardı (RPS), bazı eyaletlerde rüzgar enerjisi üretimini desteklemek için, geleneksel elektrik enerjisi üretiminden daha yüksek sabit fiyat uygulaması başlatmıştır. Hindistan hükümetinin mevcut yasal düzenlemelere dayanarak oluşturduğu yenilenebilir enerji politikasının temel hedefi, enerji yapısı içinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) payını artırmaktır. Öncelikle en büyük YEK potansiyeli olan, rüzgâr enerjisi potansiyelini belirlemek için ülkedeki rüzgâr enerjisi kapasitesi haritasını çıkaracak çalışmalara başlamıştır. İlk olarak Rüzgâr Enerjisi Teknoloji Merkezi'ni (C-WET) kurmuştur. Ülkede C-WET tarafından yapılan çalışmaya göre, rüzgâr enerjisi kapasitesinin 40 GW olduğu tahmin edilmektedir. Dünya Sürdürülebilir Enerji Enstitüsü, Hindistan bürosu (India-WISE) daha geniş araştırmalar ve daha büyük kapasiteli türbinlerle, kurulu kapasitenin 100 GW'a çıkabileceğini tahmin etmektedir. 2009 yılında Hindistan 5,659 MW ile rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi itibariyle Çin'in arkasından ikinci sırada yer almaktadır (Hindistan Yenilenebilir Enerji Bakanlığı [MNRE] 2010).

2010 yılı itibariyle yenilenebilir enerjinin hızlı yükselişi, dünyada kömürden sonra en fazla elektrik enerjisi üretiminde kullanılan doğal gazın önüne geçecek düzeye

gelmiştir. Yenilenebilir enerji teknolojileri, biyokütle ve hidro dışında kalan rüzgâr, güneş, jeo-termal, dalga ve gel-git enerjisinin geliştikçe üretim maliyetinin düşmesi ve destekleyici politikalar ve yükselen fosil yakıt fiyatlarının da etkisiyle, sübvansiyonlara gerek olmaksızın, yeni teknolojilerin temel enerji kaynağı olması beklenmektedir.

Hindistan'ın hızla artan nüfusu ve büyüyen ekonomisi, elektrik enerjisi talebini artırmaktadır. 2009 yılında, elektrik enerjisi kurulu kapasitesi, 150 GW'a ulaşmıştır. 2009 yılı itibariyle elektrik enerjisi üretiminde %51 kömür, %25 hidroelektrik, %9 yenilenebilir enerji, %11 doğal gaz, %3 nükleer enerji ve %1 dizel kaynaklar kullanılmıştır. Ülkede yenilenebilir elektrik enerjisi üretiminin %40'ı büyük hidroelektrik santrallerinden; %60'ı diğer kaynaklardan sağlanmaktadır (MNRE, 2010).

2009 yılında Dünya Bankası, ülkedeki büyük ölçekli santrallerinin yapılmasında ve halen işleyen beş büyük elektrik iletim ve dağıtım sisteminin inşası ve yenilenmesinde 1 milyar \$ finansman sağlamıştır. Ülkede temiz, verimli ve yenilenebilir enerji üretimi ve kömürle elektrik enerjisi üreten eski, verimsiz tesislerin rehabilitasyonu için Dünya Bankası mali ve teknik destek sağlamaktadır. 2008 yılında, rüzgâr enerjisinin küresel anlamda yaygınlaştırılması ve geliştirilmesinde önemli bir yeri olan Temiz Kalkınma Mekanizması (The Clean Development Mechanism), büyük çoğunluğu Hindistan (5659 MW 301 Proje), Çin (20695 MW 371 proje), Brezilya (674 MW 10 proje), Güney Kore (339 MW 12 proje) ve Meksika (1272 MW 12 proje) gibi ülkelerin yer aldığı, toplamda 739 rüzgâr enerjisi projesi, 30.000 MW kurulu kapasite ile "*CDM boru hattı*", önemli bir yere sahiptir (MNRE, 2010).

Hindistan, Kyoto Protoko'lü gereği karbon emisyonu piyasasından elde ettiği gelirini, yenilenebilir enerji yatırımlarında finansman olarak kullanmaktadır. Enerji arzı güvenliğini sağlamak ve düşük karbon emisyonlu enerji sistemlerine geçmek için hükümetlerin, mâli destek ve düşük karbon emisyonu enerjisi ile ilgili radikal kararlar alması gerekmektedir. Birleşmiş Milletlerin Temiz Kalkınma Mekanizması, yenilenebilir enerji kapasitesini artırmak için karbon emisyonu piyasası vergilerini finansman amacıyla kullanmaya başlamıştır. Referans senaryolarda ülkede, rüzgâr enerjisinin karbon emisyonunun azaltılmasına katkısının 2010 yılına kadar yıllık 24 milyon ton, 2020 yılına kadar 40 milyon ton, 2030 yılına kadar kümülatif rakamla 992 milyon ton CO<sub>2</sub> olması tahmin edilmektedir (MNRE, 2010).

Dünyada birincil enerji talebinin 2006-2030 yılları arasında yıllık, ortalama %1,6 artışla, 11.730 milyon Tep den 17.010 milyon Tep çıkması ve toplamda %45 artması beklenmektedir. 2006-2030 yılları arasında Çin ve Hindistan'ın artan enerji ihtiyacı, dünya birincil enerji talebi artışının yarısından fazlasını oluşturması beklenmektedir. Hindistan için fosil yakıtların tükenmesi, iklim değişikliği ve enerji arz güvenliği nedeniyle petrole dayalı enerji sisteminden yenilenebilir enerjiye dayalı sisteme geçilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji sistemi için teknoloji finansmanı bir an önce yapılması gerekenler içindedir. Ulusal enerji politikası için, enerji güvenliği, ekonomik büyüme ve çevrenin korunması temel öncelikler arasındadır (MNRE, 2010).

#### **2.2.2.4. Brezilya**

Brezilya, enerji tüketiminde dünyada onuncu sırada; Güney Amerika'da birinci sırasında yer alan en büyük enerji tüketicisi ülkedir. Ülke, petrol ve doğal gaz olmak üzere fosil yakıt rezervleri açısından zengindir. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli, özellikle de dünya ikincisi olduğu etanol yakıt üretimi oldukça dikkat çekicidir.

21. yüzyılda yeni gelişen ekonomilerin artan enerji talebi, enerji kaynakları ve enerji arz güvenliğinin önemini artırmış ve küresel bir boyuta taşımıştır. Fosil yakıtların tükeniyor olması, var olan rezervlerin ekonomik maliyetinin yüksek olması ve daha da önemlisi çevreye zararlı atıklar üretmesi enerji güvenliğini önemli kılmaktadır. Artan talep karşısında güvenilir enerji arz sorununun kaynağı ne olursa olsun, enerji arz güvenliği gelecekte de önemli bir konu olmaya devam edecektir. (WEC,2009: 27). Yakın geçmişte yaşanan ve bazı uzmanlarca petrol yüzünden çıktığı yorumu yapılan Irak savaşı ve gelecekte yapılacak olan savaşların da en ihtiyatlı tahminlere göre, petrol üzerine yapılacağı beklenmektedir.

##### **2.2.2.4.1. Enerji Durumu ve Sektörde Yaşanan Sıkıntılar**

Brezilya, ekonomisi hızlı büyüyen ülkeler arasında çok büyük deniz aşırı hidro karbon (petrol, methane, propane, butane) rezervlerine ve biyoyakıt potansiyeline sahip enerji zengini bir ülkedir. Ülkenin en büyük biyoyakıt ve önemli bir petrol üreticisi olarak küresel enerji arzında büyük bir aktör olacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerjideki başarısı yanında ülkenin güney-doğu kıyılarında yeni keşfedilen ve 50 ile 90

milyar varil olduğu tahmin edilen petrol rezervi, ülkeyi Orta Doğu'dan sonra en önemli petrol bölgesi yapacak kadar zengindir (Wrobel, 2009:28).

Brezilya, 300 km güneydoğu kıyılarında bulunan deniz aşırı zengin petrol ve doğal gaz rezervleriyle, petrol zengini ülkeler arasına girmiştir. Yeni petrol ve doğal gaz rezervleriyle ilgili henüz detaylı haritalar oluşturulmamıştır, ancak araştırmayı yapan Brezilya ulusal şirketi Petrobras ve ortağı şirketin test sonuçları son derece olumludur. Teyit edilen rezerv miktarının 50-90 milyar varil olduğu tahmin edilmektedir ki bu oranın ülkeyi Orta Doğu dışında en büyük petrol üreticisi yapacağı ifade edilmektedir. Brezilya, petrol ve doğal gazı, ülkenin ekonomik ve sosyal koşullarını iyileştirmek için iyi bir fırsat olarak görmektedirler.

Brezilya'da petrol sektöründe devlet kontrolü altındaki yerli Petrobras şirketi, monopol olarak faaliyet göstermektedir. Sektörde ayrıca Dutch Shell, Chevron, Repsol, Anadarko, Devon, Statoil ve BG Grup gibi yabancı şirketlerin rekabetine izin verilmektedir. Ulusal Petrol Ajansı, (ANP), sektörde petrol rezervleri arama ve üretimi izin ve sertifikalarını denetlemekle sorumlu resmî kuruluştur.

Ülkedeki petrol rafineri kapasitesi günlük 1,9 milyon varil ile yerli tüketimin %79'unu karşılamakta ve aynı zamanda da ihracata yönelik üretim yapmaktadır. 2020 yılına kadar, inşa edilecek beş yeni rafinerinin tamamlanmasıyla, günlük kapasitenin 3 milyon varilin üzerine çıkarılması planlanmaktadır. 2010 yılında, kıyı-ötesi Tupi ve Iracema bölgelerinde yeni keşfedilen ve toplam büyüklüğü 8,3 milyon varil olan petrol rezervlerinin, günlük üretim kapasitesi 100,000 bbl/d'a, çıkarılmıştır. Petrobras 2010-2014 yıllarında, 2020 yılına kadar günlük üretimini 4 milyon bbl/d çıkarabilmek için pre-salt araştırmaları ve üretimi için 33 milyar \$ yatırım yapmayı planlamaktadır. Üretim artışının getireceği kazanç, yeni keşifler ve altyapı yatırımlarının finansmanı için kullanılacaktır (U.S. EIA, 2011).

IEA tahminlerine göre; günlük petrol üretiminin 2011 yılında 2,9 milyon varil, 2012 yılında 3,0 milyon varil olması beklenmektedir. 2009 yılı tüketiminin 2,52 milyon varil ile istikrarlı bir seyir izlemesi, artık ülkenin net ihracatçı konumuna çıktığının göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Pre-salt petrol rezervleri, ülkenin petrol üretimi ve ihracatının artmasında önemli bir etken olmuştur.

Brezilya 2011 rakamlarıyla, büyük çoğunluğu ülkenin iç kesimlerinde yer alan, 12,9 trilyon m<sup>3</sup> kanıtlanmış doğal gaz rezervine sahiptir. Ülkedeki iletim kapasitesinin

yetersiz olması ve düşük doğal gaz fiyatları nedeniyle üretim de son yıllarda düşüş yaşamıştır. 2009 yılında 363 milyar m<sup>3</sup> üretim yapılmıştır. 2008 yılında %8 olan tüketimdeki çok az artışın nedeni hidroelektrik üretimindeki azalma ve petrol fiyatlarının yüksek olmasıdır (U.S. EIA, 2011).

2009 yılında çıkarılan yasayla, doğal gaz sektöründe tekel olarak çalışan Petrobas şirketi yanında özel sektör teşebbüslerinin de sektöre girmesi rekabetin önünü açmıştır. Petrobas, ithalatı azaltmak ve artan talebi karşılamak için doğal gaz yatırım projeleri ile kıyı-ötesi pre-salt alanlarda yeni keşif ve üretim planları yapmaktadır. Sadece Tupi bölgesinde, ülkenin doğal gaz rezervini ikiye katlayacak, 5-7 trilyon m<sup>3</sup> rezerv olduğu tahmin edilmektedir (U.S. EIA, 2011).

Ülkeyi kuzey-doğu ve güney-doğu istikametinde saran ve 4000 mil uzunluğundaki doğal gaz boru hattı, Petrobas'ın kontrolündedir. 2010 yılında, bu iki hat, 870 km uzunluğundaki yeni bir hatla birleştirilmiştir. Ülkenin iç kesimlerde, Amazon bölgesindeki, Urucu-Manus doğal gaz iletim hattı, bölgenin ihtiyacını karşılamaktadır. 2009 yılında yapılan 15 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithalatın çoğu Nijerya ve Trinidad ve Tobago'dan sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak sağlanmaktadır.

2008 yılında Brezilya'da toplam enerji tüketimi 10,6 katrilyon BTU olarak gerçekleşmiştir. Tüketim yapısına bakıldığında, %50'si petrol ve etenol dahil sıvı enerji yakıtları, %34 hidroelektrik enerjisi, %8 doğal gaz, %5 kömür, %2 diğer yenilenebilirler, %1 nükleer enerjiden oluşmaktadır. Doğal gaz tüketiminin, hidroelektrikten doğalgazla çalışan santrallere kayan elektrik üretiminin etkisiyle artacağı beklenmektedir (U.S.EIA, 2011).

Brezilya hızlı nüfus artışı ve ekonomik büyüklüğü ile enerji talebi her geçen gün artan bir ülkedir. BRIC ülkeleri içinde Brezilya da diğerleri (Rusya, Hindistan ve Çin) gibi sadece devasa nüfus büyüklüğü ile değil, gelecekte enerji talebinin merkezi olacak olması nedeniyle, Nuttall ve Manz'a göre (2008:1253) "*kritik ülkeler*" olarak kabul edilmektedir. Brezilya'yı diğer BRIC ülkelerinden ayıran özelliği ise Rusya gibi, özellikle 1980-1990 yılları arasında yeni keşfedilen devasa kıyı-ötesi petrol ve doğal gaz rezervleridir (WEC, 2009:27).

Birleşmiş Milletler, dünya petrol fiyatlarının yükselmesiyle, petrole uyarlı enerji sistemlerinin yerini alacak yeni enerji sistemlerinin geliştirilmesine yönelik, teknolojik bilginin üretilmesi ve ilgili kurumsal altyapının geliştirilmesini, Milenyum Kalkınma

Hedefleri arasına almıştır. Bu bağlamda biyolojik enerji sistemleri, petrole dayalı enerji sistemlerinin ikamesi olabilecektir. Makro düzeyde petrole dayalı küresel ekonomi, mikro düzeyde hükümetlerin enerji tasarrufu stratejilerine vereceği desteğin, dünyada enerji sistemlerinin biyoenerjiye uyarlı hale getirilmesi için nihai çözüm olarak önerilmektedir. Dünyada yüksek petrol fiyatları, sürdürülebilir ve kendine yeter ekonomiler yaratacak olan biyoenerjiye dayalı/tabanlı teknolojik gelişmelerin politika yapıcılar tarafından yeni bir çözüm olarak görülmesi ve desteklenmesini sağlayacak krizlerin belirtisi olarak görülmektedir (Wonglimpiyarat, 2009:4).

Brezilya, yenilenebilir enerji potansiyeli açısından, yüksek debili nehirleri, bol güneşi ve kendi kendine yeterli petrol ve doğal gaz kaynaklarıyla, enerji potansiyeli yönünden nadir ülkelerden biridir. Ancak ülkede, kaynakların kullanılmasında yönetimlerin ataleti ve yanlış kararları, çevreci örgüt, kuruluş ve çevresel lobilerin siyasi istismar amaçlı yaklaşımları sonucu, ciddi bir enerji krizi ve elektrik kısıntısı riskine doğru hızla sürüklendiği ifade edilmektedir. Yılda ortalama %4,8 oranında büyüyen Brezilya, mevcut büyümeyi sürdürdüğü takdirde, 2012 yılına gelindiğinde ülkenin elektrik kesintileri ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Brezilya Ulusal Enerji Politika Konseyi (NEPC) ilk kez konu ile ilgili ciddi kaygılar olduğunu telaffuz etmeye başlamıştır. Ekonomik büyümede düş kırıklığı yaşansa bile mevcut kapasitenin hala ihtiyacı karşılamayacağı düşünülmektedir. Brezilya'nın elektrik ihtiyacının %80'i hidroelektrik santrallerden sağlanmaktadır. Ancak, zaman zaman elektriğe aşırı talep olduğunda veya yağışların son derece azaldığı ve ülkenin kuraklığa girdiği dönemlerde, özellikle sistemin, çoğunluğu doğal gaz olmak üzere fosil yakıtlı termik santraller vasıtasıyla takviyesi gerekmektedir. Diğer yandan, Brezilya dünyanın en büyük sera gazı üreticisi ülkeleri arasında sayılmaktadır (Wrobel, 2009:28).

Brezilya, dünyada en geniş biyolojik çeşitliliği, devasa mineral depoları, yağmur ormanları ve dünya su kaynaklarının %10'nuna sahip ülke olarak topraklarının bulunduğu coğrafya açısından da iklim değişikliği ve çevre müzakerelerinde anahtar konumdadır. Aynı zamanda ülkenin altyapısı ve endüstrisi doğal kaynaklarının işletilmesine yetecek kapasiteye sahiptir. Ülkedeki yağmur ormanlarının yok edilmesi iklim değişikliğine etkileri açısından son derece önemlidir. Brezilya Kongresi, 2017 yılına kadar ormanların yok edilmesinin tamamen durdurulması için mülkiyet haklarını



düzenleyen yeni kanun, düzenleme ve politikaları uygulamaya koymuştur (Wrobel, 2009:24).

Çevre güvenliği, açısından bir diğer konu ise, dünyanın en büyük tarım ürün ihracatçı olarak, 30 yıllık zirai deneyimi ile geliştirdiği tarım ürünlerinin çevre üzerindeki etkileridir. Büyük ölçekli işletmeler eliyle, somut araştırmalarla üretilen zirai ürünleri hem kendine yeterlilik hem de rekabet edebilirliği ile öne çıkarmaktadır. Kurak alanların tarım ve hayvancılık için kullanıma açılması, çevre güvenliği açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Wrobel, 2009: 25).

Enerji güvenliğini sağlamada enerji politikası ve güçlü bir piyasa yapısı çok önemlidir. Geniş bir ağ bağlantısına sahip piyasa, arz alternatiflerini çoğaltarak talep dalgalanmalarını kontrol ederek enerji güvenliğini artırabilir. Bir ülkede, enerji altyapısı, enerji teknolojilerinin yenilik derecesi ve enerji piyasasının sağlamlığı, enerji güvenliğinin göstergeleridir.

#### **2.2.2.4.2. Enerji Politikası**

Brezilya enerji güvenliği politikası, elektrik enerjisi sisteminin geliştirilmesinden, enerjinin verimli kullanılması ve enerjide kendine yeter olmaya kadar artan enerji talebini karşılamada başarılı olmuş bir ülkedir. Ülkede enerji güvenliğini sağlamak için oluşturulan stratejinin üç önemli ayağı vardır:

- Enerjinin verimli kullanılması,
- Elektrik enerjisinde optimum üretim ve elektrik enerjisi sisteminin planlı bir şekilde yaygın kullanımının sağlanması,
- Enerjide kendine yeter bir duruma gelmesi,

Söz konusu strateji belirlenirken, ülkenin ekonomik ve sosyal gelişmişlik düzeyinden ziyade, sürdürülebilirlik ön plandadır. Bunun en önemli nedeni, WEC'in yaptığı sınıflandırmaya göre, gelişen ekonomiler içinde, istisnai olarak, enerji zengini bir ülke olmasıdır.

Enerji verimliliği, birçok ülkenin enerji politikasında; arz güvenliğini artırmada önemli bir araç ve enerji tüketimini azaltmada en başta gelen enerji tasarrufu yöntemidir. Enerji ve Maden Bakanlığının 2008 yılında hazırladığı enerji stratejisinin temel hedefi, uzun vadede enerjinin ekonomik ve sürdürülebilirlik açısından en verimli şekilde kullanılmasıyla enerji arz güvenliğini sağlamaktır. Hedef, 2030 yılında yerli

petrol, hidroelektrik ve şeker kamışından elde edilen (elektrik ve biyodizel) enerji ve doğal gaz ile enerji ihtiyacının %77'sini karşılamaktadır. Ancak Brezilya, enerji verimliliğini artıracak somut bir çalışma olmaması yanında, dünyada enerjiyi savurganca kullanan ülkeler sıralamasında Hindistan'dan sonra beşinci sırada yer almaktadır.

2008 yılında ülkede elektrik enerjisi üretimi kurulu kapasitesi, 104 GW düzeyindedir. 2009 yılı elektrik üretimi, 463.369 GW; tüketim ise 409.856 GW olarak gerçekleşmiştir. Elektrik üretiminin, %85'i hidroelektrik santralleri ve geri kalan %13 konvensiyonel termal enerji santraller, nükleer ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmektedir. Elektrik üretiminde, katı biyokütle, biyogaz ve yenilenebilir atık çöpler ve sıvı biyoyakıt üretimi son on yılda önem kazanmaya başlamıştır. 2005 yılında, 4 GW olan kapasite 2010 yılında 8 GW'a çıkarılmış, 2015 yılında 11,5 GW'a çıkarılması hedeflenmektedir (Birleşik Devletler enerji Bilgi Ajansı [U.S.EIA] 2011).

Ülkede elektrik enerjisi üretiminde, birincil enerji kaynağı olarak daha çok hidroelektrik enerji kullanılmaktadır. Dünyada elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji açısından, hidroelektrik enerjisinin en ucuz olduğu ülkedir. Enerji güvenliği, yerli termik santrallerce de desteklenmektedir. 2008 yılında toplam enerji ihtiyacının %45'i yenilenebilir enerjiden karşılanmıştır. Ayrıca endüstride biyokütle ve otomobillerde etenol yakıt kullanımı önemli boyuttadır. 1970'li yıllardan bu yana ülkede elektrik ağı şebekesinin maliyetleri düşürülerek entegre bir sistem kurmak için çalışmalar sürdürülmektedir. Bu amaçla hükümetler büyük hidroelektrik santrallerin çevreye en az zarar veren teknolojiyle inşa edilmesine önem vermektedir (IEA, 2011).

Brezilya, 2008 yılı itibariyle enerji arzının %45'i olan yenilenebilir enerji oranı ile dünyada en temiz enerji kullanan ülkedir. Bugüne kadar dünya ortalaması %16 ve OECD ortalaması %6,7 olmuştur. Ülkede elektrik enerjisi üretiminin %85'i su kaynaklarından, hafif ulaşımda şeker kamışı ve mısırdan üretilen biyoyakıttan ve ağır ulaşımda mineral dizel yakıtlar kullanılarak elde edilmiştir. Ülkede otomobillerin yarısı %100 etenol veya yarı yarıya etenol katılan benzinle çalışmaktadır (U.S.EIA,2011).

2009 yılında termal santraller içinde biyoyakıtlarla çalışanların elektrik üretimine katkısı %38 ile oldukça yüksek bir orandadır. Elektrik üretiminde otoprodüktörler, şeker kamışı ve yan ürünlerini kullanarak elektrik üretmektedir. Ülkede, elektrik üretiminde

hidroelektrikle karşılaştırıldığında yüksek maliyeti nedeniyle, termal santrallerde doğal gaz ve petrol kullanım oranı düşmektedir. Ancak IEA, Brezilya doğal gaz tedarikinde kaynak çeşitlendirmesiyle, doğal gaz tüketiminin de artacağını tahmin etmektedir (IEA, 2011).

Enerji arz güvenliği ve ulaşım sektöründe CO<sub>2</sub> emisyonu kaygıları, özellikle OECD ülkelerinde biyoyakıt üretiminin arkasındaki temel nedenlerdir. Brezilya geniş tarım alanları ve uygun iklimi ile biyoyakıt üretiminde öne çıkmaktadır. 2005 yılında çıkarılan yasayla başlatılan Biyodizel Üretimi ve Kullanımı Ulusal Eylem Programı, fosil yakıtlar yerine, yenilenebilir biyokütleden elde edilen biyoyakıtların teşvik edilmesini sağlamıştır. Brezilya 2010 yılında yenilenebilir enerji için 261 milyon dolar yatırım yapmıştır (U.S. EIA, 2011).

Brezilya, dünyada etanol üretiminde ikinci sırada yer almaktadır. Brezilya'da biyoenerjiyi destekleyen ulusal enerji politikaları ve uygulamaları, 1970'li yıllarda patlayan petrol krizinden hemen sonra başlamıştır. 1975 yılında uygulamaya konan Ulusal Etenol Programı, etanolü milli enerji kaynağı olarak görmüştür. Devlet planlaması ve desteği ile oluşan etanol sanayi, stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle etanol ve biyodizel dağıtımı, devlet kontrolündedir. Etenol, özellikle otomotiv sanayinin gelişmesine itici güç olarak katkı sağlamış ve sektörde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dünyanın en fazla etanol üreten ve ihraç eden ülkesinde, benzine alternatif olarak otomobillerde %22 oranında etanol kullanılmaktadır. Ülkede, 3 milyona yaklaşan araçların  $\frac{3}{4}$ 'nde "*Total Flex*" olarak adlandırılan ve aynı araçta hem benzin hem de etanol kullanımını mümkün kılan sistem kullanılmaktadır. Tüketiciler değişen koşullara göre ihtiyacını kendisi ayarlamaktadır. Ülkede kullanılan benzinin %25 oranında etanol katkısı bulunmaktadır. 2007 yılında ABD ve Brezilya, biyoyakıtı küresel enerji kaynağı olarak kabul etme kararı almıştır (Wonglimpiyarat, 2009:4).

Yıllık 6 milyon hektar alanda yapılan etanol üretimi, 15 milyar litre olarak gerçekleşmiştir. Etenol, Brezilya gibi üretimi artırma kapasitesi olan bir ülkede üretimi anlamlı ve gelecek vadeden bir alternatif kaynak iken, dünyada üretim olanağı kısıtlı olduğu için "*moda*" yakıt olarak görülmektedir. Ülkedeki yıllık etanol üretiminin 2007'de 17 milyar litreden 2020 yılında 160 milyar litreye yükseleceği beklenmektedir. Ancak 2008 yılında, günlük 467.000 milyon varil (bbl/d) olan üretim, 2009 yılında 450.000 bbl/d'e düşmüştür. 2010-2011 üretim sezonunda Brezilya Şekerkamışı

Endüstrisi Birliği (Brazilian Sugarcane Industry Association-UNICA), büyük bölümü iç tüketimde kullanılan üretimin tekrar artacağını tahmin etmektedir (U.S.EIA, 2011).

Brezilya enerji ithalatını azaltmak için etanol üretimine başladığı 1974 yılından bu yana, petrol ithalatını 100 milyar varil azaltmakla kalmamış aynı zamanda da ülkenin %10 emisyon oranına eşit miktarda olan 574 milyon ton karbon emisyonunu azaltmıştır (OECD/IEA, 2006). Bugün ABD, Hindistan, Çin, Venezüella, Güney Kore ve Avrupa ülkelerine ihracat yapmaktadır (Wonglimpiyarat, 2009: 5). 2010 yılı sonunda biyodizel yakıt oranının %5 olması beklenmektedir. Brezilya, mineral yakıt ithalatını azaltarak tasarruf yapmakta hem büyük şehirlerin havasını temiz tutmakta hem de biyodizel üretimi için bitkisel yağ sağlayan küçük çiftliklerin bilinçlenmesine ve böylece toplumsal bilincin yaygınlaşmasına katkı sağlamaktadır. Biyodizel üretiminin artmasındaki başarıda toplumsal bilincin yaygınlaşmasının önemli bir katkısı olmuştur.

Ancak hızla artan etanol üretiminin de dezavantajları bulunmaktadır. Şeker kamışı ekilen tarım alanları, Amazon bölgesinde çok az bir kesimi kapsamasına rağmen artan üretim, Amazon yağmur ormanları üzerinde bir baskı oluşturabilecektir. Bu baskının hayvan çiftliklerinin ve soya fasulyesi tarım arazilerinin daha iç bölgelere kayması yolu ile gerçekleşeceği düşünülmektedir. Çevreci kuruluşlar ve çevre örgütleri, Brezilya'nın enerji verimliliği ve enerji tasarrufuna doğru yönelmesinin çok daha gerçekçi olacağı üzerinde durmaktadır. Ülke, gelişme ve çevre arasındaki dengeleri kurmakta zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (U.S.EIA, 2011).

Brezilya, büyük hidroelektrik enerji potansiyelini geliştirme şansına sahip olmasına rağmen, ekolojik kaygılar ve enerjiyi sık ormanlar boyunca uzun mesafelere taşımadaki zorluklar sorun oluşturmaktadır. Aynı zamanda, zengin uranyum rezervine sahip bir ülke olarak, nükleer enerji seçeneğini de değerlendirmekte ve, yeni enerji politikalarında hidroelektrik santrallerinin yanında nükleer enerjiyi de seçenekleri arasına katmaktadır. Brezilya nükleer enerjinin daha geniş çapta kullanılması ve gelecekte nükleer amaçlarla kullanılmak üzere bazı alanların incelenmesi için bir teknik işbirliği anlaşması gerçekleştirmiştir. Yeni nesil nükleer enerji santrallerinin geleceği bağlamında ulusal çevre eylem planı ve enerji eylem planları çerçevesinde, muhalefetin karşı çıkmasına rağmen, iki büyük projeye bel bağlamıştır. Bunlardan biri, Angra dos Reis'de, gerekli lisanslama işlemleri tamamlanan, ülkenin üçüncü ve yeni nükleer reaktörü için verilen izindir. Nükleer reaktörün 1245 MW gücünde olması

planlanmıştır. Angra-3 olarak anılan nükleer santralin inşaatının başlaması Brezilya Ulusal Enerji Politika Konseyi'nde Haziran 2007'de kabul edilmiş ve Konseyin bu kararı Temmuz 2007'de Başkan tarafından onaylanarak yürürlüğe girmiştir. Ülkede devlet mülkiyetinde olan ve toplamda 1980 MW kapasiteye sahip iki nükleer tesis bulunmaktadır (U.S. EIA, 2011).

2007 yılında kabul edilen yasayla kurulan, Maden ve Enerji Bakanlığına bağlı, Enerji Araştırma Şirketi (EPE) öncülüğünde başlatılan çalışmalarla, 2030 yılına kadar ülkenin güneydoğu, güney ve orta batı bölgelerinde, 4 yeni santral kurulması hedeflenmektedir. Yapımına 2008 yılında başlanan, 1350 MW kapasiteli üçüncü tesisin inşası devam etmektedir. Ülkede yeni nükleer santrallerin yapılması da planlanmaktadır. Böylece, modern nükleer enerji teknolojisi programları ve nükleer enerji projeksiyonları performansları yüksek yeni nesil nükleer güç reaktörleri veya çağdaş evrimsel nükleer santraller vasıtasıyla, Brezilya'daki mevcut nükleer elektrik üretimi kapasitesi oranının %2 oranında artması sağlanacaktır (OECD/IEA, 2011).

Brezilya, 1980-1990'lı yıllarda keşfedilen petrol ve doğal gaz rezervlerine yapılacak yeni yatırımları, kendine yeterlilik açısından çıkış yolu olarak görmektedir. Petrobas, 2010 yılına kadar yerli üretimin, yıllık %6 artışı yakalaması için, yeni keşif ve üretim için 28 milyar \$ yatırım yapmayı hedeflemiştir. Ulusal Petrol ve Doğal Gaz Düzenleme Kurumu'nun denetimiyle, yabancı yatırımcılar için bu rakamın 7,8 milyar \$ olması beklenmektedir. Son dönemde önem kazanan ve ülkenin ve bölgenin enerji güvenliğine katkı sağlaması beklenen komşularla bölgesel enerji entegrasyonu da hükümetlerin gündemindedir (U.S. EIA 2011).

### 3. BÖLÜM: TÜRKİYE'DE MEVCUT ENERJİ DURUMU VE ENERJİ POLİTİKALARI

Enerji, ekonomik kalkınma, sosyal gelişme ve yaşam kalitesini artırmada hayati öneme sahip önceliklerden birisidir. Bu derece öneme sahip enerjinin güvenli, güvenilir, maliyet avantajlı, çevre dostu ve yüksek kaliteli olması, yani enerji arzı güvenliğinin sağlanması her ülke için ciddiyetle ele alınması gereken bir konudur.

Dünyada, bilinen üretilebilir petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtların kısa vadede rezerv sorunu bulunmamaktadır. Enerji arz güvenliği ve mevcut rezervler açısından en önemli sorun, özellikle petrol ve doğalgaz kaynaklarının, dünya yüzeyinde coğrafi olarak dengesiz dağılımından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan fosil yakıtlar, tükenir kaynaklar olması yanında, zararlı gazların çevreye verdiği tahribatla da endişe yaratmaya devam etmektedir. Örneğin, petrol ve petrol ürünlerinde arz güvenliği, jeopolitik hassasiyet, fiyat dalgalanmaları, tanker kazaları ve kıyılara yakın üretim tesislerinin neden olduğu su kirliliği, petrol arama ve sondaj çalışmaları ve üretim tesislerinin neden olduğu toprak erozyonu, çevre ve iklim üzerindeki etkileri açısından bir dizi endişe kaynağı olmaya devam etmektedir (Toth ve Rogner, 2006:2).

Türkiye, son 10 yılda, OECD ülkeleri içinde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülkelerden biridir. Özellikle elektrik ve doğalgazda Çin'den sonra en fazla talep artışına sahip ikinci büyük ekonomi konumundadır. 1990-2008 döneminde birincil enerji talebi artış hızı yıllık ortalama %4,3 düzeyinde gerçekleşmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB) yaptığı projeksiyonlar, bu eğilimin orta vadede de devam edeceğini göstermektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETKB] 2010).

Türkiye'de 1970 yılında toplam enerji üretiminin tüketimi karşılama oranı %76 iken; bu oran 2000 yılında %35, 2010 yılında %26 değerine kadar düşmüş ve 2020 yılında %23'e düşeceği tahmin edilmektedir. Yıllar itibariyle, üretimin tüketimi karşılama oranındaki düşüş, ülkenin enerjide dışa bağımlılığının arttığını göstermektedir (ETKB,2009).

1950-2006 yılları arasında gelişmişlik düzeyi arttıkça, paralel bir artış gösteren fosil yakıt tüketiminin, enerji tüketimi içindeki payı %36'dan %89'a; üretim içindeki payı %32'den %60'a yükselmiştir. 1950'de fosil yakıt tüketiminin %82'si yerli

kaynaklardan sağlanırken; 2006 yılında enerji talebindeki artışa karşın kaynak yetersizliği nedeniyle tüketimin ancak %18'i yerli kaynaklarca karşılanmıştır. Türkiye'de özellikle 1980'li yıllarla birlikte enerji iç talebinin hızlı artışı, yerli kaynaklarca karşılanamamış ve enerji arzının sürdürülebilirliği açısından ülkede enerji arz güvenliğinin önemi yeniden gündeme gelmiştir (ETKB, 2010).

### 3.1. TÜRKİYE'DE MEVCUT ENERJİ DURUMU

Bu bölümde Türkiye'nin enerji türlerine göre fosil yakıt ve yenilenebilir enerji kaynaklarının, öncelikle yerli kaynak potansiyeli açısından, rezerv, üretim, ithalat ve birincil enerji arzı ortaya konulmaya çalışılacak, bu bağlamda enerji talebinin sektörel bazda bugünkü tüketim durumu ve gelecekte nasıl bir seyir izleyeceği konusunda istatistiklere bakılacak ve yapılan akademik çalışmaların sonuç ve projeksiyonlarına yer verilecektir.

Bir önceki paragrafta da ifade edildiği gibi Türkiye'de ekonomik ve sosyal kalkınma düzeyi artışı ile birlikte her tür enerji talebi ve özellikle de elektrik enerjisi talebi hızla artmaktadır. Enerji arz güvenliği açısından, genel olarak, dünyada üretilebilir enerji kaynakları rezervinin tükenmesi veya yeterliliği açısından yakın gelecekte bir sorun beklenmemektedir. Ancak mevcut rezervlerin giderek daha derin ve coğrafi açıdan daha olumsuz bölgelerden üretiliyor olmasına bağlı olarak, arama ve üretim maliyetlerinde, sürekli yukarı doğru bir artış yaşanmaktadır (OME, 2008:322). Fosil enerji kaynakları açısından zengin olmayan Türkiye'de, yenilenebilir enerji kaynaklarının henüz rekabet edebilir düzeyde olmaması enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir.

2008 yılında toplam birincil enerji arzı (TPES<sup>18</sup>) 106.273 milyon Tep, nihai enerji tüketimi 79.494 milyon Tep olmuştur. 2009 yılında küresel krizin de etkisiyle önemli bir artış yaşanmazken; TPES 106.138 milyon Tep, nihai enerji tüketimi 80.574 milyon Tep olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılında, birincil enerji tüketiminde petrolün payı %31, doğal gazın payı ise %32 olmuş ve petrolün %92'si, doğal gazın ise %97'si ithal edilmiştir (ETKB, 2010). Enerji arzında ithalat bağımlılığı özellikle fosil yakıtlarda artarak devam etmektedir. Bunun yanında birincil enerji üretiminde fosil yakıt kullanan ülkeler arasında yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek bir ülkedir. Nükleer enerji ise,

<sup>18</sup> Toplam Birincil Enerji Arzı, metin içerisinde uluslararası literatürde kullanılan kısaltılmış ifadesiyle TPES olarak kullanılacaktır.

henüz altyapı çalışmaları yeni başlayan bir alternatif enerji kaynağıdır. Türkiye, son on yılda, özellikle de 2010 yılında yaklaşık %9 büyüme rakamları ile dünyada Çin'in ardından en fazla büyüyen ekonomi olmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] 2011). Büyümeye paralel olarak nihai enerji tüketimi de artmıştır.

Enerji tüketiminin enerji kaynaklarına göre dağılımına bakıldığında en büyük oran %24,34 ile elektriğe aittir. Bunu sırasıyla, %17,15 ile doğal gaz, %10,12 ile motorin, %9,36 ile fuel-oil, %6,03 ile petrokok, %5,99 ile kok kömürü, %5,24 ile taşkömürü ve %3,38 ile linyit izlemektedir (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu [EPDK] 2010).

**Tablo 3.1. Kaynaklara Göre Elektrik Enerjisi Kümülatif Üretim Miktarı**

Kaynaklar	2008		2009	
	Üretim (GWh)	Üretim Payı (%)	Üretim (GWh)	Üretim Payı (%)
Fuel-oil	9.277	4,7	4.803	3,2
Motorin	496	0,2	248	0,1
Taş Kömürü	3.052	1,5	1.294	1,2
İthal Kömür	12.551	6,3	13.119	6,6
Linyit	41.865	21,1	39.089	20,0
Doğal gaz	95.531	48,2	96.905	48,6
Jeotermal	162	0,05	436	0,2
LPG	461	0,2	450	0,2
Nafta	687	0,3	348	0,1
Biyogaz	123	0,04	340	0,1
Diğerleri	63	0,02	146	0,04
Hidroelektrik	33.264	16,8	35.959	18,8
Rüzgâr	797	0,4	1.495	0,8
Genel Toplam	198.329	100,0	194,813	100,0

Kaynak: ETKB, 2009.

Enerji tüketiminde elektrik enerjisi, yaygın tüketimi ve üretiminde kullanılan birincil enerji kaynakları ile enerji arz güvenliğinde önemli bir yere sahiptir. 2009 yılında Türkiye elektrik enerjisi üretiminin %80,5'lik kısmı termik santrallerden; %18,5'lik kısmı hidroelektrik santrallerden sağlanmış olup, rüzgar ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santrallerin toplam üretime katkısı %0,8 olarak gerçekleşmiştir. 2009 elektrik enerjisi üretiminin %18,5'lik hidroelektrik enerji dışındaki termik santralleri üretiminin kaynağına bakıldığında; bunun %49,3'ü doğal gaz, %28,4'ü kömür, %3,4'ü sıvı yakıtla çalışan santrallerden sağlanmıştır. Tablo



3.1’de, Türkiye elektrik üretiminin 2008-2009 yıllarına ait kaynaklara göre dağılımı verilmiştir (EPDK, 2010; Türkiye Taş Kömürü Kurumu [TTK] 2010).

### **3.1.1. Petrol**

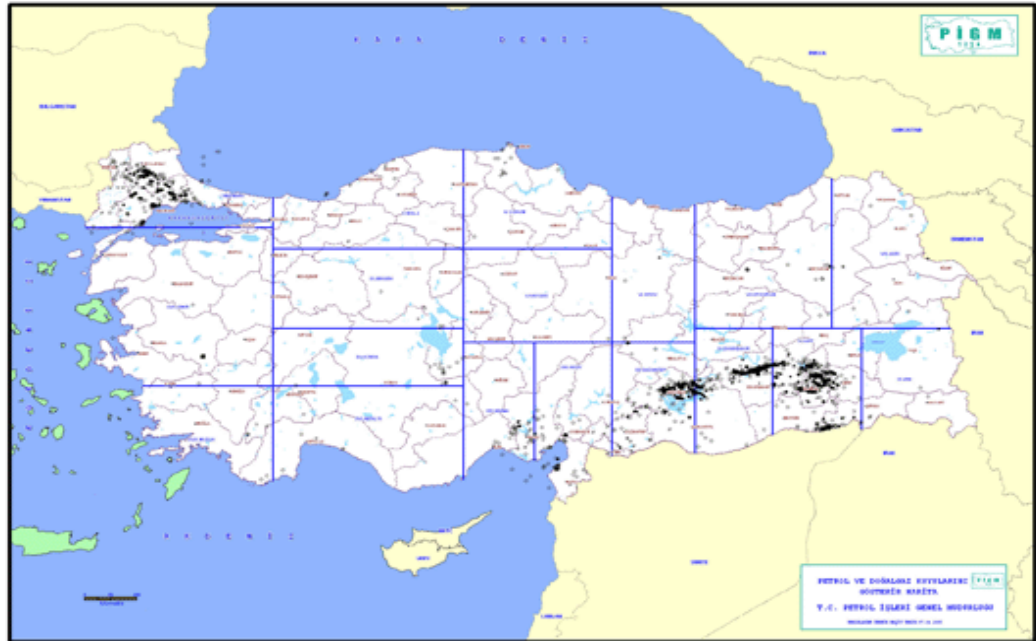
Uluslararası stratejilerin oluşması ve siyasetin şekillenmesinde büyük öneme sahip olan fosil enerji kaynakları, özellikle petrol, enerji arz güvenliği yanında ulusal güvenliğin de vazgeçilmez unsurudur. Türkiye, fosil enerji kaynakları açısından zengin bir ülke değildir. Bunun yanında dünyada ispatlanmış petrol ve doğal gaz rezervlerinin dörtte üçüne sahip bölge ülkeleriyle komşu olup; enerji zengini Hazar, Orta Asya, Orta Doğu ülkeleri ile Avrupa'daki tüketici pazarları arasında doğal bir “*Enerji Koridoru*” olmak üzere pek çok önemli projede yer almakta veya destek vermektedir. Bu bölümde, ülkedeki petrol rezerv durumu, yerli üretimi, tüketimi ve ticaretine ilişkin en son istatistiklere ve değerlendirmelere yer verilecektir.

#### **3.1.1.1. Petrol Rezerv ve Üretimi**

Türkiye’de, arama faaliyetleri yapılmasına karşın bugüne kadar elde edilen bulgulara göre, petrol rezervleri son derece sınırlıdır ve ülkenin fakir olduğunu göstermektedir. Kanıtlanmış petrol rezervinin çoğu, Şekil 3.1’de Türkiye’de petrol ve doğal gaz bölgelerini gösteren haritada görüldüğü üzere ülkenin güneydoğusunda yer alan Hakkâri havzasında (229 milyon varil) yer almaktadır. Türkiye’de petrol sahalarının %10’u, toplamda yaklaşık 250-500 milyon varil rezerv büyüklüğüne sahip olup, kalan %90’ın rezerv büyüklüğü 25 milyon varilden azdır. Başka bir ifadeyle, keşfedilmiş petrol sahalarının %90’ı küçük saha, %10’u ise orta-büyük saha sınıfındadır (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı [TPAO] 2010).

Türkiye’de petrol arama faaliyetlerinin başladığı yıldan 2009 yılı sonuna kadar 1.424 arama kuyusu ve 1.808 üretim, enjeksiyon ve geliştirme kuyusu açılmış ve irili ufaklı 102 petrol sahası keşfedilmiştir. Ülkede 2009 yılında, yapılan jeolojik ve jeofizik saha çalışmalarında; 51 adet arama kuyusu, 50 adet tespit kuyusu, 42 adet üretim kuyusu olmak üzere toplam 143 adet kuyu açılmış ve toplamda 243.255 metre sondaj yapılmıştır. Türkiye’de hidrokarbon potansiyelinin araştırılması, keşfi, tespiti ve üretilmesi faaliyetleri kapsamında; yeni petrol sahalarının keşfedilememesi ve üretim yapılan sahaların yaşlanması nedeniyle son on yılda petrol üretiminde %24 oranında görülen üretim düşüşünün sürmesi beklenmektedir (TPAO, 2010).

### Şekil 3.1. Türkiye’de Petrol ve Doğal Gaz Bölgeleri



Kaynak: TPAO, 2010

Petrolde 2008 yılı üretimi 2,2 milyon ton; tüketimi 27,8 milyon tondur. 2009 yılı üretim miktarı çok az artışla 2,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkede petrol arama faaliyetlerinin başladığı tarihten 2009 yılı sonuna kadar ham petrol üretimi ise 132,5 milyon ton olmuştur. 2009 sonu itibariyle Türkiye’de üretilebilir petrol rezervleri Tablo 3.2’de görüldüğü üzere 44,3 milyon tondur (ETKB, 2010; Petrol İşleri Genel Müdürlüğü [PİGM] 2011).

2010 yılında ülkedeki rafinerilerde petrol ürünleri üretimi, 2009 yılına oranla %15 oranında artarak 18,8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında 2,1 milyon yarı mâmül ürün; 19,6 milyon ton ham petrol işlenmiş ve 20,6 milyon ton petrol ürünü üretilmiştir (TPAO, 2011:16).

Enerji ithalatına 2008 yılında ödenen rakam 48,2 milyar dolara ulaşmıştır. Küresel krizin etkisiyle ekonomide ciddi bir daralma yaşanan 2009’daki küçülmenin ardından, Türkiye'nin enerji ithalatının faturası, 2010 yılında 38,5 milyar dolar olmuştur. Faturada en büyük kalemi oluşturan petrol ithalatı %38,6 artarak 21,1 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir (TPAO, 2011:17).

**Tablo 3.2. Türkiye Ham Petrol Rezervleri (2009)**

<b>Veriler</b>	<b>Metrik Ton</b>	<b>Varil</b>
Rezervlardaki Petrol (*)	6.786.346.485	994.373.751
Üretilabilir Petrol	1.238.298.366	177.442.701
Kümülatif Üretim	938.478.516	133.071.872
Kalan Üretilabilir	299 819 850	44.370.829

Kaynak: PİGM, 2009, (\*) İspatlanmış, muhtemel ve mümkün rezervler toplamı.

2009 yılında, küresel ekonomik krizin etkilerinin azalması ile artan petrol fiyatları 2010 yılında ortalama 79,4 \$/v olarak gerçekleşmiştir. 2011 yılı ortalaması 105 \$/v olarak beklenirken; Tunus, Mısır ve Libya gibi petrol üreten ülkelerde yaşanan siyasî istikrarsızlıklarla 2011 yılı Mart ayı ortalamasının 101 \$/v'i aşmasına neden olmuştur. 2011 yılı içinde, İran ve Suudi Arabistan'da çıkabilecek siyasî istikrarsızlıklarla 200 \$/v'in üzerine çıkması tahmin edilmektedir (TPAO, 2011:18).

Türkiye'nin 2023 yılına kadar ithal edeceği petrol ve doğal gazı ödeyeceği faturanın 600 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir. TPAO, ithalata bu kadar yüksek fatura ödememek için yurtiçi ve yurtdışı hidrokarbon arama ve üretimine büyük önem vermektedir. Yeni devreye alınan üretim kuyuları ve özellikle 2003 yılından sonra Batman Bölgesinde uygulanan üretimi artırma çalışmaları sonucunda, 2004 yılında üretim düşüşü durdurulmuş ve petrol arama stratejisi gözden geçirilerek değiştirilmiştir (TPAO, 2008:13).

### **3.1.1.2. Petrol Tüketimi**

Fosil yakıtı dayalı enerji tüketimi, çevre konusundaki hassasiyetlere rağmen hâkimiyetini sürdürmektedir. Türkiye'de 1950'li yıllarda petrolün toplam enerji tüketimi içindeki payı %7,6 iken; bu oran 1977'de %55,7 ile zirve noktasına ulaşmıştır. Bu artışın en temel nedeni ülkede kullanılan araç sayısındaki artış olmuştur. 1976 yılından bugüne, özellikle de 1990'lı yıllarda daha da artan doğal gaz ithalatıyla petrolün toplam enerji tüketimi içindeki payı sürekli azalarak %32,6 rakamına kadar düşmüştür. 1950'li yıllarda %60,6 oranı ile ifade edilen geleneksel yenilenebilir kaynaklar %5,2'ye düşmüştür. 1965 yılında Türkiye'de petrol, en çok talebi olan enerji kaynağı iken 1970'li yıllarda harcanan toplam enerjinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Türkiye'nin, son yıllarda sergilediği yüksek ekonomik büyümesine

paralel olarak petrol tüketimi de artmıştır. Tüketimdeki artışın da yıllık ortalama %2-3 olarak devam etmesi beklenmektedir (OME, 2008:329).

2008 yılı sonu itibariyle petrol ve petrol ürünlerine dayalı termik santrallerin kurulu gücü yaklaşık 2.300 MW ile toplam kurulu gücün %5,5'ne karşılık gelmektedir. 2008 yılında petrole dayalı santrallerden üretilen elektrik enerjisi miktarı 7,519 GWs olarak gerçekleşmiştir (EPDK, 2010).

Sanayileşme ve gelişme süreci yaşayan, nüfus artışını sürdüren Türkiye'de enerjiye olan talep hızla artmaya devam etmektedir. Son 40 yıl içinde, birincil enerji tüketimi yıllık bazda %4,5 oranında artmış ve 2009'da 103,5 milyon Tep olmuştur. Elektrik üretimi ise yıllık bazda %6-8 oranında artış göstererek 2009 yılında 194 milyar kW's olmuştur. Tüketimin gelecekte de, geçmişteki oranlardan biraz daha düşük oranda artması beklenmektedir. Türkiye'nin ithalata bağımlılığı birincil enerjide %73'ü, elektrik üretiminde %60 kadardır. Özellikle fosil enerji arz-talep dengesinde sorunlar yaşanmaktadır. Ülkede vergilerin çok yüksek olmasından dolayı petrolü en yüksek fiyattan kullanan ülke sıralamasında birinci, motorinde ise 2. sırada yer almaktadır (ETKB, 2011).

Türkiye'de ulaşım sektöründeki enerji tüketiminin %99'u petrol ve petrol türevlerinden oluşmakta ve yaklaşık %93'ü karayollarında kullanılmaktadır. Petrol ürünleri tüketimi içinde en büyük pay %34 ile motorine aittir. Türkiye'de tarım sektöründe kullanılan birincil enerji, tarım alanlarının ve tarımsal ürünlerin işlenmesinde kullanılan motorindir. Türkiye'de yıllık ortalama 12 milyon tonluk motorin tüketiminin %75'lik bölümü, ucuz fiyatı nedeniyle daha çok kamyon, minibüs ve otobüs gibi araç sahipleri tarafından tercih edilen kırsal motorindir. Kırsal motorinin tüketimi, 1990-2003 döneminde, sulanan tarım alanları artışına paralel olarak artmıştır. Tarım sektöründe tarımsal alanların sulamasında kullanılan nihai enerji, elektrik enerjisidir. 2000'li yıllara gelindiğinde toplam genel enerji tüketiminde tarımın payı, %3,84'e yükselmiştir (Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı [TTEV], 2008; EPDK, 2010).

Türkiye, henüz ekonomik olarak endüstrileşme sürecini tamamlamış bir ülke değildir. Bu nedenle 1989-1999 yılları arasında ülkenin enerji talebi, paralel olarak ta enerji üretimi kurulu güç kapasitesi çok hızlı artmış gelecekte daha da artması beklenmektedir. Enerji talebinde, 2005 yılı baz alındığında %87 olan fosil yakıt enerji talebinin artarak, 2020 yılında %92 olması beklenmektedir. Türkiye, arz güvenliğini

sağlama noktasında petrol rezerv ve üretiminde yeterli imkânlarla sahip değildir ancak jeopolitik konumu gereği AB'nin enerji talebi ve Orta Asya enerji pazarları arzının kesiştiği noktada bulunması önemli bir avantaj sağlamaktadır. 21. yüzyılın ilk on yılında Türkiye'nin, dünya enerji sektöründe çok önemli bir role sahip olacağı tahmin edilmektedir (Ediger ve Akar, 2007:1704).

### **3.1.2. Linyit ve Taş Kömürü**

Türkiye'de, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında oldukça yüksek olan fosil yakıt oranının gelecek on yıl içinde artmaya devam edeceği tahmin edilmektedir. 1990 yılında çoğu fosil yakıt olan yerli üretim toplamda 26,21 milyon Tep iken; 2001 yılında 27.41 milyon Tep; 2009 yılında 30,32 milyon Tep'e ulaşmıştır. Petrol ve doğal gaz üretimi nispeten az olup, esas yerli enerji kaynağını, çoğu linyit olmak üzere, kömür oluşturmaktadır (ETKB, 2010).

#### **3.1.2.1. Linyit ve Taş Kömürü Rezerv ve Üretimi**

Türkiye'de, linyit ve kömür, fosil yakıtlar içinde en büyük rezerv oranına sahip enerji kaynaklarıdır. Ülke, linyit rezervinde dünyada 7. sırada yer almaktadır. Toplamda 535 milyon tonu görünür olmak üzere yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ve 9,8 milyar tonu görünür rezerv niteliğinde 11,5 milyar ton linyit rezervi (Tablo 3.3) bulunmaktadır (ETKB, 2010).

Linyit rezervlerin çoğunluğu 1976–1990 yılları arasında yapılan arama çalışmalarıyla keşfedilmiştir. Enerji fiyatlarının sürekli artması ve enerjide ithal bağımlılık oranının yükselmesi, ülkede yerli kaynaklara yönelimi artırmıştır. Linyit üretimi 1980'lerin başlarında artarak, 1999 yılında 14,64 milyon Tep ile en yüksek seviyesine ulaştıktan sonra, 2001 yılında 12,77 milyon Tep'e gerilemiştir. 2005–2009 yılları arasında kapsamlı rezerv geliştirme, etüt ve sondajlarla yapılan linyit arama çalışmaları, Türkiye Taşkömürü İşletmeleri'nin (TKİ) koordinatörlüğünde ve Maden Tetkik Arama (MTA) öncülüğünde devam etmektedir. Afşin Elbistan, Trakya Havzası, Soma Havzası ve Karapınar Havzasında yeni kömür rezervleri keşfedilmesiyle mevcut rezervlerde artışlar sağlanmıştır. Toplamda 11,4 milyar tona (Tablo 3.3) ulaşan rezervlerin kalorifik değeri 1000 ila 4200 kcal/kg arasında değişmektedir. MTA ve TKİ Genel Müdürlüğü'nün, 2005-2009 döneminde 4,2 milyar ton yeni linyit rezervi tespit etmesiyle linyit rezervlerinde %50 artış yaşanmıştır (ETKB, 2010).

**Tablo 3.3. Türkiye Linyit Rezervleri (2009, 1000 ton) ve İşleten Kurumlar**

<b>Kurumlar</b>	<b>Görünür</b>	<b>Muhtemel</b>	<b>Mümkün</b>	<b>Toplam</b>	<b>% payı</b>
EÜAŞ	4.718	-	104	4.822	42,0
TKİ	2.239	218	1	2.458	21,5
MTA	1.803	685	123	2.611	23,0
Özel Sektör	1.077	337	138	1.554	13,5
Toplam	9.837	1.344	262	11.445	100,0

Kaynak: ETKB, 2010.

2009 yılı itibariyle, (Tablo 3.3) ülke genelinde bütün coğrafi bölgelerde yayılmış olarak 40'dan fazla linyit rezervinin %42'si EÜAŞ, %23'ü MTA, %21,5'i TKİ, geri kalan %13,5'i ise özel sektör elinde işletilmektedir. En yoğun şekilde linyit rezervleri %40 ile Elbistan havzasında yer almaktadır.

**Tablo 3.4. Türkiye Taş Kömürü Rezervleri (2009, 1000 ton)**

<b>Yeri</b>	<b>Görünür</b>	<b>Muhtemel</b>	<b>Mümkün</b>	<b>Toplam</b>
Zonguldak	362.523	309.903	246.912	919.138
Bartın	172.107	116.052	121.535	409.69
Kastamonu	-	5.593	-	5.593
Toplam	534.620	431.548	368.447	1.334.615

Kaynak: ETKB, 2010.

Türkiye, kok kömürü açısından diğer fosil yakıtlara oranla nispeten daha zengindir. 2009 yılı itibariyle kok kömürü (Tablo 3.4) toplam rezervi 1.334.615 ton olarak belirlenmiştir. Toplamda 700 milyon ton rezervin çoğunluğu Zonguldak havzasındadır ve %80 oranında ekonomik olarak işletilebilir düzeydedir. Taş kömüründe 1990'da 2 milyon ton olan üretimi, 2001'de 1,2 milyon tona gerilemiştir.

Türkiye'de bulunan taşkömürü, Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK) tarafından işletilmektedir. Ülkede Zonguldak bölgesinde çıkarılan taşkömürü, bitümlü kömür kategorisinde yer almakta olup 6200-7200 kcal/kg arasında değişen ısıl değerine sahiptir. 2008 yılında 6,5 milyon ton kömür üretiminin, 2010 yılında 7 milyar tonu aşması beklenmektedir. Petrolün belli tekellerin ve grupların elinde olmasından dolayı kömür dünyada büyük trend yakalamıştır ve büyük bir bölümünü elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Enerji kaynakları arasında en fazla talep artışının yenilenebilir kaynaklarından sonra kömürde olması beklenmektedir (EPDK, 2010).

### 3.1.2.2. Linyit ve Taş Kömürü Tüketimi

Türkiye’de taşkömürü tüketiminin büyük bölümü sanayi sektöründe, çimento fabrikaları, şeker fabrikalarında, diğer sanayi tesislerinde ve kok fabrikalarında (demir-çelik tesislerinde) gerçekleşmektedir (TKİ, 2010).

Linyit tüketimi, enerji (termik santraller), sanayi ve konut sektörü olmak üzere 3 ana sektörde yoğunlaşmaktadır. Linyitin, enerji tüketimindeki payı 1990 yılına kadar sürekli artarken; 2000 yılının sonunda %24’e gerilemiştir. Bu dönemde termik santrallerin, elektrik üretiminin %55’i linyit ile karşılanırken, 2000 yılında yerini doğalgaza bırakmaya başlamış, linyitin üretimdeki payı %44’e düşmüştür. Ülkede en zengin enerji kaynağı olan linyit tüketiminin, çevreye daha az zararlı gaz salan doğal gazın santrallerde kullanılmasıyla %1,3 azalacağı tahmin edilmektedir. Elektrik üretiminde doğalgazla çalışan santrallerin devreye girmesiyle de doğalgazın payı %29’dan Tablo 3.1’de görüldüğü gibi %49’a yükselmiştir (EPDK, 2008).

Termik Santrallerin elektrik üretimindeki payı %58 olmuştur. Önümüzdeki 4 yıllık süreçte, büyük çoğunluğu doğal gaz yakıtlı olan yeni santrallerin de devreye girmesiyle, elektrik enerjisi üretimi için kullanılacak olan birincil ithal yakıt oranının %68 seviyesine çıkması beklenmektedir. Enerji arz güvenliği açısından son dönemdeki hükümetlerin, enerji kullanımında ithal bağımlılığını azaltmak için yerli kaynaklara yönelmesinin sonucu olarak Yüksek Planlama Kurulu’nun 18.05.2009 tarih ve 2009/11 sayılı kararı ile “*Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi*” kabul edilmiştir (EPDK, 2009).

**Tablo 3.5. Türkiye Kömür, Linyit ve Asfaltit Üretim ve Tüketimi (MTeP)**

Yıllar	Üretim	Tüketim
1999	13,3	22,6
2000	13,9	25,5
2001	14,2	21,8
2002	11,5	21,2
2003	10,5	21,8
2004	10,5	23,0
2005	12,8	26,1
2006	13,4	28,8
2007	15,8	31,0
2008	17,2	30,9
2009	17,4	27,2

Kaynak: BP, 2010; ETKB, 2010.

1980’li yılların başında kömür ithalatı hızlı bir artış trendi yakalamış ve ülkede toplam taşkömürü tüketiminin %80’i, yerli kaynaklardan karşılanırken, sonları bu oran ise %45’e düşmüştür. 2007 yılında 22.946 ton olan kömür ithalatı 2008 yılında %15 azalarak 19.489 ton olmuştur. 2009 yılında ise bir önceki yıla göre %4,5 artarak 20.367 ton olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılında 23.698 ton olarak gerçekleşen taşkömür tüketiminin sadece %12,2’si (TTK ve havza üretiminden) yerli kaynaklardan karşılanmıştır. Türkiye’de (Tablo 3.5) toplam kömür, linyit ve asfaltit üretimin tüketimi karşılama oranında nispeten sabit bir artış görülmektedir. Ekonomik krizin etkilerine rağmen ithalattaki artışın nedeni, ithal kömür tüketiminin konut ve sanayi tüketiminin artması ve alım garantili ithal kömüre dayalı elektrik üretimindeki artış gösterilmektedir (EPDK, 2009; TKİ, 2010).

2009 yılında ısı amaçlı olarak (demir-çelik dışı sanayide, elektrik santrallerinde ve konutlarda kullanılmak üzere) 15,2 milyon ton taşkömür ithal edilmiştir. Ülkeler ve ödenen döviz miktarları bazında bakıldığında ülkenin kömür ithalatında; Rusya, Güney Afrika, Avustralya, ABD, Çin ve Kanada’nın önemli payları olduğu görülmektedir (TKİ, 2010).

Kömürle çalışan termik santrallerin yerini doğal gaz çevrim santralleri almaya başladığından beri, ülkenin “*al ya da öde*” anlaşmalarıyla fazlaca ithal ettiği doğal gazın elektrik üretiminde kullanılması doğalgaz bağımlılığını da artırmıştır. Kömürle çalışan yeni kurulacak termik santrallerin çevre açısından kömürü temiz ve verimli yakan teknolojilere öncelik verilerek kurulmasının enerji arz güvenliği açısından önemli bir çözüm getireceği savunulmaktadır. Türkiye’de çıkarılan kömüre daha uygun yakma teknolojilerine ilişkin yapılan çalışmalarda, Çatalağzı dışındaki tüm linyitlerin akışkan yataklı santrallerde son derece temiz ve verimli çevrim teknolojileriyle yakılabileceği değerlendirilmiştir (EPDK, 2009).

Türkiye’de kok kömürü ve linyit rezervlerinin nispeten daha zengin olması, hidroelektrik potansiyelinin tamamının kullanılması durumunda, enerji ithalat bağımlılığı ve arz güvenliği açısından, yerli alternatif kaynak olarak avantaj sağlamaktadır. Hidroelektrikte kapasite sınırı, yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırma, geliştirme ve rekabet edilebilir duruma gelebilmesinin çok maliyetli ve zaman alan çalışmalar olması nedeniyle; birincil enerji üretiminde, ülkenin ithal enerji kaynaklarına bağımlılığını azaltmak ve kaynak çeşitlendirmesi açısından kömür ve linyit önemini korumaktadır.



### 3.1.3. Doğal Gaz

Türkiye, 1980'lerde yaptığı strateji değişikliğiyle, doğalgazı enerjide temel girdi olarak tercih etmiş; elektrik üretimi, konut ve sanayide kullanımını sürekli artırarak, bu ürünü temel enerji kaynağı haline getirmiştir. Doğalgaza verilen önem arttıkça, 1985'den sonra kömür ve hidroelektriğe ayrılan pay gerilemiştir. 1990'lı yıllara gelindiğinde özellikle büyük şehirlerde hava kirliliğini önlemek için doğal gazın konutlarda kullanımı yaygınlaştırılmış ve tüketimi hızla artarak en çok rağbet edilen enerji kaynağı haline gelmiştir. 2006 yılında toplam enerji talebinin 1/3'ünü petrol oluştururken onu %28 ile kömür ve doğal gaz izlemiştir. Toplam enerji talebinde hidroelektrik payı %4 iken; hidroelektrik dışındaki yenilenebilir kaynaklar toplamı birincil enerji kaynaklarının %7'sini oluşturmaktadır (OME, 2008:312).

#### 3.1.3.1. Doğal Gaz Rezerv ve Üretimi

Ülkede, doğal gazda yerli üretim yıllar itibariyle artış eğilimi göstermiş, 1999 yılında Kuzey Marmara ve Değirmenköy sahalarında, yeraltı doğal gaz depolama projelerine ilişkin planlar doğrultusunda, yüksek debi ile gaz üretimi yapılmaya başlanmıştır. 2002 yılından itibaren TPAO-Amity Oil ortaklığı Trakya'da yeni doğal gaz keşifleri ve eski sahalarda açılan yeni üretim kuyularının devreye girmesiyle, 2008 yılında, doğal gaz üretimi tarihinin en yüksek seviyesi olan 1,017 milyon m<sup>3</sup>e ulaşmıştır. 2009 yılında artış aynı hızda devam etmemiş ve önceki yıla göre %27 azalarak 729,4 milyon m<sup>3</sup> doğal gaz üretilmiştir. Bugüne kadar kümülatif doğal gaz üretimi Tablo 3.6'da da görüldüğü gibi 11,3 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleştirilmiştir. 2009 yılı sonu itibariyle kalan üretilebilir yurtiçi toplam doğal gaz rezervi ise 6,2 milyar m<sup>3</sup>'tür. 2010 yılında 726 milyon m<sup>3</sup>olarak gerçekleşen Türkiye doğal gaz üretiminin %36'sı TPAO tarafından gerçekleştirilmiştir. Yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi doğal gaz rezervlerinin 8,5 yıl yeteceği tahmin edilmektedir (TPAO, 2009; PİGM, 2010).

**Tablo 3.6. Türkiye Doğal Gaz Rezervleri (2009, milyar m3)**

Rezervuardaki Gaz	Üretilebilir Gaz	Kümülatif Üretim	Kalan Üretilebilir Gaz
23.140.059,653	17.524.217,546	11.303.291,166	6.220.926,380

Kaynak: PİGM, 2010.

2009'da da 40,7 milyar m<sup>3</sup> dolayında olması beklenen doğalgaz ithalatı, küresel krizin etkisiyle ekonomide yaşanan daralma ile %11 dolayında azalmıştır. En büyük ithalat payına sahip olan BOTAŞ'ın, büyük bölümünü Rusya'dan gerçekleştirdiği doğal gaz ithalatı 33,6 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Toplam ithalatta, BOTAŞ'ın iç piyasaya doğalgaz satışı da %10,8 düşüşle 36,2 milyar m<sup>3</sup>'den 32,1 milyon m<sup>3</sup>'e inmiştir. Böylece ilk kez ithalat ve tüketim miktarları düşüş göstermiştir (EPDK, 2009:32; PİGM, 2010).

Türkiye'de doğal gazın 2000 ve 2001 krizleri dolayısıyla tahminlerin altında gerçekleşen talep artışı, arz fazlalığı riskini de beraberinde getirmiştir. Rusya'dan gıda, ilaç vs. karşılığında yapılan doğal gaz ithalatı daha sonra nakit para anlaşmalarıyla yapılmaya başlanmıştır. Büyük bölümü uzun vadeli “*al ya da öde*” anlaşmalarına göre ithal edilen gazın, ihtiyaç fazlası miktarı tüketim teşvikleriyle eritmeye çalışılmıştır. İç piyasadaki doğalgaz şebeke ağı, taşıma maliyetlerini azaltmak ve daha fazla müşteriye ulaşmak için yaygınlaştırılmıştır (Bilen vd. 2008:1546).

**Tablo 3.7. Doğal Gaz İthalat Miktarları (2009, milyon m<sup>3</sup>, 9155kcal/m<sup>3</sup>ebaz)**

Ülkeler	2005	2006	2007	2008	2009
Rusya	12.639	12.038	13.574	13.353	9.946
Mavi Akım	4.885	7.278	9.188	9.806	9.527
İran	4.248	5.594	6.054	4.113	5.252
Azerbaycan	-	-	1.258	4.580	4.960
Cezayir	3.786	4.132	4.205	4.148	4.487
Nijerya	1.013	1.100	1.396	1.017	903
Spot	-	79	167	333	781
Toplam	26.571	30.221	35.842	37.350	35.856

Kaynak: EPDK, 2009.

Tablo 3.7'de 2005- 2009 döneminde ithal ettiği doğal gaz miktarı ve ithalat yapılan ülkeler görülmektedir. Türkiye'nin toplamda 35.856 milyon m<sup>3</sup> ithalatının büyük bölümünü Rusya'dan karşılamaktadır. Rusya'dan ve Mavi Akım projesiyle Orta Asya ülkelerinden ithal edilen doğal gaz miktarının toplam ithalat içindeki payı, %56 olmuştur. Bu rakam doğal gazda Rusya'ya olan ithalat bağımlılığının ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Toplam ithalatta İran %15, Azerbaycan %14, Cezayir %13 ve Nijerya %3 paya sahiptir. 1999-2009 döneminde Mavi Akım hattından gelen doğal gaz alımı başladığı ve İran doğal gazında yaşanan artışla, 2003 yılından itibaren Batı hattından gelen doğal gaz ile Cezayir ve Nijerya'dan alınan LNG ithalatı oransal olarak

azalmaya başlamış, ancak Rusya'nın ağırlığını koruduğu görülmüştür (EPDK, 2009:33; PİGM, 2010).

### 3.1.3.2. Doğal Gaz Tüketimi

Yakın zamana kadar enerji üretim kararları ekonomik maliyet ve mevcut kapasiteye göre alınırken, fosil yakıtlardan kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının küresel iklim değişikliğine neden olduğu gerçeği keşfedildikten sonra, çevresel endişeler, tercihleri değiştirmektedir. Elektrik üretiminde kömür kullanılması, üretilen birim enerji başına en fazla sera gazı ve diğer zehirli emisyonlarının açığa çıkmasına neden olmaktadır. Yeni katı emisyon yönetmeliklerinin, gelecekte artan ölçüde elektrik üretiminde doğal gaz ve yenilenebilir enerji gibi daha temiz seçeneklerin pazar paylarını artırmasına ve kömür kullanımının azalmasına neden olacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye'de 1987 yılından bu yana sürekli artan doğal gaz, genel enerji tüketiminde, petrolün ardından ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye'nin 2012 yılına kadar enerji portföyü içinde, enerji tüketiminde başı çeken petrolün yerini doğal gazın alacağı, 1998 yılında %30 olan doğal gazın enerji tüketimindeki oranının 2020 yılına kadar %41'e ulaşacağı ve enerji tüketiminde fosil yakıtların önemini korumaya devam edeceği tahmin edilmektedir. Bu durumun Türkiye'yi doğal gaz tüketiminde daha da bağımlı hale getireceği beklenen bir durumdur (Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi [BOTAŞ] 2010).

Türkiye'de doğal gaz tüketiminin, talep artışında en büyük paya sahip olan elektrik enerjisi üreten santraller yanında, şehirlerdeki havayı temizlemek için konutlarda ve rekabet gücünü artırmak için sanayi sektöründe artan tüketimden kaynaklandığı görülmektedir. Konut sektörü payının 2012 yılına kadar %10 olacağı, enerji sektöründe, gaz çevrim santrallerine aşırı yüklenmeyle elektrik üretiminde doğal gaz talebinin daha da artacağı tahmin edilmektedir. Tüketimindeki artış oranı düşse de gelecekte enerji sistemi içinde anahtar rol oynayacağı ve enerji kaynakları içinde en fazla talep artışının doğal gazda yaşanacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca son yıllarda doğal gaz türbinlerinin verim artışıyla, düşen fiyatlar, elektrik üreten şirketlerin, maliyet ve işletme avantajları nedeniyle doğal gaz santrallerini kısa-dönemde güvenli bir seçenek olarak tercih etmelerini sağlamıştır (TPAO, 2009:6; EPDK, 2010).

İthal bir enerji kaynağı olan doğal gazın elektrik enerjisi üretimindeki payı her geçen gün artmaktadır. Tablo 3.8’de görüldüğü gibi artan talebin en büyük bileşenini, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan doğalgaz oluşturmaktadır. BOTAŞ ve ETKB’nın (Tablo 3.8) 2010, 2015 ve 2020 yıllarında doğal gaz talep tahminlerine göre; tüketilen doğal gazın %68 gibi büyük bir oranı elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya devam edilecektir. Bu dönemde doğal gaz talep artışı, kömür fiyatlarının yükselmesi, elektrik üretim maliyetinin artması ve Asya Pasifikten LNG temininde yaşanan rekabet; 2008 yılında doğalgaz fiyatlarında artışa neden oluştur (BOTAŞ, 2009; TPAO, 2009).

**Tablo 3.8. BOTAŞ ve ETKB Doğal Gaz Talep Tahminleri**

Yıllar	2000	2010	2015	2020
Konut	2.928	8.389	9.396	9.806
Sanayi	2.415	10.971	12.238	15.147
Gübre	839	929	929	929
Elektrik	9.418	34.903	44.903	56.903
Toplam	15.600	55.192	67.466	82.785

Kaynak: TPAO, 2009.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de doğalgaz ticaretindeki yoğunluk 2008 yılında, krize rağmen artarak devam etmiştir. TPAO tahminlerine göre Türkiye’de 2020 yıllarına gelindiğinde doğal gaz tüketiminin Tablo 3.9’da görülebileceği gibi, 20-30 yıllık uzun vadeli “*al ya da öde*” bazlı anlaşmalarına göre %176,4 artışla 61 milyar m<sup>3</sup>e ulaşması beklenmektedir (BOTAŞ, 2009). Elektrik üretiminde doğal gaz kullanılması uzun vadede ithalat bağımlılığına yol açması nedeniyle enerji arz güvenliğini tehdit eden riskler arasında sayılmaktadır (Hacısalıhoğlu, 2008:1870).

2009 yılında yaklaşık 36,6 milyar m<sup>3</sup>’lük doğal gaz tüketiminde, 627 milyon m<sup>3</sup> yerli üretim dikkate alındığında, doğal gazda dışa bağımlılık oranının %98 seviyesine çıktığı görülmektedir. 2009 yılı doğalgaz tüketiminin sektörel dağılımında; elektrik enerjisi üretimi için %53, sanayi %25 ve %22 ile konut tüketimi izlemektedir. Elektrik enerjisi üretiminde doğalgaza dayalı kurulu güç 14.576 MW olup bu değer toplam kurulu gücün 32,7’sini karşılamaktadır. 2009 yılında en büyük tüketim kalemi olan elektrik üretiminde yüksek fiyatların, doğalgaz yerine kömür kullanımına dönüşlere neden olacağı ve doğalgaz talebinde geçmiş projeksiyonlardaki oranda bir azalış olduğu gözlenmektedir (WEC 2010, ETKB,2011; BOTAŞ 2009).

**Tablo 3.9. Türkiye'nin Doğal Gaz Arz/İthalat Anlaşmaları**

Ülkeler	Yıllık En yüksek İthalat (milyar m <sup>3</sup> )	Vadesi (Yıllık)	Başlangıç Yılı	Bitiş Yılı
Türkmenistan	16.0	30	2006	2035
Rusya Federasyonu (Mavi akım)	16.0	23	2002	2025
İran	10.0	25	2001	2025
Rusya Federasyonu (Turkuaz)	8.0	23	1998	2021
Azerbaycan	6.6	15	2006	2020
Rusya Federasyonu (Batı)	6.0	25	1987	2011
Cezayir (LNG*)	4.0	20	1994	2014
Nijerya (LNG)	1.2	22	1999	2021

Kaynak: BOTAŞ, 2011,\* Sıvılaştırılmış Doğal Gaz.

Doğal gaz tüketiminin 2010 yılı için 45 milyar m<sup>3</sup>'e yükselmesi beklenmektedir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulunun, 2011 yılı ulusal doğal gaz tüketim tahmini, 39 milyar m<sup>3</sup> (415 milyar kW) olarak belirlenmiştir. 2015 yılında 57 milyar m<sup>3</sup>'e çıkması tahmin edilmektedir (EPDK, 2011).

**Tablo 3.10. Yıllar İtibarıyla Doğal Gaz İhracat Miktarları (milyon m<sup>3</sup>)**

Yıllar	Toplam
2007	31,00
2008	443,00
2009	721,00
2010	660,00
2011 (*)	186,00

Kaynak: BOTAŞ,2011. \* Mart ayı itibarıyla gerçekleşme miktarlarıdır

Türkiye, doğal gazda kendine yeter bir ülke değildir, ancak ithal edilmiş veya ülke içinde üretilmiş doğal gazın ihraç edilmesi, EPDK ihracat lisansı olan tüzel kişiler tarafından gerçekleştirilmektedir. İhracat lisansına sahip olan BOTAŞ, Türkiye-Yunanistan boru hattı aracılığı ile 06.04.2004 tarihinden itibaren 10 yıl süre ile doğal gaz ihraç etme yetkisine sahiptir. Tablo 3.10'de görüldüğü üzere 2007 yılında 31 milyon m<sup>3</sup>; 2008 yılında 443,00 milyon m<sup>3</sup> ve 2009 yılı aralık ayı itibarıyla 721,00 milyon m<sup>3</sup> ihracat yapılmıştır 2010 yılında yaşanan düşüşe rağmen, 2011 yılının ilk üç

ayında yapılan ihracat oranı, yeniden artış yaşanacağını işaret etmektedir (EPDK, 2011; BOTAŞ, 2011).

Türkiye’de fosil enerji kaynaklarında ithal bağımlılığı başta petrol olmak üzere sürekli artmakta, toplam ülke ithalatı içerisinde en önemli pay bu kaynaklara ayrılmaktadır. İzlenen enerji politikaları sonucu ülkede enerji tüketiminde ithal bağımlılık payı %70'lere kadar çıkmıştır (ETKB, 2011). Ülkede en büyük sorunlardan birisi, enerjide dışa bağımlılığımızın sürekli artmasıdır. Yerli kaynakların kömür ve daha düşük kalori ve yüksek nem ve kül içeriğine sahip linyitlerden oluştuğu dikkate alındığında, mevcut kaynakların özelliklerine uygun verimli, çevre dostu, ekonomik ve temiz kömür teknolojilerinin geliştirilmesi, bu alanda yetişmiş insan gücü ve finans kaynaklarının artırılmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

#### **3.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Bu bölümde, fosil yakıtların alternatifini oluşturan ve enerji tüketiminde dışa bağımlılığı azaltarak, arz güvenliğinin artmasını sağlayan, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’deki potansiyeli ve tüketimine yer verilecektir. Enerji arz güvenliği açısından düşünüldüğünde, atıksız enerji olarak da nitelendirilen yenilenebilir enerji potansiyeli konusunda Türkiye, oldukça iyi bir konumdadır. Ülkedeki hidroelektrik dışında yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük kısmını ise ticari nitelikli olmayan odun, hayvan ve bitkisel atıkların dâhil olduğu biyokütle enerjisi oluşturmaktadır (OME, 2008:322).

Türkiye’de 2009 yılı birincil enerji kaynakları arasında Tablo 3.11’de yer verildiği gibi fosil yakıtların ağırlıklı olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında; hidroelektrik enerji yanında daha çok kırsalda tüketilen odun, hayvan, bitki atıkları ve ilk sıralarda yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının altyapı, yatırım ve kurulumuna ilişkin mevzuat ve yeni enerji teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik Ar&Ge çalışmaları henüz yeterli seviyede değildir. Ülkede hidroelektrik potansiyelinin %65’i, rüzgâr potansiyelinin %95’i, jeotermal potansiyelinin %95’i, güneş enerjisi potansiyelinin ise neredeyse tamamı, elektrik üretiminde kullanılmayı beklemektedir (EPDK, 2010).

**Tablo 3.11. Türkiye’de 2009 Yılında Birincil Enerji Kaynakları (milyon Tep)**

<b>Enerji Kaynakları</b>	<b>Üretim</b>	<b>İthalat</b>	<b>Toplam Birincil Enerji Arzı</b>	<b>% Payı</b>
Petrol	3.249	33.887	30.565	28,26
Doğal gaz	627	32.827	32 775	23,54
Taş ve Kok Kömürü	1.294	13.302	14.776	13,65
Linyit	15.632	-	15.672	14,49
Hayvan ve Bitki Atıkları	1.136	-	1.136	1,05
Odun	3.530	-	3.530	2,10
Hidroelektrik	3.092	-	3.092	1,85
Geo-termal elektrik	375	-	375	0,34
Rüzgâr Enerjisi	129	-	129	0,11
Geo-ısı	1.250	-	1.250	1,15
Güneş Enerjisi	429	-	429	0,39
<b>Toplam</b>	<b>30.746</b>	<b>79.916</b>	<b>110.662</b>	

Kaynak: ETKB, 2010.

Türkiye’de 1980-2005 yılları arasında toplam 120 milyon dolar olarak enerji Ar&Ge harcamalarının %16’sı yenilenebilir enerjiye ayrılmıştır. 1997 yılı itibariyle kamu finansman oranının artırıldığı gözlenmiştir. Dünya Bankası’nın borç verdiği 202 milyon dolarlık tutar elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji üretiminin maliyet, risk ve güvenlik harcamaları için kullanılmıştır. 2001 yılında 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile EPDK’nın kurulmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kullanımı özendirilmeye başlanmıştır. Kanuna göre;

- Yenilenebilir enerji üretmek için başvuran girişimcilere sadece %1 lisans harcı ve ayrıca lisansın alınmasından sonraki sekiz yıl için lisans muafiyeti gibi teşvikler,
- Türkiye Elektrik İdaresi A.Ş. ve diğer dağıtım şirketlerine yenilenebilir enerji ağı bağlantıları için öncelikli statü verilmiştir.

Türkiye’de yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretimi son zamanlarda yoğun ilgi çekmeye başlamıştır. Son yıllarda yenilenebilir kaynaklara yapılan yatırımların arttığı görülmektedir. Türkiye’nin 2010 yılı sonu itibarıyla yenilenebilir kurulu gücünde yaklaşık 4,200 MW’lık artış yaşanmıştır. Bu miktar yenilenebilir kaynaklar toplam kurulu gücünün yaklaşık %9’una karşılık gelmektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ), yenilenebilir enerji oranını ve enerji verimliliğini artırmak için gerekli yasal düzenlemelerin altyapı çalışmalarını sürdürmekte ve halen devam eden projelerin takibini yapmaktadır. Avrupa Birliği, genel enerji tüketimi içindeki ortalama

yenilenebilir enerji oranının 2010 yılına kadar iki katına çıkarılarak %12, elektrik enerjisinin ise %22 değerine ulaştırılmasını hedeflemiştir. Dolayısıyla Türkiye'nin AB üye adayı sıfatıyla ülkede EİE'in başta hidroelektrik olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yapmış olduğu faaliyetler daha da büyük bir önem kazanmaktadır (Elektrik İşleri Etüt İdaresi [EİEİ] 2010-b).

### 3.1.4.1. Hidroelektrik

Tablo 3.12'de Türkiye yenilenebilir kurulu gücü ve lisans gelişimleriyle ilgili 2010 yılına ait bilgiler yer almaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları arasında en büyük potansiyeli, birincil enerji üretiminde mevcut 15.729 MW kurulu gücü ile hidroelektriktir. Teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli yaklaşık 36,000 MW'tır. 2010 yılı sonu itibarıyla ülkedeki toplam hidroelektrik kurulu gücü potansiyelin yaklaşık %41'ine karşılık gelmektedir. ETKB Türkiye'nin elektrik üretimi açısından DSİ verilerine göre yaklaşık 216 TWs'lik teknik, 140 TWs'lik ekonomik hidroelektrik üretim potansiyeline sahip olduğu ve halen ekonomik potansiyelinin yaklaşık yarısı oranında üretim yapıldığını açıklamıştır. Devlet Su İşleri, 2004 yılı ulusal kalkınma planında 2010 yılına kadar ülkedeki hidroelektrik potansiyelinin yeni projelerle kullanıma açılmasını planlamıştır (ETKB, 2011).

**Tablo 3.12. Türkiye Yenilenebilir Enerji Gelişimleri (2010 MW)**

<b>Kaynaklar</b>	<b>Kurulu Güç</b>	<b>Lisans Alınmış Kurulu Güç</b>	<b>İnceleme ve Değerlendirmeye Alınan Kurulu Güç</b>
Hidroelektrik	15.729	29.481	13.751
Rüzgar	1.320	3.693	2.036
Jeotermal	94	302	95
Biyokütle/Biyogaz	97*	42	31

Kaynak: EÜAŞ, 2011. \*Yenilenebilir atık toplam kurulu gücünü ifade etmektedir.

Ulusal Kalkınma Planına göre; Türkiye'nin en büyük enerji üretimi projesi olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında 22 baraj, 19 hidroelektrik santrali tamamlandığında 27 milyar KWs elektrik üretimi elde edilecektir. Hidroelektrik potansiyelinin 2010 yılı sonuna kadar artırılması amaçlanmıştır. Küçük çaplı hidroelektrik santrallerin de katkısıyla toplam elektrik üretimi artışının %5-10 arasında olması tahmin edilmektedir. Elektrik Üretim A.Ş.'in işlettiği Fırat Havzasında bulunan



hidroelektrik santrallerden Atatürk Hes, Karakaya Hes, Keban Hes, Karkamış Hes ve Özlüce Hes tarafından üretilen elektrik enerjisi, bünyesinde üretilen toplam hidroelektrik enerjisinin %65'ine tekabül etmektedir (EİEİ, 2010-b).

ETKB, 2010-2014 Stratejik Planı'nda yapımına başlanan 5.000 MW'lık hidroelektrik santrallerini 2013 yılı sonuna kadar tamamlanması hedeflemektedir. Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelin tamamının değerlendirilmesi gerektiği vurgulanarak, potansiyel değerlendirme oranının arttırılması amaçlanmaktadır (ETKB, 2010-a).

### 3.1.4.2. Biyokütle

Biyokütle, hayvansal ve bitkisel atıkların kimyasal işlemlere tabi tutulmasıyla biyogaz, biyodizel, biyoetenol ve gazlaştırma formlarında elde edilen, doğayla barışık bir enerjidir. Biyokütle, 100 yıldan daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bitki ve hayvan artıkları gibi organik maddelerin havasız ortamlarda fermantasyonu sonucu oluşan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımı olan biyogaz, ısı değeri bileşimindeki metan oranına bağlı olarak ısınma, aydınlatma ve su ısıtılması gibi amaçlarla, geleneksel enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerji kaynağıdır. Biyodizel, biyoetenol ise bitkilerin belirli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilmektedir.

Türkiye'de 1970'li yıllarda sadece odun, hayvan ve bitki atıklarının toplam birincil enerji üretimi 5923 bin Tep iken, 2009 yılına gelindiğinde bu miktar toplamda 4666 bin Tep'e düşmüştür. Birincil enerji içinde biyokütle enerjisinin azalmasının en önemli nedeni kentleşme oranının artmasıdır. Tablo 3.12'de görüldüğü gibi ülkede tarımsal üretim atıkları ve çiftlik hayvanlarının gübreleri, orman ürünleri üretimi atıkları ve şehir çöplerinden 2005 yılında 6594 kilo Tep enerji üretilmiştir. Klasik ve modern biyokütle kaynaklar kullanılarak 2010 yılı sonuna kadar toplamda 7414 milyon Tep enerji üretildiği tahmin edilmektedir. 2010-2030 yılları arasında üretilmesi planlanan enerjinin önce azalıp sonrasında, yenilenebilir enerji üretim yatırımlarına bağlı olarak artması tahmin edilmektedir.

**Tablo 3.13. Biyokütle Üretimi ve Tahminleri (milyon ton)**

Yıllar	Klasik Biyokütle	Modern Biyokütle	Toplam
2005	6.494	766	7.260
2010	5.754	1.660	7.414
2015	4.790	2.530	7.320
2020	4.000	3.520	7.520
2025	3.345	4.465	7.810
2030	3.310	4.895	8.205
Toplam	34.658	10.853	52.511

Kaynak: ETKB, 2010.

ETKB, (2010) Türkiye'nin yaklaşık 8,6 milyon Tep atık potansiyelinin yaklaşık %70'nin ısınma amaçlı kullanıldığını, bununla beraber, üretilebilecek biyogaz miktarını 1,5-2 milyon Tep olarak hesaplamıştır. Ayrıca 160.000 ton biyoetanol kurulu gücünün toplam akaryakıt ihtiyacının %0,73'nü karşılayacak potansiyeli olduğunu açıklamıştır. Yenilenebilir Enerji Kanunu ile biyogaz da biyokütle kapsamına dahil edilmiş ve çöp gazı dahil biyokütle kullanan tüm elektrik üretim tesislerine 13,3 \$ kWh sabit fiyat garantisi verilmiştir. Bu rakam, güneşe dayalı üretim tesisleri ile birlikte en yüksek teşvik sınıfını oluşturmuştur.

Biyodizelin (bitkisel yağ), alternatif yakıt olarak, dizel yakıtların verdiği ısı enerjisinin %90'ına sahip bir yakıt olarak kullanılmasının ülkeye ekonomik, çevre ve enerji arz güvenliği açısından önemli faydası olacağı ifade edilmektedir. Organik atıklar toprak için çok önemlidir ancak ülkede özellikle kırsal kesimlerde organik atıklar direkt yakma işleminden sonra veya ısıtma enerjisini artırmak için kurutulduktan sonra temel yakıt olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de tarımda en fazla kullanılan enerji kaynağı ve çevreyi en fazla kirleten fosil yakıtlardan biri olan motorin yerine biyodizel mevcut olanaklarla uygulamaya alınabilecek en önemli alternatif yakıt seçeneklerinden biri olarak görülmektedir. (ETKB, 2010).

Birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, Türkiye'de de odun önemli bir yakıt kaynağıdır. Odun talebi, çoğunlukla hazinenin ormanlarından yasadışı kesilen ağaçlarla ve kırsal kesimde yetiştirilen üretimle karşılanmaktadır. Bir tarım ülkesi olan ülkede, biyokütle enerjisi tarımsal potansiyeli yüksek olmasına karşın, kullanım oranı çok düşüktür. Tarımsal atık potansiyelinin toplamda 40 ile 53 milyon ton arasında olduğu ve 27 ile 36 milyon ton tarımsal atığın enerji üretiminde kullanıldığı tahmin edilmektedir. Tarımsal atıklar elektrik üretiminde kullanılan 40 milyon ton linyit ve 1,3 milyon ton kömüre eşdeğer potansiyele sahiptir. Biyokütle sistemlerinin özellikle farklı iklim

özelliklerine sahip kırsal kesimde ortam ısıtmasında kullanılan geleneksel sobalar için önemli bir alternatif olduğu yapılan model çalışmalarla kanıtlanmıştır (ETKB, 2010).

### 3.1.4.3. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içinde en önemli kaynak olması ve Türkiye’de önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen yaygın bir ticari kullanımı yoktur. Ülkede termosifon tipi güneş ısı kolektörleri 1950’den beri kullanılmaktadır ve bugün kullanılan sistemin %30’u ise 3-4 m<sup>2</sup> alanda güneş ısı toplayan ve 150-200 litre soğuk su kapasitesi tankı ile tipik, güneş enerjisi ısıtma sistemleridir. Türkiye’de güneş enerjisi evlerde sıcak su temininde kullanılmaktadır.

Ülkede tüketilen enerjinin yaklaşık %30’u ısıtma ve soğutma için kullanılmaktadır. Konutların tükettiği enerjinin %60’ı ısıtma amaçlı kullanılmakta ve soğutma amaçlı enerji talebi, özellikle yaz aylarında güney bölgeleri başta olmak üzere artmaktadır. Bu talep artışının arkasındaki nedenin iklimsel ve bina yapısından ziyade daha fazla iç mekân soğutması ve daha yüksek konfor amaçlı olması ülkede daha gelişmiş termal enerji ve enerji depolama teknolojilerinin uygulanma potansiyelinin büyüklüğünün göstergesi olarak görülmektedir (Öztürk vd. 2009: 609)

Türkiye’de yaklaşık 18 milyon konutun 4 milyonu, farklı şekillerde güneş enerjisinden yararlanmaktadır. Solar photo-voltaik uygulamalar sadece şebeke ağından uzakta kurulmuş olan bazı devlet kurumlarının elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Telekom istasyonları, yangın gözetleme kuleleri, deniz fenerleri ve otoyol acil durum sistemlerinde uygulanmaktadır. Bunun dışında Türkiye’de güneş ışığından yararlanma açısından çok zengin bir potansiyel ve yerel iç piyasada talep olmasına rağmen gerekli hukuki altyapı olmadığı için ticarî nitelikte yerli, foto-voltaik güneş enerjisi programları mevcut değildir (Öztürk vd. 2009: 610)

Türkiye, dünyadaki diğer ülkelere göre, yıllık 110 gün güneşlenme günü ve günlük 7,2 saat güneşlenme süresi ile güneşten verimli yararlanma potansiyeli yüksek, görece zengin bir ülkedir. Güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli en fazla olan bölgeleri Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgeleridir. Ülkenin brüt güneş enerjisi potansiyeli, 88 milyon ton petrole eşdeğerdir. Bu değer %40’ı kullanılabilir nitelikte olup, bu değer  $\frac{3}{4}$ ’ü ısı kullanımına, kalan kısmı ise elektrik üretmeye uygundur. Türkiye henüz bu potansiyelin sadece 2/100 000’sini kullanmaktadır. Ülke genelinde

yıllık ortalama güneş enerjisi 1315 kWh/m<sup>2</sup>'dir. Türkiye'nin tüm yüzeyine gelen yıllık enerji miktarı 1025-1012 kW saat ile ülkede 1996 yılında üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 11000 katına eşittir (Eskin, 2006: 3).

Türkiye'de henüz devlet destekli PV programları olmamasına rağmen, bu alanda çalışmalar devam etmektedir. 1988 yılında foto-voltaik güçle çalışan su pompalama sistemi İzmir'de ilk defa Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde geliştirilmiştir. 1990'lı yılların sonuna doğru yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak güneş enerjisi foto-voltaik ve güneş enerjisi-termal sistemleri henüz emekleme/demonstrasyon aşamasında olup rekabet edebilir durumda değildir (Balat, 2008:1664).

Enerji arz güvenliği açısından yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi aynı zamanda da çevreye en az zarar veren enerji kaynağı olmasıyla da avantajlı konumdadır. Yeşil enerji olarak da tanımlanan yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin artması, üretim maliyetlerinin azaltılarak rekabet edebilir bir seviyede tüketiciye ulaşmasına bağlıdır. Devletin bu alanda Ar&Ge faaliyetlerini ve uygulamalarını kamu kurumları ve üniversiteler aracılığı ile yapması veya özel sektöre sübvansiyon, vergi indirimleri ve teşvikler gibi destek sağlayacak enerji politikaları geliştirmesi gereklidir (Balat, 2008:1665).

#### **3.1.4.4. Rüzgâr Enerjisi**

Rüzgâr enerjisinin, özellikle, elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılması gelişmiş ülkelerde artık tartışılmaktan çıkmış, uygulamaya konulmuştur. 2005 yılında çıkarılan, Yenilenebilir Enerji Yasasından sonra Türkiye'de rüzgâr enerjisi teknolojisi dikkatleri çekmeye başlamıştır. 2008 yılı verilerine göre; rüzgâr enerjisi potansiyel yaklaşık 8 GW'ı verimli, 40 GW'ı orta düzey verimli olmak üzere toplam 48 GW olarak açıklanmıştır. ETKB, 2010-2014 Stratejik Planında rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2015 yılına kadar 10.000 MW'a çıkarılması, Elektrik Enerjisi Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde 2023 yılına kadar 20 GW kurulu kapasiteye ulaşılmasını hedeflemiştir. Rüzgâr potansiyelini ancak son dönemde değerlendirmeye başlayan Türkiye, 2009 sonu itibariyle yaklaşık 900 MWlık, 2010 yılı sonu itibariyle ise 1,320 MW'a yakın toplam kurulu güce ulaşmıştır (Gökçek ve Genç, 2009:3; ETKB, 2011).

Haziran 2005 itibariyle toplam 1409 MW'lık enerji üretimi için 38 firma EPDK'dan lisans aldığı düşünüldüğünde rüzgâr potansiyelinin çok az bir oranda

kullanılmaktadır. 2007 yılı itibariyle 18,9 MW gücünde rüzgâr santrali işletilmektedir ve EPDK tarafından açılan başvurularda 78.000 MW'a kapasiteye yakın başvuru yapılmıştır. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli hedefleri ve yatırımcıların iştirakiyle rüzgâr enerjisi kurulu gücünün hızla artması beklenmektedir. Rüzgâr enerjisi santrallerine yönelik yatırımcı ilgisi özellikle son lisans başvurularının alındığı dönem olan 01.11.2007 tarihinde 78 GW gibi rekor düzeyde gerçekleşmiş, ancak bu sayı bağlantı kısıtları ve aynı sahaya yapılan lisans başvuruları doğrultusunda 40 GW'ın altına düşmüştür. Aynı sahaya yapılan birden çok başvurunun değerlendirilmesine ilişkin yarışma mevzuatının çıkarılması, bağlantı için trafo kısıtları getirilmesi ve başvuruların bu kısıtlar doğrultusunda değerlendirilmesi ve benzeri unsurlarla geçen oldukça uzun bir sürecin sonunda 01.11.2007 tarihinde alınan başvuruların değerlendirilmesiyle 2010 Aralık itibariyle bu gruptaki başvurulara ilk lisans verilmiş ve ilk yarışma ihalesi 2011 yılı Şubat ayında açılmıştır (ETKB, 2011).

Türkiye'de rüzgar enerjisinin kullanılması amacıyla yönelik olarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Rüzgâr Atlası'nı Şubat 2003 içinde yayınlamıştır. Bundan sonraki yıllarda Türkiye, rüzgâr potansiyeline yatırım yaparak hem ithal enerjiye harcadığı döviz tasarruf edecek ve hem de fosil yakıtların çevreye vereceği zarardan kurtulma fırsatı yakalayacaktır. Yerli enerji kaynaklarına yatırım yapılması, enerji arz güvenliğini olumlu yönde etkileyen bir faktördür (Altaş, 1998: 65).

#### **3.1.4.5. Jeotermal Enerji**

Türkiye, dünya jeotermal enerji potansiyelinin 1/8'ne sahip bir ülke olarak jeotermal enerji kullanımında önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkede 31500 MW'lık jeotermal potansiyel ile dünyada ilk 10 ülke arasında, jeotermal kullanımıyla dünya'da 5. Avrupa'da 1. sırada yer alan bir ülke olarak, jeotermal enerjide dünyadaki zengin ülkeler arasında yer almaktadır. Dünya toplam elektrik kurulu gücü 8274 MW'e iken, Türkiye'de jeotermal enerji kullanımı, elektrik üretimine yönelik yüksek sıcaklıklı sahalar bulunmasına rağmen, üretim 20,4 MW'e gibi düşük bir seviyededir. Türkiye'de az sayıda da olsa yüksek entalpili jeotermal alanlar da keşfedilmiştir. Türkiye toplam 1000 dolayında sıcak ve mineralli su kaynağı ve jeotermal akışkan çıkan kuyu noktası vardır ve bilinen jeotermal alanların %6'sı elektrik üretimi %94'ü ise doğrudan

kullanım ve ısıtmaya uygundur. Ancak ülkede halen jeotermale dayalı elektrik üretiminde arama yapılmış 10 kadar jeotermal sahadan mümkün olan elektrik üretimin yeterli düzeye ulaşamadığına vurgu yapılmaktadır (EİEİ,2010-a).

Türkiye’de 2009 yılı itibariyle, jeotermal elektrik santrali kapasitesi 82.65 MWe ile 17.2 MWe olan iki santralin yapımı devam etmektedir. Mevcut sahalar içinde elektrik üretimine uygun, kanıtlanmış jeotermal elektrik üretim kapasitesinin 570 MWe olduğu ifade edilmektedir (Gökçen,2009:48).

Türkiye’nin zengin jeotermal potansiyelinin tamamının harekete geçirilmesi halinde, entegre kullanımla birlikte yıllık ısıtma amaçlı 500.000 konutun eşdeğeri ısıtma kapasitesi için kullanılan 1 milyar m<sup>3</sup> doğalgazın ithali önlenmiş olacaktır. Bunun yanında 400 adet termal tesisin ısıtma ve tedavi amaçlı jeotermal enerji kullanımı ile yılda toplam 6,8 milyar \$ net gelir sağlanacaktır (EİEİ, 2010-a).

Nihai hedef olarak halen sınırlı oranda kullanılan 7700 MW jeotermal enerji potansiyelinin merkezi jeotermal ısıtma sistemlerinin 1,3 milyon konuta ulaşması beklenmektedir. Türkiye’de toplam 2268 MW jeotermal enerji potansiyelinin 1229 MW’ı elektrik üretimi ve termal ısıtma talebini karşılamak için kullanılmaktadır. Şu anda Gönen, Simav ve Kırşehir gibi il ve ilçelerde merkezi termal ısıtma sistemlerinin kullanıldığı 26 tane sistem çalışmaktadır. Ülkede jeotermalden evlerin ısıtılması, sera tarımında ve SPA ve termal merkezlerde kullanılmaktadır. Türkiye’nin 2010 yılında jeotermal enerjiye dayalı ısıtma hedefi 500.000 konut eşdeğeri 3500 MWt, kaplıca kullanımı ise 895 MWt’dır. Bu hedeflere ulaşmak için jeotermal enerji kullanımı teşvik edilmesi ve tanıtımının yapılması gerekmektedir. Türkiye’de mevcut şartlarda, 2010 yılı hedefi 500 MW ve 2020 yılı hedefi 1000 MW olarak öngörülmektedir (EİEİ, 2010-a).

#### **3.1.4.6. Dalga Enerjisi**

Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeri ise deniz enerjisi, deniz dalgası enerjisi, deniz suyu sıcaklık farkıyla oluşan enerji, deniz akıntısı enerjisi ve dalga enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Türkiye coğrafi konumu gereği gelgit enerjisi potansiyeline sahip değildir. Ülkedeki dalga ve akıntı enerjisi teknik olarak deniz dalgası enerjisi potansiyeli toplamı 9000 MW ve elektrik üretim kapasitesi ise yıllık 18 TWh olarak ölçülmüştür (Özgür, 2008:2351). Ancak, yasal ve kurumsal altyapı ve

ekonomik ve teknik imkânlar açısından bu konuda kayda değer bir çalışma başlatılmamıştır.

Türkiye’de dalga, akıntı, gel-git enerjilerinden elektrik üretimi lisansı bulunmamaktadır. TBMM Enerji Komisyonu, Haziran 2009 tarihli açıklamasında İstanbul ve Çanakkale boğazlarındaki akıntıların 450 MW’lık enerji potansiyeline sahip olduğunu açıklamıştır ETKB, Strateji Belgesi'nde dalga enerjisi kaynağına yönelik hedef açıklamamıştır. Yenilenebilir Enerji Kanununda da bu tür enerjiye dayalı elektrik üretimi tanımlanmış olmakla beraber herhangi bir sabit tarife rakamı belirtilmemiştir. Bu nedenle Türkiye’nin bu kaynaklara kısa vadede geçiş yapmayacağı tahmin edilmektedir (ETKB, 2010-a).

Türkiye’de özellikle 1990’lı yıllarla birlikte hidro elektrik, jeotermal ve güneş enerjisi kullanımı artmıştır. Ancak sistem içinde doğal gazın yaygın tüketiminin artması nedeniyle; yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji tüketimi içindeki oranı azalmıştır. Dünya genelinde uygulanan ve yenilenebilir enerjiye ağırlık verilmesini hedefleyen politikalar çerçevesinde, zaten yenilenebilir enerjiyi kullanan bir ülke olarak Türkiye’nin konumu daha da güçlenmektedir.

Türkiye’de geçen 40-50 yıl içinde, birincil enerji üretimi 1960 yılındaki 9,37 milyon Tep’den 2006 yılında 26,3 milyon Tep ile iki katına çıkmıştır. 2030 yılında ise bu rakamların nükleer ve hidroelektrik ile 66 milyon Tep olması tahmin edilmektedir. Ülkede elli yıl öncesine kadar birincil enerji kaynaklarının 2/3 ‘ü hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji kaynakları geri kalan 1/3’ü ise kömürden oluşmaktaydı. Türkiye son dönemde geniş potansiyeli olan yenilenebilir enerji kaynaklarını yeniden keşfetmiştir. Ancak ülkede ekonominin büyümesi ve kalkınma için yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı artmasına rağmen, petrol ve hidroelektrik önemini devam ettirmektedir (OME, 2008:321).

Türkiye, yenilenebilir enerjide önemli bir potansiyeli olmasına karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme konusunda henüz kayda değer bir gelişme gösterememiştir. Toplam birincil enerji üretiminde, yenilenebilir enerjinin katkısı yetersizdir. 21. yüzyılda enerji sisteminin en önemli sorunlarından biri olan enerji arz güvenliği sorununa, enerji çeşitlendirmesi açısından çözüm olacak olan yenilenebilir kaynaklar, nitelikleri ve maliyet itibariyle, alternatifleriyle rekabette zorlanmaktadır.

Orta vadede rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisine, gelişme potansiyeli taşıyan kaynaklar olarak, yeni enerji programlarında yer vermeye başlanmıştır.

### 3.1.5. Nükleer Enerji

Küresel enerji piyasalarında farklı enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı enerji karışımını oluşturan bileşenler ve karışımdaki oranları ekonomik, çevresel, teknolojik ve politik ölçütlere göre belirlenmektedir. Kaynaklardan optimum seviyede fayda elde edilmesi, toplam maliyetlerin azaltılması, olumsuz çevresel etkilerin azaltılması, güvenilirliği ispatlanmış ileri teknolojilerle, ulusal ve küresel politikalara uyumlu olması en önemli ölçütlerdir. Tüm enerji seçenekleri için geçerli olan bu ölçütler, enerji arz güvenliği açısından, küresel enerji yapısının geleceğini ve izlenecek stratejileri belirlemektedir (ETKB, 2010).

Küresel enerji politikalarında, nükleer enerjinin, ekolojik dengeyi tehdit eden çevre kirliliği ve küresel iklim değişikliği tehdidinde karşı, özellikle de gelişmiş ülkelerdeki politikaların sürdürülebilirliğini sağlamada önemi giderek artmaktadır. Enerji arz güvenliğinin sürdürülebilir olabilmesi, öncelikli olarak enerji ihtiyacının karşılanmasında, kısıtlı yenilenebilir enerji üretimi ve ithalata dayalı enerji kaynakları nedeniyle, yüksek teknolojiye dayalı, çevreci nükleer enerjiye geçilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Elektrik üretiminde arz kesintisi riskine karşı, nükleer santrallerin, termik ve hidroelektrik santrallere göre daha güvenli olduğu savunulmaktadır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarındaki gelişmelerin yanında, alternatif olarak nükleer enerji yatırımlarına yönelik projeler de hız kazanmaya başlamıştır (TEK, 2010).

Nükleer enerjide, tesislerin ekonomik performansı, terörizm, güvenli üretim, atık sorunu endişeleri, toplumda kabul görmesi ve bu tür sorunların çözümünde; teknolojik, ekonomik maliyet faktörleri yanında süregelen sosyal ve siyasî tercihler önemli rol oynamaktadır. Nükleer enerji ekonomisini karakterize eden faktörler (Toth ve Rogner 2006:2);

- İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması,
- Uzun planlama dönemi ve işletme ömrü,
- Düşük yakıt, işletme ve bakım maliyetleri,
- Radyoaktif atıkların idaresi, depolanması ve gerektiğinde nükleer santralin sökülmesi,



olarak belirlenmiştir. Nükleer enerjinin, Tablo 3.14.'de görüldüğü gibi özellikle %60 gibi çok yüksek oranda olan başlangıç yatırım maliyetlerini amorti ettiği andan itibaren, serbest piyasada rekabet edebileceği ifade edilmektedir. Nükleer santrallerle karşılaştırıldığında, yenilenebilir kaynaklı santraller (rüzgâr ve hidroelektrik gibi) yüksek yatırım maliyeti ve birim enerji başına düşük üretim fiyatı açısından nükleer enerji ile benzer özellikler göstermektedir. Doğal gaz santralleri düşük yatırım ve yüksek yakıt maliyeti, kömür santralleri ise orta yatırım ve yakıt maliyeti ile nükleer santrallerden farklıdır. Fosil yakıtlı santrallerin bir diğer farkı, yaygın kullanımı ile yakıt fiyatlarındaki değişimlere karşı üretim maliyetinin oldukça duyarlı olmasıdır.

**Tablo 3.14. Nükleer Elektrik Üretim Maliyeti Bileşenleri ve Oranları**

Yatırım Maliyetleri (%60)	İşletme ve Bakım Maliyetleri (%20)	Yakıt Maliyetleri (%20)	Söküm Maliyetleri (%1-5)
Tasarım İnşaat Büyük yenileme Güvenliği düzenleyici onay maliyetleri	İşletme ve personelin, eğitim, emniyet, sağlık ve güvenliği,  İşletilen atığın idaresi ve depolanması	Yakıt çevrimi ile ilgili satın alma, Uranyum dönüştürülmesi ve zenginleştirilmesi, Yakıt imalatı, Kullanılmış yakıtın iyileştirilmesi ve yeniden işlenmesi, Nihai depolanması ve taşınması gibi maliyetleri içerir.	Tesis kapatıldıktan sonra bölge tamamen tahliye edilene kadar olan bütün maliyetleri Söküm esnasındaki radyoaktif ve diğer katı atık maliyetler

Kaynak: TAEK, 2010

Nükleer enerjinin, teknolojik gelişmesi ve kamuoyu desteği almasının önündeki engeller ve dezavantajlar, çevre boyutu ile ilgilidir. İşletme güvenliğini mutlak şekilde garantileyecek teknolojik gelişmenin sağlanamamış olmasından kaynaklanan kaza riski ve güvenliği iyileştiren sistemlerin, maliyetleri artırarak, ekonomik rekabet gücünü azaltması ve kullanılmış yakıtların depolanmasıyla ilgili radyoaktif atık sorunudur.

Bunun yanında yine çevre açısından, normal işletme koşulları altında çalışan nükleer reaktörlerin dışarıya verebilecekleri en fazla radyoaktivite, normal doğal radyasyon seviyesinin %0,1-1'i ile sınırlandırılması ve pratikteki durum ise bu sınırların da altında olması bir avantaj sağlamaktadır. Nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren nükleer reaktörler/santraller, çevreye etkisi bakımından tercih edilmesi

gereken bir seçenek olarak görülmektedir (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu [TAEK] 2010).

**Tablo 3.15. 2010 Yılı Elektrik Üretim Maliyetleri (ABD cent/kws)**

Ülkeler	Nükleer	Kömür	Gaz
Finlandiya	2,76	3,64	-
Fransa	2,54	3,33	3,92
Almanya	2,86	3,52	4,90
Çek Cumhuriyeti	2,30	2,94	4,97
Slovakya	3,13	4,78	5,59
Romanya	3,06	4,55	-
Japonya	4,80	4,95	5,21
Kore	2,34	2,16	4,65
ABD	3,01	2,71	4,67

Kaynak: TAEK, 2010

Nükleer enerjide, serbest piyasada satılan elektrik fiyatına, nükleer elektrik üretim maliyeti, radyoaktif atık idaresi ve depolama maliyetleri gibi bazı dışsal maliyetler de dahildir. Üretim maliyetleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Sadece Fransa'da bu maliyetlere aynı zamanda nükleer kullanımının halk sağlığına etkilerini içeren maliyetler dahil edilmektedir. Nükleer enerji kullanan ülkelerde, Tablo 3.15'te de görüldüğü gibi, nükleer elektrik enerjisi üretim maliyeti, kömür ve doğal gaz maliyetlerinden daha azdır.

Türkiye, gelişmekte olan bir ülke olarak enerji talebi hızla artan, fosil yakıtlara dayalı enerji kaynakları potansiyeli zayıf, dolayısıyla birincil enerji arzında dışa bağımlı bir ülkedir. Yenilenebilir enerji potansiyeli açısından görece zengin bir potansiyeli olmasına rağmen, dünyada henüz yeni gelişmekte olan yenilenebilir enerji araştırma-geliştirme çalışmaları ve teknolojisine ve dolayısıyla da rekabet gücüne sahip değildir. Nükleer enerji, yaklaşık 50 senedir elektrik enerji üretiminde seçeneklerden biri olarak görülmüş ve nükleer teknolojinin ülkeye getirilmesi ve ondan faydalanılması üzerinde hem bilimsel ve teknik, hem de siyasî alanda çalışmalar yapılmıştır. Türkiye, ileri

teknoloji uygulamalarında kullanılan 380.000 ton toryum rezervi ile dünyadaki bilinen rezervlerin %54'ne sahiptir. Ülkedeki bilinen uranyum rezervi, 3.000 MW kapasiteli bir nükleer santralin 25 yıllık yakıt ihtiyacını karşılamaya yetecek bir miktar olan, yaklaşık 10 000 ton kadardır. Nükleer enerji, ülkenin yerli enerji kaynağı ihtiyacını karşılayacak niteliklere sahip bir alternatif olarak görülmektedir (Kılıç, 2008:1076).

Türkiye'de nükleer enerji alanında yapılan faaliyetler eğitim, AR-GE çalışmaları, yasal ve mevzuat çalışmaları ve enerji üretim çalışmaları olarak ikiye ayrılabilir. Türkiye, 1955 yılında 1. Cenevre Konferansını takiben ABD ile ‘‘ Nükleer Enerjinin Barışçıl Amaçlarla Kullanılmasına Dair İşbirliği Anlaşması ’’nı imzalayan ilk ülkelerdendir. 1956 yılında İstanbul Üniversitesi ile İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) bünyesinde oluşturulan nükleer araştırma merkezi (Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi-ÇNAEM) bünyesinde bir araştırma reaktörü kurulması için ortak bir komite oluşturulmuştur (TAEK, 2010).

1956'da 6821 sayılı yasayla Atom Enerjisi Komisyonu (AEK) kurulmuş ve ülkede üniversiteler tarafından yürütülen nükleer faaliyetler, AEK'ya devredilmiş ve üniversiteler bünyesindeki komite lağvedilmiştir. Ülke, 1957 yılında çıkan 7015 sayılı yasayla Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na (UAEA) üye olmuştur. 28 Ekim 1960 tarihinde ise ‘‘Nükleer Enerji Alanında Hukuki Mesuliyete Dair Paris Sözleşmesi’’ imzalanmış ve bu sözleşme 8 Mayıs 1961 tarihinde 299 sayılı yasayla onanmıştır.

AEK, 1982'de çıkarılan 2690 sayılı yasayla, doğrudan Başbakan'a bağlı olarak nükleer faaliyetleri yürütmek üzere, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) kurumuna dönüştürülmüştür. 1992'de enerji raporunda ülkenin enerji üretim kaynaklarını çeşitlendirmesi gerektiği ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın talep ve yatırım tahminleri göz önüne alındığında, 2010 yılında muhtemel bir enerji krizine karşı, en iyi alternatifin nükleer enerji seçeneği olacağına vurgu yapılmıştır. Enerji Bakanlığı 1994 yılında, nükleer enerji konusunu yeniden gündeme getirmiş ve Ekim 1996'da Akkuyu Nükleer Santrali için ihale açılmıştır (TAEK, 2010).

2006 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Başbakan Recep Tayyip Erdoğan'ın Türkiye'de ilk nükleer enerji santralının Karadeniz kıyılarında Sinop'ta kurulacağı bilgisini teyit eden bir açıklama yapmıştır. Titiz bir şekilde yapılan çalışmalar sonunda, belirlenen yerin 1800 MW güç kapasitesi ile 2700 milyar dolara mal olacağı ve 2014 yılında faaliyete geçeceği ilan edilmiştir. Mevcut hükümet

toplamda 5000 MW kapasiteli üç yeni tesisi faaliyete geçirmek ve gelecek 30 yıl zarfında yeni nükleer tesisler kurmayı hedeflemektedir (ETKB, 2011).

Türkiye, son yıllarda yoğun enerji talebi ile gelişen bir ülke olarak, nükleer enerjiyi gündemine taşımış ve enerji arzı güvenliği açısından; uluslararası piyasalarda yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalardan en az zarar görmesi ve ülke çıkarlarının korunması için nükleer enerjiyi alternatif olarak kullanması gerektiğine karar vermiştir. 2009 yılında Devlet Planlama Teşkilatı, Yüksek Planlama Kurulu'nun kararı ile ETKB'nın gönderdiği Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesinde; *“elektrik enerjisi üretiminde nükleer santrallerin kullanılması konusunda başlatılan çalışmaların devam etmesi ve 2020 yılına kadar nükleer santrallerin elektrik üretimindeki payının en az %5 olması ve uzun vadede bu oranın daha da artırılmasını”* hedef belirlemiştir (ETKB, 2009).

Nükleer santrallerin kurulmasında yer seçimi de önemli bir konudur. Deprem, güvenlik, çevre, nüfus, su kaynaklarına erişebilirlik gibi 43 kriteri gözetererek yapılan etütler yanında; mevcut enerji iletim hatlarına yakınlık ve sisteme bağlanma açısından da Karadeniz, Akdeniz ve Trakya bölgelerinde öncelikli etütler yapılmıştır. Tekirdağ ve Edirne'nin İstanbul ve Marmara bölgesinin sanayisine kolay ve yakın enerji temini açısından gündeme alınmıştır. Akkuyu, Sinop İnceburun, Çilingöz Çiftliği, Lizne Burnu, Tuzağazı Kefken (Adapazarı), Muda Burnu gibi bölgeler daha önceki ihalelerde nükleer risk değerlendirmelerinde olumlu not alan yerler arasındadır.

ETKB, ülkede elektrik enerjisi arz ve talep projeksiyonlarına göre, 2015 yılından başlayarak yaklaşık 5.000 MW gücünde nükleer santral kapasitesinin işletmeye alınması planladığını açıklamıştır. Bu amaçla 2007 yılında 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun çıkartılmıştır. Nükleer güç santrallerinin kurulmasına ilişkin süreçte 12 Mayıs 2010'da Türkiye ile Rusya Federasyonu arasında Mersin-Akkuyu'da nükleer santral yapımına ilişkin hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır (ETKB, 2009; IEA, 2009:39).

Nükleer enerji üretimi amacıyla *“Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde Akkuyu Sahası'nda bir Nükleer Güç Santrali'nin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma”*nın imzalanması ve ilgili Kanunun Resmi Gazete de yayımlanmasından sonra 14 Aralık 2010 tarihi itibarıyla da Akkuyu NGS Elektrik Üretim A.Ş. kurulmuştur. Anlaşmaların

yürürlüğe girmesinden sonra, Rus heyeti ile Türk tarafı arasında "*yol haritası*" konulu görüşmeler 17 Ocak 2011 tarihinde ETKB'de başlamıştır. Kamu kurum ve kuruluşları temsilcilerine "*yol haritası*" ile ilgili bilgilendirme toplantıları yapılmıştır. Mersin-Akkuyu'da kurulması planlanan Türkiye'nin ilk nükleer santralının lisansı alınmış, Sinop için lisanslama çalışmaları ise devam etmektedir (EPDK, 2011).

Türkiye'de nükleer enerji kullanımına geçilmesinin sonuçlarına ilişkin geliştirilen senaryolara bakıldığında, nükleer enerji kullanımına ilişkin mevcut hükümetin yeni teknolojilerle kurulacak santraller için ABD, Japonya, Çin, İngiltere gibi nükleer teknoloji üreten ülkelerle, teknoloji transferi ve maliyet tahminleri ile ilgili görüşmeleri devam ederken, Japonya'da yaşanan deprem ve tsunami ertesinde hükümet, görüşmeleri ertelendiğini açıklamıştır. Türkiye'de hükümetin yaptığı açıklamalara göre; 2015 yılından itibaren Türk enerji sistemine katılacak olan altı yeni nükleer ünite, çok küçük değişiklikler yapılarak devreye girecek ve petrol, kömür, linyit ile çalışan üretim üniteleri ve doğal gaz çevrim santrallerinin (CCGT) yerini alacaktır. Bu gelişmeler doğrultusunda 2015 yılında ülkede nükleer enerjinin de kullanılmaya başlanması beklenmektedir. Nükleer ünitelerin devreye girmesiyle, elektrik üretiminde kullanılacak doğal gaz talebi ve çevreye zararlı gazların emisyonunda da azalma yaşanacaktır (OME, 2008:317; ETKB, 2011).

Türkiye'nin nükleer enerji alternatifine başvurmadan önce, hâlen %36 olan ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyelini değerlendirme oranını, AB'deki gibi %72'ler seviyesine, çıkararak hidroelektrik enerjiden en üst düzeyde yararlanması ve hidroelektrik santraller yapılmasına öncelik vermesi gerektiği tartışma konusudur. Zira dünyada nükleer enerjiyi ilk ve en yoğun kullanan ülkelerden olan Fransa, 1970'li yıllarda yaşanan petrol kriziyle enerji arzı güvenliğini artırmak için nükleer enerjiye yönelmeden önce kendi hidroelektrik enerji kaynak potansiyelini sonuna kadar kullanmıştır.

### 3.2. TÜRKİYE’DE ENERJİ POLİTİKALARI

Enerji, hayatı kolaylaştıran ve yaşam konforunun devam ettirilmesini sağlayan, ekonomik ve sosyal gelişiminin en temel gereksinimlerinden biridir. Dünya enerji tüketimi; nüfus artışına, sanayileşmeye ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, hızla artmaktadır. Bu nedenle yönetimde söz sahibi olanlar, enerjiyi “*kesintisiz, güvenilir, temiz ve ucuz yollardan bulmak*” ve stratejik nedenlerle bu kaynakları da mutlaka çeşitlendirmek durumundadırlar. Etken bir planlama, enerji güvenliğini sağlamada, en önemli ilk adımdır.

Bu bölümde Türkiye’nin enerji arz güvenliği riskleri ve söz konusu riskleri azaltmak için bugüne kadar uygulanan politikalar ele alınacaktır. Öncelikle Türkiye’de enerji sektörünün ve enerji politikalarının kısa tarihsel süreci ve bu süreci etkileyen yaklaşımlara değinilecektir. Küresel enerji piyasasında değişen koşullar ve 1980’li yıllarda dışa açılma ve açık ekonomi politikalarının ardından gelen enerji sektöründe serbestleşme hareketleri ve 1999 yılında başlayan AB adaylık süreci enerji politikalarının oluşumunda önemli bir faktör olmuştur. Son olarak enerji arz güvenliğini sağlamada, mevcut Hükümetin getirdiği yeni politika, enerji sektöründe yeni yaklaşımlara ve uygulamalara kapı açmıştır. Bu nedenle konunun sistematik olarak daha iyi anlaşılması için enerji politikaları; enerji sektörünün ve enerji politikalarının kısa tarihsel süreci ve bu süreci etkileyen 1999 öncesi süreç, 1999-2002 arası süreç ve 2002-2010 süreç olarak üç bölümde incelenecektir.

#### 3.2.1. Enerji Sektöründe 1999 Öncesi Süreç

Enerji politikalarını belirleyen temel faktörlerden bazıları; nüfus artışı, ekonomik performans ve teknolojik gelişme, ithalat, ihracat ve tüketici tercihleridir. Dünya enerji piyasasındaki gelişmeler ve hükümetlerin enerji sektörü politikaları, gelecekteki enerji üretim ve tüketim alışkanlıklarının yapısı ve düzeyini belirlemektedir.

Türkiye’nin, ekonomik büyüklüğü ve tüketim yapısı itibariyle tarım ağırlıklı olmasına ve ülkenin aktif nüfusun 1/3’ü hâlâ tarım sektöründe istihdam edilmesine rağmen, tarımdan sanayi ve hizmetler sektörüne önemli bir kayma yaşanmaktadır. Türkiye’de 1970’li yıllarda ekonomik ve sosyal kalkınma düzeyi ile birlikte özellikle elektrik enerjisinde hızlı bir talep artışı gözlenmektedir. (OME, 2008:321).

Ülkede elli yıl öncesine kadar birincil enerji kaynaklarının 2/3'ü hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarından; 1/3'ü ise kömürden oluşmaktaydı. Ekonomik büyüme ve kalkınma ile yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı düşerken, petrol ve hidroelektrik enerji kaynağı önem kazanmıştır. 2009 yılında enerji tüketim yapısı içindeki fosil yakıt ağırlığı değişmemiştir ve yakın gelecekte de değişmesi beklenmemektedir.

Türkiye, elektrikle ilk defa 1902 yılında Mersin'de tanışmıştır. O dönemde, Tarsus Belediyesi'nde çalışan Avusturyalı Dörfler tarafından, Berdan Nehri Bentbaşı mevkiinde kurulan hidroelektrik santral ile üretilmeye başlanan elektrik ilk defa burada kullanılmaya başlanmıştır. İstanbul Silahtarağa'da 1914 yılında kurulan santralden üretilen elektrik, öncelileri saray aydınlatması ve tramvayların çalıştırılmasında; daha sonraları sokak aydınlatmasıyla elektrik tüketimi ve dağıtım hizmetlerinde kullanılarak yaygınlaştırılmıştır.

İkincil enerji türü olan elektrik enerjisi, depo edilememesi özelliği nedeniyle, talebin olduğu anda, talebi karşılayacak kadar üretilmek zorundadır. Talep ve arzın eşzamanlı yapılması zorunluluğu, elektrik enerjisi sektörünün bir kamu hizmeti olarak kabul edilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle (Kırıkkale MKE, Gölcük Tersanesi, Sivas TCDD, Karabük Demirçelik, İzmit Seka gibi) birçok kamu ve yerli özel kesim kuruluşları elektrik ihtiyaçlarını kendileri karşılama yoluna gitmişlerdir. Devlet yabancı şirketlerin imtiyazlarını satın almış ve bu hizmetlerin yürütülmesi için özel yasa ile İstanbul, Ankara, İzmir gibi üç büyük şehirde belediyelere bağlı, ayrı İETT, EGO, ESHOT Genel Müdürlükleri kurulmuştur. Diğer şehirlerde bu hizmetler, Belediyelerin içindeki hizmet birimlerinde yürütülmüştür (EİEİ,2009).

Elektrik hizmetlerinde kamunun ağırlık kazanması, yeni bir kurumsal yapılanmayı gerekli kılmış ve bu süreçte;

- 1933 yılında Nafia Vekaleti Şirketler ve Müesseseler Reisliği,
- 1935 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Direktörlüğü (EİE),
- 1935 yılında Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) ile ETİBANK Genel Müdürlüğü,
- 1945 yılında İller Bankası Genel Müdürlüğü,
- 1954 yılında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) kurulmuştur.

1929 Büyük Buhranı, tüm dünyada devletin ekonomik ve sosyal alanda destekleyici ve düzenleyici rol kazanmasını savunan Keynesyen iktisadi görüşün öne çıkması ve özellikle II. Dünya savaşıdan sonra Avrupa’da sosyal devlet anlayışına dayalı politikaların geliştirilmesine neden olmuştur. Türkiye’de de Keynesyen yaklaşımın sonucu olarak Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. 1954-60 yılları arasında Kamu ortaklığı ile bazı özel şirketler hidroelektrik santrallerinin işletme faaliyetlerini sürdürmüşlerdir. Ancak bu durumun hizmetlerde koordinasyonu ve planlamayı güçleştirdiği ve gelişmeyi yavaşlattığı gerekçesi ile 1970 yılında TEK kurulmuştur.

1980’li yıllar ekonomilerin liberal politikalara döndüğü yıllar olmuştur. Neo-liberal politikalar, finansman ve sermaye piyasalarında ve ticarete devletin düzenleyici rolünün ortadan kalkması, temelde sermayenin büyümesi ve sermayenin özgürleşmesi gerektiğini savunmuşlardır.

1984 yılında 3096 sayılı yasa ile TEK’in elektrik üretim, iletim ve dağıtım hizmetlerindeki tekel hakkı, kaldırılarak yerli ve yabancı özel şirketlerin de sektörde yer almasına izin verilmiştir. 1985 yılında dağıtım hizmetleri Belediyelerden alınarak TEK’e bağlanmıştır. 1994 yılında TEK’in faaliyeti sona erdirilerek Türkiye Elektrik Üretim İletim AŞ (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) olarak iki farklı kuruma dönüştürülmüş ve elektrik üretim ve iletim hizmetleri ile dağıtım hizmetleri fiilen ayrıştırılmıştır.

2000 yılında, Türkiye’de mevzuatın Avrupa Birliği (AB) müktesebatına uyumlu hale getirilmesi ve sektörde yeniden yapılandırma çalışmaları başlatılmıştır. 2001 yılında Hükümet tarafından “*Ekonomik İstikrar ve Enflasyonla Mücadele Programı*” çerçevesinde TEAŞ’ın özelleştirilmek üzere yeniden yapılandırılması kararlaştırılmıştır. Temel amaç, elektrik enerjisi sektörünün yeniden yapılandırılması, elektrikte serbest piyasa sistemine geçilerek serbest 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 özelleştirilmesidir. Bu süreçte; 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa dayanılarak 2001/2026 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı gereği TEAŞ; Türkiye Elektrik İletim AŞ (TEİAŞ), Elektrik Üretim AŞ (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt AŞ (TETAŞ) unvanlarında, anonim şirket



statüsünde, üç ayrı iktisadi devlet teşekkülü şeklinde teşkilatlandırılmıştır (Türkiye Elektrik İletim A.Ş [TEİAŞ] 2011).

Türkiye’de 2009 yılı, enerji tüketim yapısında petrol, doğal gaz ve kömürün yaklaşık oranlarda seyrettiği gözlenmektedir. Hidroelektrik enerji kaynağı %4 iken hidroelektrik olmayan yenilenebilir kaynakları yaklaşık, (en yüksek oranda biyokütle olmak üzere) %7 seviyesindedir (TEİAŞ, 2009).

Türkiye’nin enerji tüketiminde ithalat bağımlılığının %74 gibi yüksek bir oranda olmasında en önemli faktör olarak, kapsamlı bir politika ile enerji yatırımlarına gereken önemin verilmemesi gösterilmektedir. 1980-89 döneminde enerji yatırımlarının toplam sabit yatırımlar içindeki payı %12 iken, 1990 sonrasında bu oran %5’in altına düşmüştür. 1990 başında Türkiye, tüketiminin %49’u kendi kaynaklarıyla sağlarken, izleyen yıllarda tüketim artmasına rağmen, enerji üretiminde yerli kaynak artışı olmamıştır. 1995 yılında ham petrol, doğal gaz, elektrik, kömür gibi enerji kaynakları ithalatına ödenen 4,6 milyar doların toplam ithalât içindeki payı %13 iken, 2000’de enerji ithalatının payı 9,5 milyar dolar ile %17,5’a çıkmıştır. 2010 yılında bu oran %20’ler seviyesine çıkmıştır (EPDK, 2011).

Enerjide en iyimser tahminle, 2020 senesinde birincil enerji kaynaklarına dayanan toplam yerli enerji üretiminin 70.238 milyon Tep; enerji tüketiminin ise 298.448 milyon Tep olacağı beklenmektedir. 2020 yılında Türkiye, üreteceği birincil enerji kaynaklarını büyük oranda ithal etmek zorunda kalacak; yani üretiminin tüketimi karşılama oranı %24’lerden daha aşağıya düşecektir. İkincil kaynak olan elektrik enerjisi üretimine bakıldığında elektrik üretiminde yerli hidroelektrik kaynakların yerini hızla ithal doğal gazla çalışan elektrik santrallerinin aldığı görülmektedir (ETKB, 2011).

### **3.2.2. AB Adaylığı ve 1999-2002 Süreci**

Türkiye’nin enerji politikaları, son on yıllık döneme kadar, kısa vadede artan enerji talebini karşılamaya yönelik ilave enerji arzını garantilemek için oluşturulan arz yönlü bir yaklaşıma dayanmıştır. Türkiye, 1999 yılında AB aday ülke statüsü aldığı tarih itibarıyla, AB enerji müktesebatına uyum çalışmaları doğrultusunda “*AB Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı*” uyum çalışmalarını başlatmıştır (Şahiner, 2010:9). Bu bağlamda uyum süreci ve yapılması gerekenlerin temel çerçevesi üç alanda toplanmaktadır:

#### **1. Enerji iç pazarına uyum**

- Elektrik ve doğalgaz alanındaki düzenleyici otoritenin bağımsızlığı ve etkinliği,
- Sınır ötesi ticaretin kolaylaştırılması ve kısıtlamaların kaldırılması,
- AB direktifleri kapsamında rekabetçi bir enerji piyasasının oluşturulmasıdır.

### **2. İç pazar dışında kalan AB enerji mevzuatına uyum**

- Mecburi petrol stokları hakkında AB mevzuatına uyum,
- Enerji verimliliğinin artırılması,
- Yenilenebilir enerji kaynakların oranının artırılması,

### **3. Trans Avrupa Şebekeleri enerji yönlendirici ilkeleri kapsamında, ortak çıkarlara hizmet etmek üzere gerçekleştirilen projelerin Türkiye tarafından uygulanmasını teşvik etmek,**

Türkiye, enerji verimliliğini artıracak yabancı yatırımcıları ülkeye çekme ve AB enerji mevzuatına uyum çerçevesinde enerji sektörü altyapısını yenilemeye yönelik bir enerji politikası oluşturmuştur. Elektrik enerjisi sektöründe arz güvenliğinin sağlanması, elektrik üretiminin talebin üzerinde gerçekleştirilmesiyle sağlanmaktadır. Ancak “*depo edilemezlik*” özelliğine sahip olan elektrik enerjisi sektöründe yatırımların kesintisiz ve zamanında yapılması şarttır (WEC, 2010).

1990’lı yıllarda ortalama yıllık, brüt %8,5 olan elektrik enerjisi talep artış hızı, yaşanan ekonomik krizlerin de etkisiyle 2000’li yıllarda %5,1’e düşmüştür. 2008 yılı için elektrik enerjisi talebinin %7,4 oranında artacağı öngörülmüş olmasına rağmen gerçekleşme %4,5 düzeyinde kalmıştır. Elektrik enerjisi talebinin artış hızındaki yavaşlama Eylül ayında görülmeye başlamış ve yılın son çeyreğinde artarak devam etmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, dünyada artan elektrik enerjisi talebini karşılamak için 2030 yılına kadar 20 trilyon dolar tutarında elektrik altyapı yatırımlarına gereksinim vardır. Bu miktarın yarısı tek başına elektrik üretim yatırımları için harcanacaktır. Gelişmekte olan ülkelerde ise bu kadar büyük yatırım olanağı bulunmamaktadır (IEA, 2009).

Türkiye’de 2020 yılına kadar enerji sektörü yatırım ihtiyacı, yetkililerce 120 milyar dolar olarak ifade edilmektedir (EPDK, 2009). Enerji politikası gereği ihtiyaç duyulan yatırımların mümkün olduğunca özel sektör tarafından yapılması teşvik edilmektedir. Elektrik sektöründe 2001 yılından beri uygulanan serbest piyasa modeli gereği kamu yatırımlarına izin verilmemesi ve özel sektörün de yatırım yapamaması

nedeniyle elektrik üretimi, talebi karşılayamaz duruma gelmiş ve elektrik kesintileri riski doğmuştur.

Enerji politikasının belirlenmesinde temel rol oynayan AB üyeliğine aday ülke konumu ve küresel enerji yaklaşımları yanında jeolojik ve sosyo-politik konumu gereği, enerji transferinde doğal enerji koridoru olma çabasıyla Türkiye, küresel enerji projelerinde yer alma çabası içindedir. Özellikle Türkmen Gazı Projesi, Hazar Denizi Projesi, Mavi akım gibi projeler, ülkenin jeopolitik konumunun avantajıyla, hedeflediği ekonomik ve siyasî faydaları sağlayacak önemli projelerden sadece bir kısmıdır. Bunların yanında AB uyum sürecinde ulusal iletim şebekesinin Avrupa iletim şebekesine bağlantısını esas alan UCTE<sup>19</sup> çalışmaları da teknik ve uluslararası siyaseti ilgilendiren projelerdir (Hacısalıhoğlu, 2008:1867; WEC, 2009).

Enerji arz güvenliği, bağlamında son yıllarda, enerji piyasasının rekabete dayalı ve şeffaf bir piyasa anlayışı çerçevesinde yeniden yapılandırılması, yerli ve yenilenebilir kaynak potansiyelinin tespit edilmesi ve kullanımı, elektrik üretiminde nükleer enerjinin de kullanılması, enerji verimliliği ve yeni enerji teknolojilerinden yararlanılması gibi alanlarda yasal ve teknik çalışmalarla önemli aşama kat edilmiştir.

ETKB, enerji politikasındaki; enerjinin etkin kullanımı, dışa bağımlılığın azaltılması, enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi gibi temel hedefleri ile ekonomiye katkı sağlanmayı amaçlanmaktadır. Ülkede son dönemde iç politikada çokça tartışma konusu olan, enerjide serbestleşme (liberalizasyon) olgusu, özellikle elektrik enerjisi sektöründe olmak üzere özelleştirmelere hız kazandırılarak devam etmiştir (EPDK, 2011).

Türkiye açısından enerji sektörüne; kalkınmayı ve refah artışını destekleyici bir yapı ve işleyiş kazandırmak amacıyla uygulanmakta olan politika önceliklerine göre; Kılıç bu politikaları beş ana başlık altında toplamıştır:

- Sektörün liberalleşmesi, enerji piyasasında rekabet ortamı yaratılarak sektörde verimliliğinin artırılması ve şeffaflığın sağlanması,
- Doğunun zengin enerji kaynaklarının Batı piyasalarına taşınmasında Türkiye'nin Enerji Koridoru işlevini üstlenmesi,

<sup>19</sup> UCTE: AB, Elektrik İletim Koordinasyon Birliği (the Union for the Coordination of Transmission of Electricity)

- Enerji talebinin karşılanmasında dışa bağımlılık oranı giderek artan ülkede enerji güvenliği için gerekli faaliyetlerin öncelikle gerçekleştirilmesi,
- Enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve tüketilmesinde çevre ile etkileşimin dikkate alınarak Sürdürülebilir Kalkınma çerçevesinde faaliyet gösterilmesi,
- Enerji teknolojileri çalışmalarının yoğunlaştırılmasıdır (Kılıç, 2006:3).

1994 yılında elektrik piyasasında, 3096 ve 3996 sayılı Yasaların uygulama dönemi ve liberalleşme çalışmaları sonrası, piyasanın yeniden yapılanmasının ilk adımlarından olan TEK, TEAŞ ile TEDAŞ olarak yeniden yapılandırılmıştır. Yüksek talep artışının karşılanması, yeterli yatırım yapılması ve ekonomik verimliliğin artırılması için, 2000 yılı sonrasında enerji sektöründe rekabeti öngören yeni bir yapılanmaya gidilmiş ve halen devan eden süreçte yasal ve kurumsal altyapı çalışmaları kapsamında aşağıdaki yasal düzenlemeler yapılmış ve ilave çalışmalar yapılmaktadır (ETKB: 2010). Bu kapsamda yapılan temel yasal düzenlemeler şunlardır:

- 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu (2001)
- 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu (2001)
- 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu (2003)
- LPG Piyasası Kanunu (2005)
- YEK'ın Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanımına İlişkin Kanun (2005)
- Enerji Verimliliği Kanunu (2007)
- Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu (2007)
- Nükleer Santrallerin Kurulması, İşletilmesi ile Enerji Satışı Kanunu (2007)
- 5784 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (2008)
- 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun,(2010).

2001 yılında yürürlüğe giren 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile gerçek anlamda ilk liberal piyasa yapısının temeli atılmıştır. Aynı yıl ve izleyen yıllarda yukarıda sayılan kanunlar yürürlüğe girmiş ve sektördeki çalışmalar devam etmiştir. Böylece, enerji sektöründe gerek maliyet ve fiyat artışları gerekse artan enerji talebi çerçevesinde, mevcut piyasa yapıları ve kuralları, yaşanan deneyimler ve karşılaşılan sorunlar çerçevesinde yenilenmeye, piyasa mekanizmaları arz güvenliğini sağlayacak tedbirler ile güçlendirilmeye başlanmıştır (ETKB, 2009:3).

2001 yılında, 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 4646 sayılı Doğal Gaz Kanunu ile elektrik ve doğal gaz piyasalarında serbestleştirme ile mali açıdan güçlü, şeffaf ve rekabetçi bir piyasa modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Yeni düzenlemelerle geniş kapsamlı olarak BOTAŞ'ın devletin doğal gazdaki mevcut tekel durumuna son verilerek, sektör rekabete açılmıştır. Böylece sektördeki verimsizlik kaldırılacak, temiz enerji teknolojilerinin geliştirilmesine katkı sağlanacaktır. Kapsamlı ve güçlü bir strateji ile enerji politikasını AB enerji politikasına uyumlu hale getirerek, enerjide altyapı yatırımları için yabancı yatırımcıyı çekmek hedeflenmiştir. Ancak ülkede, enerji arz güvenirliliği açısından, büyüklük ve öz sermayesi ile ölçek ekonomilerinden istifade edebilecek; geniş hacimli yatırım projelerine katılım sağlayabilecek; iletim, ticaret ve depolama fonksiyonlarını bir arada yürütebilecek ve bunu uluslararası enerji piyasasında rekabet koşullarında avantaja dönüştürebilecek bir yapı ve geniş kontrat portföyüne sahip, BOTAŞ gibi bir doğal gaz şirketinin varlığı da gerekli görülmektedir (Hacısalihoglu, 2008:1871; BOTAŞ, 2009:22).

**Tablo 3.16. Elektrik Enerjisi Fosil Yakıt Verimlilik Oranları (2001-2005)**

Fosil Yakıtlar	Türkiye'de Verimlilik Oranı %	OECD Ortalaması %	Dünyada En Yüksek Verimlilik Oranı	%
Petrol	35,3	37,5	Hollanda	43,0
Doğal Gaz	54,6	45,1	Lüksemburg	54,9
Kömür	35,0	36,6	Danimarka	43,0

Kaynak: OECD /IEA 2008.

Elektrik enerjisi üretiminde fosil yakıt kullanan ülkelerde, Tablo 3.16'da görüldüğü gibi doğal gazla çalışan elektrik santrallerinin verimliliğinin, petrol ve kömüre göre daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Türkiye'nin fosil yakıt üretiminde OECD ülkeleri ortalamasına yakın bir rakam yakaladığı görülmektedir. Enerji verimliliğini artırmak, enerji arzı güvenliğini sağlamada ve sera gazı emisyonunu azaltmada mevcut koşullar içinde en ekonomik ve en önemli araçlardan biridir (Taylor vd. 2008:7).

Yüksek Planlama Kurulu kararı ile 17 Mart 2004 tarihinde kabul edilen Elektrik Enerjisi Sektörü Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesi, orta ve uzun vadede enerji piyasasında yapılacak özelleştirmelerin ana hatlarını belirleyen çerçeveyi oluşturmuştur. Kamudan özel sektöre geçişin sağlanması için uzun dönemli talep tahminleri ve geçiş

döneminde dengeleme ve uzlaştırma uygulamaları başlatılmış, geçiş dönemi sözleşmeleri ve fiyat eşitleme mekanizması başlatılmıştır. Strateji Belgesinde, 2006 sonuna kadar elektrik dağıtımının tamamen özelleştirilmesi hedeflenmiş ve bu amaçla dağıtım şebekesi coğrafi yakınlık, yönetsel yapı, enerji talebi gibi teknik, idari ve mali etkenler dikkate alınarak 21 dağıtım bölgesine ayrılmıştır. Elektrik Üretim AŞ (EÜAŞ) ve TEDAŞ özelleştirme kapsam ve programı dahilinde, portföy grupları ve dağıtım bölgeleri yeniden oluşturularak şirket yapılandırmasına tabii tutulmuştur. AB uyum süreci ve dünyada değişen enerji dengeleri, Türkiye enerji politikasında enerji arz güvenliğinin ön plana çıkarılmasına yol açmıştır. Elektrik Enerjisi Sektör Reformu Ve Özelleştirme Strateji Belgesi çerçevesinde yapılan yasal düzenlemelerle elektrik enerjisi piyasasının oluşumunda ve özelleştirme sürecinde önemli adımlar atılmıştır (Şahiner, 2010: 11).

### 3.2.3. 2002 Sonrası Süreç ve Enerji Stratejileri

Ediger'e (2009:17) göre; Türkiye'nin, enerji ithalatında yaklaşık %74 oranla, dışa bağımlı olması, tüketimin fosil yakıt ağırlıklı olması ve diğer ülkelerle karşılaştırıldığında enerji verimliliğinin daha düşük olması gibi enerji ile ilgili çözümlenmesi gereken üç temel sorunu vardır. Bu sorunlara çözüm getirecek kanunla belirlenen resmi kurumlar, görev yetki ve sorumlulukları açısından yeniden yapılandırılma sürecine girmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 5784 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (2008) ile 4628 sayılı Elektrik Piyasası (2001) Kanunu'na eklenen "arz güvenliği" Ek 3. madde kapsamında, "*arz talep dengesinin yeterli yedekte sağlanması, kaynak çeşitliliği, dışa bağımlılık, çevresel etkiler ve piyasalarda oluşan fiyatlar açısından sektörün belirlenen hedeflere uygun olarak gelişmesini*" izleme, değerlendirme ve hedeflerden sapma halinde ise piyasanın yönlendirilmesini sağlayacak tedbirlerin alınması ve kısa, orta ve uzun vadeli arz güvenliğini sağlamak ile görevlendirilmiştir (ETKB, 2009).

Türkiye'nin temel enerji politikaları, aşağıdaki başlıklar altında özetlenebilir (ETKB 2010);

- Tüketiciler için maliyet, zaman ve miktar yönünden enerjinin erişilebilir olması,
- Serbest piyasa uygulamaları içinde kamu ve özel kesimin harekete geçirilmesi,

- Dışa bağımlılığın azaltılması,
- Enerji alanında bölgesel ve küresel etkinliğin artırılması,
- Kaynak, güzergâh ve teknoloji çeşitliliğinin sağlanması,
- Yenilenebilir kaynakların azami oranda kullanılmasının sağlanması,
- Enerji verimliliğinin artırılması,
- Enerji ve tabii kaynakların üretim ve kullanımında çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi.

Bu politikalarla enerjide etkinlik, dışa bağımlılığın azaltılması ve enerjiye bağlı olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesi hedeflenerek, ülke ekonomisine katkı sağlanması esasının benimsendiği görülmektedir. Bakanlığın resmi söylemlerinde yer alan bu ilke ve hedeflerle, ülkede yoğun olarak tartışılan enerjide serbestleşme olgusu ivme kazanmış, bu doğrultuda özellikle elektrik enerjisi sektöründe gündemden hiç düşmeyen tartışmalarla özelleştirme uygulamaları yapılmış, mevcut iktidar döneminde de yapılmaya devam edilmiştir.

Kalkınma ve sürdürülebilir büyümede gösterge niteliğindeki kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketim değerlerinin yüksek olma gerekliliğiyle birlikte, gelişmiş ülkeler enerji politikalarında, enerji verimliliğini arttırmak, enerji yoğunluğunu azaltmak ve enerji tasarruf oranını artırmak zorundadır. Enerji arz güvenliği açısından enerji tasarrufu en az, enerji kaynaklarına sahip olmak kadar önemli bir unsurdur. Çağdaş enerji politikalarında hedef, yalnızca kişi başına kullanılan enerji ya da elektrik tüketim miktarını arttırmak değil, enerjiyi en verimli şekilde kullanabilecek sistem ve teknolojileri geliştirerek, en az enerji harcamasıyla, en fazla enerjiyi üretebilecek, iletecek ve tüketecek yapıyı kurabilmektir.

Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu kavramları genel olarak birbirlerine karıştırılan kavramlardır. Enerji verimliliği, yeni teknoloji kullanarak üretimi, kaliteyi ve performansı düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tasarrufu sağlamaktır. Enerji tasarrufu ise, enerjiyi ve enerji kaynaklarının verimli olarak kullanılması amacıyla, kullanıcılar tarafından alınan önlemlerle harcanan enerji miktarında sağlanan azalmadır. İki lambadan birini söndürmek tasarruf iken; daha az enerji tüketerek aynı aydınlatmayı sağlayan yeni teknoloji lambaların kullanılması verimliliklidir.

Dünya fosil yakıt rezervleri giderek azalırken, enerji verimliliği, literatürde enerji arz güvenliğini artıran ayrı bir enerji kaynağı olarak yerini almaktadır. Enerji fiyatları, enerji tasarrufu yapan aparatlar ve teknolojiler enerji verimliliğinde temel belirleyiciler olarak kabul edilmektedir (Biol ve Kepler,2000: 463). Enerji verimliliği potansiyeli her sektörde değişen oranlarda, ancak azımsanmayacak oranda rezervlere sahiptir. Özellikle ekonomik rekabette ürün ve/veya hizmet kalitesini düşürmeden “*maliyetleri azaltması*” açısından piyasa fiyatlarında rekabetin vazgeçilmez unsuru olarak enerji verimliliği önemli bir yere sahiptir.

Enerji arz güvenliği açısından tasarruf, önemli bir çözüm yolu olarak görülmektedir. Türkiye’de sanayi, konut ve ulaşım sektörlerinde toplam enerji tüketiminin %50’sinden az olmamak üzere önemli bir enerji tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Bugüne kadar genelde daha çok enerji kullanmakla övünen ve kişi başına daha çok enerji kullanmayı, verimliliğini göz ardı ederek, endüstriyel kalkınmanın bir göstergesi olarak açıklayan ülkeler, yerini daha az enerji ile daha fazla üretim yapabilen, enerji verimliliğini sürekli yeni teknolojiler kullanarak artıran ülkelere bırakmıştır.

Enerji verimliliğinin artırılması ve yaygınlaştırılması kanun ve yasal düzenlemelerle devlet tarafından desteklenmesiyle doğrudan ilişkilidir (Biol ve Kepler, 2000:463). Türkiye’de enerji tüketimindeki artış kısmen yaşam standardını artırsa da, enerji yoğunluğunun yüksek olması ve mütemadiyen artmasına karşın, enerji tasarrufu ve dışa bağıllığı azaltmada önemli bir kavram olan, enerji verimliliğine son döneme kadar oluşturulan enerji politikalarında, gereken önem verilmemiştir. ETKB, arz güvenliğinin sağlanmasında, ithalat bağımlılığı risklerinin azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadelede etkinliğin artırılması, enerjinin üretiminden tüketimime kadar geçen süreçte verimliliğin artırılması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılmasında yeni bir dönemin sayfasını açmıştır.

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesi, endüstriyel işletmelerde üretim miktarı ve kalitesinin düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Isıtma, aydınlatma ve ulaşım gibi her türlü günlük yaşam ihtiyacını karşılamada, ihtiyaçları kısıtlamadan enerjiyi verimli kullanmak suretiyle ülke ekonomisine ve çevre korunmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.



Türkiye, enerji tasarrufunda binalarda %30, sanayide %20 ve ulaşım sektöründe %15 ile oldukça yüksek potansiyele sahiptir. 2004 yılında %25-30 oranında enerji tasarrufu sağlayabilmek için oluşturulan stratejinin gerçekleştirilebilmesi için hukuki düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. 18/4/2007 tarihinde kabul edilen 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'nun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır (e-mevzuat: 2011).

**Tablo 3.17. Enerji Verimliliği Yasası Kapsamı ve Ana Faaliyet Alanları**

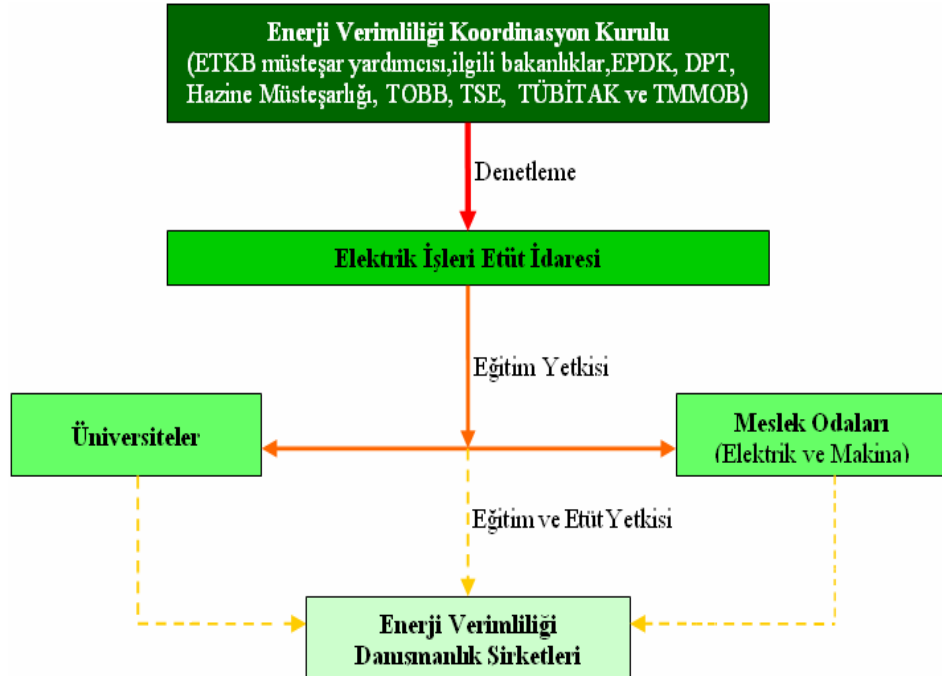
Sektör	Kapsam (Enerji Yönetimi ve Enerji Yöneticisi Uygulaması)	Enerji Yöneticisi
Endüstriyel İşletmeler	1. Yıllık Enerji Tüketimi 1000 tep ve üzerinde olanlar için zorunlu	1. Enerji yöneticisi eğitimleri, 2. Enerji verimliliği etüt çalışmaları ile tasarruf potansiyeli ve uygun önlemlerin belirlenmesi, 3. Elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılması, 4. Termik santrallerin atık ısılarından yararlanılması, 5. Açık alan aydınlatmalarında verimliliğin artırılması, 6. Biyoyakıt, hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesi
Binalar	1. Binalarındaki toplam inşaat alanı 20 000 m <sup>2</sup> ve üzeri olan gerçek veya tüzel kişiler için zorunlu  2. Yıllık Enerji Tüketimleri 500 tep ve üzeri olan gerçek veya tüzel kişiler için zorunlu  3. Merkezi ısıtma sistemine sahip toplu konutlar için zorunlu	1. Enerji yöneticisi eğitimleri, 2. Enerji verimliliği etüt çalışmaları ile tasarruf potansiyeli ve uygun önlemlerin belirlenmesi, 3. Yasanın yürürlük tarihinden sonra yapılan sıvı veya gaz yakıtlı merkezi ısıtma sistemine sahip binaların tesisat projelerinde, merkezi veya lokal ısı/sıcaklık kontrol cihazlarına ve ısınma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemlere yer verilmesinin özendirilmesi, 4. Binalarda mimari tasarım, ısıtma/soğutma ihtiyaçları ve donanımları, yalıtım ihtiyaçları ve malzemeleri, elektrik tesisatı ve aydınlatma konularındaki standartları, asgari performans kriterlerini ve prosedürleri kapsayan enerji verimliliği yapı kodu uygulaması, 5. Binaların yapımı, satılması ya da kiralanması sırasında, duruma göre mal sahibine ya da mal sahibi tarafından alıcıya ya da kiracıya verilmek üzere binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri ve ısıtma/soğutma sistemlerinin verimi gibi bilgileri içeren enerji kimlik belgesi düzenlenmesi.
Ulaşım		1.Yurt içinde üretilen araçların birim yakıt tüketimlerinin düşürülmesi, 2. Araçlarda verimlilik standartlarının yükseltilmesi, 3. Toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması, 4. Gelişmiş trafik sinyalizasyon sistemlerinin kurulması, 5.Yüklerin karayolu dışındaki ulaştırma tipleri ile taşınmasının özendirilmesi.

Kaynak: e.mevzuat: Mevzuat Bilgi Sistemi, 2011.

Kanun, en üst düzeyde siyasî (Tablo 3.17) destekle, eğitim, çevre, ulaşım gibi sektör politikalarının oluşumu ve yönlendirilmesinde enerji verimliliğinin öncelikli anlayış haline gelmesini sağlayacak bütüncül bir yaklaşımla hazırlanmıştır. Uygulama sürecinde ülkede tüm kişi ve kuruluşların işbirliğini öngören kanun, ülkenin enerji yoğunluğunun OECD ülkeleri seviyesine indirilmesini hedeflemektedir (e-mevzuat: 2011).

Kanun, enerji verimliliğini artırıcı uygulama ve projelerin desteklenmesi, endüstriyel işletmelerle ve kojenerasyon yatırımlarında aranacak nitelikler ile ilgili usul ve esasların yönetmelikle belirlenmesini öngörmektedir. Kanunla, enerji verimliliği çalışmalarının ülke genelinde tüm ilgili kuruluşlar nezdinde etkin olarak yürütülmesi, sonuçlarının izlenmesi ve koordinasyonu amacıyla Şekil 3.2’de şematik olarak yapısı ve çalışma alanı verilen Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu oluşturulmuştur. Kurul’a elektrik ve makina meslek odaları, üniversiteler ve enerji verimliliği konusunda danışmanlık hizmeti veren kurumların eğitiminden sorumlu olan Elektrik İşleri Etüt İdaresi’ni denetleme yetkisi verilmiştir.

**Şekil 3.2. Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu**



Kaynak: ETKB, 2011.

Kanunun uygulanmasına yönelik ETKB'nın hazırladığı Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik ise 2008 yılında yürürlüğe girmiştir. Aynı yıl kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik belirlenen tedbirleri içeren 2008/19 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile "Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi" başlatılmış ve 2008 yılı "*Enerji Verimliliği Yılı*" ilan edilmiştir (ETKB, 2011).

Enerji verimliliği hareketi ile tüm kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ve kamu kurumu niteliğindeki meslek odalarının 1 ay içinde kendi sorumluluklarında bulunan yerlerdeki tasarruflu ampullere geçilmesi zorunluluğu getirilmiştir. Ülke genelindeki uygulamalarla, satın alınan verimli lambalar için ödenen 11,5 milyon lira, 101 günde geri kazanılmış ve elektrik tüketimindeki azalmayla bütçeye yılda 41 milyon TL tasarruf sağlanmıştır. Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi ile tüm illerde başlatılan "El Ele ENVER" Hareketiyle, ilköğretim okullarında enerji verimliliği bilinçlendirme etkinlikleri ülke geneline yaygınlaştırılmıştır. Sanayi sektöründe, verimliliği artırma projeleri ve gönüllü anlaşmaların desteklenmesine devam edilmektedir (ETKB,2011).

1973 petrol kriziyle ortaya çıkan enerji sorunu, konut ve ticari binalarda ısıtma, soğutma ve aydınlatmada daha az enerji kullanımını sağlayarak eşdeğer hizmeti temin edecek teknoloji arayışlarına olan özel ilgiyi artırmıştır. Geliştirilen tasarım ve cihazlar enerji etkinliği yanında, güvenlik, düşük bakım maliyetleri, daha sessiz çalışma, daha dayanıklı malzemeler, daha hızlı pişirme süreleri ve duyguları rahatlatarak doğal aydınlatmanın daha yaygın kullanımı gibi diğer faydaların sağlanmasında da başarılı çalışmalara neden olmuştur. Ancak verimli teknolojilere Türkiye'de fazla ilgi gösterilmemiştir.

Türkiye'de enerjinin neredeyse %30'u konut ve işyerlerinde aydınlatma, ısıtma ve soğutma için kullanılmaktadır. Ülkede mevsim şartlarında,yalıtımlı binaların yalıtımsız binalara göre yaklaşık %70 enerji tasarrufu sağladığı ve bir binada çatı, cam, duvar ve döşemeden kaynaklanan ısı kayıplarının, binanın toplam ısı kaybının yaklaşık %70'ine karşılık geldiği bilinmektedir. AB ülkelerinde ısı kaybını tek cama göre %70 oranında önemli ölçüde önleyen çift cam kullanımı %50 iken, Türkiye'de bu oran %15 seviyesindedir. Yine binalarda, ısı kaybının en yoğun olduğu bölge olan çatılarda, çatı yalıtımı AB'de %40'ken, Türkiye'de %10'dur.

2008 Ekim ayında “Isı Yalıtımı Yönetmeliği” ile binalarda uygulanacak yalıtımın teknik şartları net olarak belirlenmiş ve 1 Ocak 2009 tarihinden itibaren yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Yasası ise söz konusu yönetmeliğin uygulanmaması durumunda sorumlulara ağır cezaî yaptırımlar getirilmiştir. Yasaya göre, 1 Ocak 2011 itibariyle her binanın “*Enerji Kimlik Belgesi*” olarak adlandırılan nüfus cüzdanı olması gerekmektedir. Kimlik belgelerinde, etiketleme sistemiyle beyaz eşyalardaki enerji tüketim düzeyi sınıflarını belirten A, B, C gibi harflerle, izolasyon durumuna göre işaretlemeler bulunması, binanın yapımında kullanılan malzemelerden kimler tarafından yapıldığına, statik özelliklerinden mimari özelliklerine, yalıtımındaki detaylı özelliklerinden aydınlatma ve enerji giderlerine kadar birçok bilgiler bulunması gerekmektedir. Yasayla, mevcut binalar için ise 2017 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi alınması zorunluluğu getirilmiştir (e-mevzuat, 2011).

Enerji tasarrufunda olumlu gelişmeler olsa da, özellikle ulaşım sektörü ile ilgili kapsamlı ve koordineli bir şekilde enerji tasarrufu sağlayacak tedbirler henüz politika öncelikleri arasında değildir. Üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olarak Türkiye’nin ulaşım sektöründe deniz, demiryolu taşımacılığına yönelmesi ve aynı zamanda yük ve yolcu taşımacılığında daha verimli yakıtların kullanılması, yakıt tasarrufu sağlayacak donanımların araçlarda yaygınlaştırılması gerektiği savunulmaktadır. Zira 1 litre yakıtla 1 kilometre mesafeye taşınabilecek yük, karayolunda 50 ton, demiryolunda 97 ton, denizde ise 127 tondur. Yolcu taşımada enerji verimliliği en yüksek ulaşım seçeneğinin demiryolu olduğu bilinmektedir. En ekonomik taşıma; yük taşımacılığında deniz yolu, yolcu taşımacılığında ise tren ile sağlanmaktadır. Türkiye’de yük ve yolcu taşımacılığının büyük çoğunluğu karayolu ile yapılmaktadır. Demiryolu sektörünün yıllık ortalama yurt içi yolcu taşımacılığındaki payı sadece %3, yük taşımacılığındaki payı ise %4-5 oran aralığında değişmektedir. Enerjinin verimli kullanılabilmesi için ülkede son yıllarda demir yollarının kullanıma yönelik olarak özellikle yolcu taşımacılığında hızlı tren taşımaya önem verilmekte ve bu alanda devlet tarafından talebi artırmaya yönelik yatırımlar yapılmaktadır (OECD/IEA, 2009:32)

Türkiye’de, yolcu taşımacılığında tren; yük taşımacılığında denizlerin payının hızla artırılması gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Böylece büyük şehirlerde, ulaşım nedeniyle, gereksiz enerji tüketimi ve hava kirliliğinin önüne geçilmesinin toplu taşıma araçlarıyla mümkün olacağı savunulmaktadır. Bu amaçla, ülkede metro ve tramvay kullanımını

özendiren teşvikler yapılmaktadır. IEA 2008 verilerine göre, ağır tonajlı yük taşımacılığında taşıt yakıtlarının daha verimli kullanılması ve araçlarda yakıt tasarrufu sağlayacak tekerlek kalitesi vb. donanımların yaygınlaştırılmasında çok büyük bir potansiyel kullanılmayı beklemektedir. Ancak maliyet azaltıcı enerji verimliliğini artırıcı teknolojilerin uygulanmasında, bilgi eksikliği, dalgalanan yakıt fiyatları ve hem üreticiler hem de tüketiciler için ortaya çıkabilecek riskler engel oluşturmaktadır. G8 ülkelerinde dahi ivedilikle alınması gereken tedbirlerin tamamen uygulamaya geçenlerin oranı %12 civarındadır. Türkiye'nin bu alanda yapması gereken çalışmalar çok önemli ancak bir o kadar da yapılması zor ve zaman alacak yatırımlardır (OECD/IEA, 2009: 35).

**Tablo 3.18. Türkiye’de Elektrik Üretim ve Tüketim Durumu**

	Birim	2007	2008	% değişim	2009	% değişim
Kurulu Güç	MW	40.836	41.818	2,4	44.466	7,0
Üretim	GW saat	191.568	198.418	3,6	194.060	-2,0
İthalat	GW saat	864	789	8,7	813	3,0
İhracat	GW saat	2.422	1.122	57,7	1.550	38,1
Tüketim	GW saat	190.010	198.085	4,7	193.323	-2,4

Kaynak: EPDK, 2009.

Türkiye’de 2007-2009 döneminde, Tablo 3.18’de görüldüğü üzere, yaşanan kurulu güç artışına rağmen, küresel krizin etkisiyle enerji tüketimi 2009 yılında %2,4 oranında azalmıştır. Ülkede birincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisi üretiminde, 2009 yılında fosil yakıtlara olan bağımlılığının arkasında potansiyel kaynak yetersizliği yanında, alternatif enerji kaynaklarına yönelmede altyapı sorunları da önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla sektördeki sıkıntı ve sorunları çözmek için öncelikle yasal ve kurumsal altyapıyı oluşturacak düzenlemelere başlanmıştır. Türkiye’de 19 Kasım 2001 tarihinde elektrik üretiminde sektörün yeniden yapılandırılmasına ilişkin bir dizi yasal düzenleme, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu’nun (EPDK) oluşturulması ile başlamıştır. AB uyum sürecinde ve küreselleşen enerji yaklaşımlarında en önemli adımlar, EPDK gibi enerji piyasasına yön veren bağımsız bir idarî otoritenin oluşturulması, iletim ve dağıtım hizmetlerinin ayrıştırılarak mevcut piyasa temelini atılması olmuştur. 4646 sayılı Yasa ile kurulan ve kamu tüzel kişiliğine haiz, idari ve mali özerkliğe sahip EPDK, Ankara merkezli ve taşra teşkilatı olmayan, bir kamu kumudur. Dağıtım bölgelerindeki müşteri ilişkilerini sağlamak üzere İstanbul’da irtibat

bürosu bulunmaktadır. 2003 yılı Nisan ayında Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Elektrik Piyasası Tarife Düzenlemeleriyle, sektöre kalite standardı getirme amacını taşıyan Elektrik Piyasası Uygulamaları El Kitabını yayınlamıştır (EPDK, 2010).

2003-2009 arasında özel sektörün elektrik piyasasına yaptığı yatırımlar toplamda 31,750 MW olarak gerçekleşmiştir. EPDK'nın enerji sektöründe talep artışını karşılamadaki temel stratejisi, rekabete dayalı yatırım ortamının geliştirilmesidir. Elektrik enerjisi piyasasında öngörülen modelde, elektrik üretimi, toptan ve perakende satış ve tüketimde, tedarikçi sayısının artırılıp, serbest rekabet ortamının sağlanması temel hedeftir. 2002-2009 döneminde elektrik üretiminde kurulu güç kapasitesinin 6925 MW bölümü özel sektör tarafından yapılan santrallerden oluşmaktadır (EPDK, 2009).

Özel sektör tarafından işletilen üretim tesislerinin 2008 yılında üretime katkıları sırasıyla şöyledir: Yap-İşlet modeli kapsamındaki santraller %21,9; özel sektör üretim şirketi santralleri %11,9; otoprodüktörler ve otoprodüktör grubu santraller %7,7; Yap-İşlet-Devret modeli kapsamındaki santraller %6,6; İşletme Hakkı Devri modeli kapsamındaki santraller %2,2 ve mobil santraller %0,1 oranındadır. 2009 yılında Türkiye toplam elektrik enerjisi üretiminin %32'i mevcut sözleşmesi özel sektör üretim tesislerinden, %46,1'i kamu mülkiyetindeki üretim tesislerinden sağlanmıştır (WEC 2009).

EÜAŞ, 2009 sonu itibariyle, toplamda 24.199 MW hidroelektrik ve termik santral kurulu gücü ile Türkiye kurulu gücünün %54'ü ve Türkiye elektrik enerjisi üretiminin ise %46'sını karşılamaktadır. 2009 yılı sonu itibariyle 194,063 milyar kW'si olarak gerçekleşen Türkiye elektrik üretimi miktarının 89.453 milyar kW'si EÜAŞ tarafından gerçekleştirilmiştir (Elektrik Üretim A.Ş.[EÜAŞ] 2009)

2008 yılında, önceki yıla kıyasla elektrik enerjisi ithalatı %8,5; ihracatı ise %58,8 oranında azalmıştır. 2008 yılında Irak, Gürcistan ve Suriye'ye elektrik enerjisi ihraç edilmiş ve Gürcistan, Azerbaycan (Nahçıvan), Türkmenistan ve Yunanistan'dan elektrik enerjisi ithal edilmiştir. Elektrik enerjisi ihracatının, elektrik enerjisi üretimine oranı %0,5; elektrik enerjisi ithalatının brüt talebe oranı ise %0,4 düzeyinde olmuştur.

2009 yılında elektrik enerjisi üretiminde %80'lik kısmı termik santrallerden sağlanmıştır. Kömürle çalışan santrallerdeki artış büyük oranda yerli kaynakların kullanıldığı linyit yakıtlı santrallerden sağlanmıştır. Elektrik enerjisi üretiminin %48,6'sı doğal gazdan; %20'si linyitten; %18,8'i hidroelektrikten; %6,6'sı ithal

kömürden; %3,1'i fuel-oil'den, %1,5'i taşkömüründen ve kalan kısmı diğer kaynaklardan elde edilmiştir (EPDK, 2009:4; EÜAŞ, 2009).

BOTAŞ'ın ithalat, iletim ve dağıtım faaliyetlerinin ayrıştırılması ve iletim hariç diğerlerinin özelleştirilmesi, her bir faaliyet için ayrı muhasebe kayıtları zorunluluğu, ithalat ve satıştaki payını yıllık tüketiminin %20'siyle sınırlama gibi önlemlerin uygulanmasıyla yumuşak bir geçiş dönemi öngörülmüştür. Yasa gereği EPDK, ilan edilen dağıtım bölgelerinde doğal gaz faaliyetlerini yürütmek üzere, ihale yoluyla, 60 dağıtım lisansı vermiştir. 2009 yılında 4 özel tedarikçi şirket toplam 4 milyar m<sup>3</sup>'lük doğal gaz ithalatı ve toptan satışı faaliyetine başlamıştır. 4628 sayılı Kanunda, elektrik iletim ve dağıtımında, ilk basta maliyet bazlı tarifeler öngörülmüş, ancak dağıtım bölgeleri arasında kayıp kaçak oranlarında büyük farklılıklar görüldüğü için, Strateji Belgesi ve daha sonra da 2006 ve 2008 yıllarında 4646 sayılı Kanun'da yapılan değişikliklerle, tüketicilerin korunmasına yönelik olarak 31.12.2012 tarihindeki geçiş dönemi sonuna kadar “ulusal tarife” uygulanması getirilmiştir (BOTAŞ 2009:23).

Nükleer Santrallerin Kurulması, İşletilmesi ile Enerji Satışı Kanunu ile ayrıca, yerli kömür kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin düzenlemeler de getirilmiş ve yerli kömür yakıtlı santral yapımı teşvik edilmiştir.

Elektrik enerjisi sektöründe serbest rekabete dayalı piyasanın oluşturulması geçiş aşamasını gerektirmektedir. Geçiş sürecinin arz güvenliğini tehlikeye sokmaması için, piyasa oluşumuna ilişkin gelişmeler dünyadaki yönelimler de dikkate alınarak izlemeye alınmıştır. Elektrik enerjisi sektöründe serbest rekabete dayalı piyasanın oluşturulmasında geçiş döneminin ihtiyaçları ve bugüne kadar sağlanan gelişmeler ve düzenlemeler dikkate alınarak arz güvenliğini sağlamak için atılacak adımlar ve orta ve uzun vadede elektrik arzında kullanılacak kaynakları belirlemek ve kamuoyuna duyurmak için “*Elektrik Enerjisi Piyasası Arz Güvenliği Stratejisi*” hazırlanmıştır (ETKB, 2009:5)

Yüksek Planlama Kurulu tarafından Strateji belgesinde belirlenen hedefler doğrultusunda yapılacak çalışmalara yön vermek için elektrik enerjisi yapılandırılması ve piyasanın işleyişinde;

- Piyasa yapısı ve faaliyetlerinin, arz güvenliğini sağlayacak şekilde oluşturulması ve sürdürülmesi,

- Piyasasının oluşturulması hedefi doğrultusunda, sektörün her alanındaki faaliyetlerde iklim değişikliği ve çevresel etkilerin göz önünde bulundurulması;
- Elektrik enerjisi üretim, iletim, dağıtım ve kullanımında kayıpların en aza indirilmesi, verimliliğin artırılması, enerji politikasının kaynak öncelikleri temel alınarak oluşturulacak rekabet ortamı yoluyla elektrik enerjisi maliyetinin azaltılması ve bu sayede oluşacak kazanımlarla elektrik hizmetinin tüketicilere daha makul fiyatta sunulması;
- Enerji arzında dışa bağımlılığı azaltmak üzere, yeni teknolojilerin özendirilmesi, kaynak çeşitliliğinin sağlanması, ve yerli yenilenebilir kaynakların azami ölçüde kullanılması;
- Sektörde yapılacak yatırımlarda yerli katkı payının artırılması,

ilkelerine uyumun esas alınmasına karar verilmiştir. ETKB, 2009 yılında, Bakanlar Kurulu tarafından 14/07/2009 tarihinde kararlaştırılmış ve 16/09/2009 tarihli Mükerrer Resmi Gazetede yayımlanan, 2010-2012 dönemini kapsayan Orta Vadeli Program'ı kamuoyuna açıklamıştır. Bu bağlamda Programın, “Program Dönemi Gelişme Eksenleri” Bölümünde “Enerji” başlığı altında “enerji arz güvenliğinin sürdürülmesi, serbest piyasanın tesisi için dağıtım öncelikli olmak üzere özelleştirmelerin tamamlanması, nükleer güç santrallerinin yapımına başlanması, yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımına hız verilmesi, enerji verimliliğini artırıcı uygulama mekanizmalarının oluşturulması, doğalgaz piyasasında rekabetin artırılması ve ülkenin transit güzergâhı ve terminal ülke olması için gerekli çalışmaların sürdürülmesi konuları” vurgulanmıştır.

2009 tarihli Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde elektrik enerjisi sektöründe piyasa yapısı ve faaliyetlerinin arz güvenliğini temin edecek şekilde oluşturulması ve sürdürülebilir elektrik enerjisi piyasası için iklim değişikliği ve çevresel etkilerin göz önünde tutulması, elektrik enerjisi üretim, iletim, dağıtımında kayıpların en aza indirilmesi, verimliliğin artırılması, oluşturulacak rekabet ortamıyla maliyetlerin azaltılması, enerji arzında dışa bağımlılığın azaltılması için yeni teknolojilerin özendirilmesi, kaynak çeşitliliğinin sağlanması, yerli ve yenilenebilir kaynakların azami kullanımının teşviki, yatırımlarda yerli yatırımcının payının



artırılmasının esas olduğu vurgulanmıştır. 2020 yılında elektrik üretiminde nükleer enerji payının %5 hedefine ulaşılması öngörülmektedir. 2023 yılına kadar tüm yerli, kömür ve hidroelektrik potansiyelinin kullanılması, rüzgâr kurulu gücünün 20,000 MW, jeotermal kurulu gücünün 600 MW hedeflerine ulaştırılması Stratejinin temel hedeflerindedir (EÜAŞ, 2009:7).

ETKB (2010), Strateji Geliştirme Başkanlığı, tarafından hazırlanan 2010-2014 stratejik planında ülkenin enerji güvenliğine yönelik temel tehditler aşağıdaki şekilde tespit edilmiştir:

- Birincil enerji kaynaklarında dışa bağımlılığın yüksek olması,
- Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi kullanımında duyulan yüksek finansal kaynak gereksinimi,
- Sera gazı ve iklim değişikliği konularındaki uluslararası yükümlülükler,
- Yatırımcıların piyasaya olan güvensizliği,
- AB'ye uyum kapsamında başta çevre ile ilgili konular olmak üzere getirilecek kısıtlamalar ve ortaya çıkacak yüksek maliyetli yatırım ihtiyacı,
- Diğer ülkelerin enerji politikalarının ülkenin enerji terminali olma hedefi ile çelişmesi.

Söz konusu tehditlere karşı enerji arz güvenliğini artırmaya yönelik ETKB, tarafından belirlenen 6 temel amaç ve bu amaçlara ulaşmadaki hedefler ve uygulamaları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

**Amaç 1: Yerli kaynaklara öncelik vermek sureti ile kaynak çeşitlendirmesini sağlamak:**

Enerji talebinin karşılanmasında uzun vadede, yerli kaynaklarının kullanılması ve bugüne kadar üç temel üzerine (petrol, doğal gaz ve kömür) oturtulmuş olan enerji sektörüne, 2020 yılında nükleer enerjinin payını %5'e çıkararak dâhil edilmesi, dışa bağımlılığın ve ithalat faturasının azaltılması hedeflenmektedir.

TPAO, yeni strateji gereği, kara alanlarının yanı sıra petrol ve doğalgaz potansiyelinin yüksek olduğu düşünülen deniz alanlarına da yönelmiştir. Karadeniz'in derin sularında tespit edilen, cazip ve devasa yapıların, muhtemel hidrokarbon potansiyelinin araştırılması, keşfi, tespiti ve üretilmesine ilişkin ciddi umutlarla petrol ve gaz arama çalışmaları yapılmaktadır. 2010 yılından itibaren yeni yatırımlar için, riski minimize etmek amacıyla oluşturulan güçlü ortaklıklarla, bu alanlardaki derin deniz

sondaj çalışmaları devam etmektedir. 2008 yılı sonu itibariyle kümülatif doğalgaz üretiminin %76'sı TPAO tarafından gerçekleştirilmiştir (TPAO, 2008:15).

Dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla kaynak çeşitlendirmesine gidilmesi ve bu bağlamda ülke içinde ve ülke dışında da Karadeniz başta olmak üzere 2008-2009 yıllarında deniz sahalarında hidrokarbon arama yatırımları ve sondaj yatırımlarına hız verilmiştir.

**Amaç 2: Yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerji arzı içindeki payını artırmak:**

Türkiye’de yenilenebilir enerji politikalarının kilometre taşı 10/05/2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, Ayrıca 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 5784 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunlar olmuştur. Yenilenebilir Enerji Kanunu’nda, yenilenebilir enerji kaynakları tanımlanmış ve sektöre destek amacıyla bazı teşvikler getirilmiştir. Piyasada zamanla değişen dinamikler sonrasında, 29/12/2010 tarih ve 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile revize edilmiş olan Yenilenebilir Enerji Kanunu, teşvikleri kaynak bazında çeşitlendiren ve yerli teknolojinin gelişimini ön plana çıkaracak yeni bir dönemi başlatmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanunu adıyla atıfta bulunulan Kanun, 10/05/2005 tarih ve 5346 sayılı Kanunun 29/12/2010 tarih ve 6094 sayılı kanun itibarıyla revize edilmiş son ve güncel halini almıştır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek yöntemi olarak, birçok gelişmiş ülkede de uygulanan, sabit fiyat garantisi uygulamasını kullanmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Kanunu, yenilenebilir enerji kaynaklarını “*Hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dahil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git enerjisi kaynakları*” olarak tanımlamış ve bu kaynaklara dayalı üretim yapan tesisler için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi) verilmesini düzenlemiştir. Revizyonu yeni kabul edilmiş olan Kanun’un destekleme mekanizmasını uygulamak üzere gerekli ikincil mevzuat altyapısı ile ilgili düzenlemeler henüz yapılmamıştır. Türkiye’de gerek Kanun’un 2005’te kabul edilmiş ilk hali, gerekse 2010 yılı sonunda revize edilmiş haliyle YEK belgesi kapsamında henüz enerji satışı yapılmamıştır.

2023 yılına kadar özel ve kamu sektörünün katkılarıyla yenilenebilir enerji arzının %30 seviyesine çıkarılması ve yapımına başlanan 5000 MW'lık hidroelektrik santralinin 2013 yılına kadar tamamlanması hedeflenmektedir. Ayrıca 2009 yılında 802.8 MW olan kurulu rüzgâr gücü kapasitesinin 2015 yılına kadar 10.000 MW düzeyine çıkarılması sağlanacaktır. 2009 yılında 77,2 MW olan jeotermal kurulu gücünün 2015 yılına kadar 300 MW çıkarılması sağlanacaktır (ETKB,2011).

**Amaç 3: Enerji verimliliğini artırmak:**

Enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılık riskinin azaltılması, iklim değişikliği ile mücadelede etkinliğin artırılması çerçevesinde enerjinin üretimden kullanımına kadarki süreçte verimliliğin artırılması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılması hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda, enerji verimliliğinin kamu ve özel sektörde artırılmasına yönelik başlatılan çalışmaların ülke genelinde yaygınlaştırılmasına devam edileceği ifade edilmektedir. Sosyal ve ekonomik gelişme hedeflerini etkilemeden elektrik üretim tesisleri, iletim ve dağıtım şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılması, yüksek verimli kojenerasyon uygulamalarının yaygınlaştırılmasına ilişkin çalışmaların yürütülmesi ayrıca önem verilmesi gereken bir konudur. 2015 yılına kadar, 2008 yılı birincil enerji yoğunluğunun %10 oranında azaltılması hedeflenmektedir.

Mevcut kamu elektrik üretim santrallerinde, yeni teknolojiler kullanılarak verimi yükseltmek ve üretim kapasitesini artırmak için yapılan bakım, rehabilitasyon ve modernizasyon çalışmalarının 2014 yılı sonuna kadar tamamlanması beklenmektedir.

**Amaç 4: Serbest piyasa koşullarına tam işlerlik kazandırmak ve yatırım ortamının iyileşmesini sağlamak:**

Hükümet, 2020 yılına kadar 2009 tarihli Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde belirlenen temel hedeflere ulaşmayı hedeflemektedir. Bu amaçla, 2014 yılına kadar elektrik üretim ve dağıtımında hedeflenen özel sektör payının artırılabilmesi için, özelleştirmelerin tamamlanması ve elektrik enerjisi sektöründe açıklık payını (serbest tüketicilerin % payını) ve özel sektör yatırım payını artırarak 2015 yılına kadar rekabete dayalı işleyen piyasa yapısının oluşturulması sağlanacaktır.

2015 yılına kadar doğal gaz sektöründe rekabete dayalı işleyen piyasa yapısının oluşturulması için gerekli çalışmaların yapılması ve bir an önce sonuçlanmasının gerekliliğine vurgu yapılmaktadır.

**Amaç 5: Petrol ve doğalgaz alanlarında kaynak çeşitliliği sağlamak ve ithalattan kaynaklanan riskleri azaltacak tedbirler almak:**

2009 yılında ülkedeki rafinerilerde, 16,43 milyon ton ham petrol işlenmiş ve 14,19 milyon ton petrol ithalatla karşılanmıştır. 2,24 milyon ton ham petrol yerli üretimden temin edilmiştir. 2008 yılında 21,74 milyon ton olan ham petrol ithalatı, 2009 yılında, küresel kriz nedeniyle 7,555 milyon ton azalmıştır. 2010 yılı ilk dokuz aylık toplam ham petrol ve petrol ürünleri ithalatı 20.332,967 ton olarak gerçekleşmiştir (EPDK, 2010).

Türkiye'nin doğal gaz politikasının hedefi, doğal gazın en ekonomik şekilde tüketicilere sunulması yanında, kullanım alanlarının çeşitlendirilerek doğal gaz kullanımının yaygınlaştırılması ve sanayide rekabet gücünü arttıracak daha ucuz enerji fiyat yapısını sağlamak üzere şeffaf ve rekabete dayalı piyasa oluşturulması, içinde bulunduğu coğrafyanın refahına katkı sağlayacak şekilde bölgede önemli bir enerji terminali ve güvenilir bir transit ülke haline gelmesidir (BOTAŞ, 2009:21).

Doğal gaz, sahip olduğu avantajları ile sürekli talebi artan bir enerji kaynağı olmuş, ancak ülke içindeki rezerv ve üretiminin, mevcut ve potansiyel talebi karşılamada sınırlı olması, doğal gaz tedarikinde ithalatı zorunlu kılmıştır. Türkiye'de de doğalgaz talebi mevsimlere göre değişmektedir. Bu nedenle, kış aylarında iki katına kadar artan talebi karşılamak için; yaz aylarındaki talep fazlasının depo edilip kullanıma sunulabileceği gaz depolarına ihtiyaç duyulmaktadır. 18.04.2001 tarih ve 4646 no'lu Doğalgaz Piyasası Kanunu, doğalgaz ithal eden şirketlere, ithal ettikleri doğalgazın %10'unu ülke içinde depolama konusunda, depolama şirketleriyle anlaşma yapma şartını getirmiştir. Kanun ayrıca doğalgazın toptan satışını yapacak olan şirketlere de gerekli depolama önlemlerini alma zorunluluğu getirmektedir. Bu kapsamda, TPAO ile BOTAŞ doğal gaz sisteminin regülasyonunu sağlamak için değişik depolama projeleri üzerinde çalışmalarını başlatmıştır. TPAO ile BOTAŞ arasında 21 Temmuz 1999 tarihinde imzalanan Doğal Gaz Depolama ve Yeniden Üretim Hizmetleri Anlaşması gereği Kuzey Marmara (Silivri-kıyıötesi) ve Değirmenköy (kıyııçi) doğal gaz sahalarının depo olarak kullanılması karara bağlanmıştır. Kuzey Marmara ve Değirmenköy Doğal Gaz Yeraltı Depolama Tesislerinin, yüzey tesisleri aynı yerde kurulmuş ve yıllık toplam 1.6 milyar m<sup>3</sup> işletme gazı kapasitesi ile 20 Temmuz 2007 tarihinde hizmete sunulmuştur (BOTAŞ, 2011; TPAO, 2010:11).

Doğal gaz yeraltı depolama projelerinin ikincisi olan Tuz Gölü Projesi, doğal gazın yeraltında depolanabilirliği açısından uygun olan Tuz Gölü'nün derinliklerindeki tuz domlarının yeraltı doğal gaz deposu olarak kullanımı amacıyla geliştirilmiştir. Halen mühendislik çalışmaları tamamlanmış olan projenin yapımı için Dünya Bankası'ndan kredi sağlanmış ve ihale süreci ise devam etmektedir. Tesisin yıllık 1 milyar m<sup>3</sup> depolama kapasitesiyle doğal gaz sisteminde arz talep dengesinin sağlanması ve özellikle Orta Anadolu Bölgesi'nde pik çekişlerinin karşılanması ve gelecekte ortaya çıkacak olan doğal gaz arz kesintilerine çözüm getireceği beklenmekte ve doğal gaz boru hatlarının çalışma sisteminin optimizasyonu hedeflenmektedir. Halen mevcut doğal gaz depolama kapasitesini 2015 yılına kadar %100 arttırmaya yönelik çalışmalar TPAO tarafından yürütülmektedir (BOTAŞ, 2011; TPAO, 2010:12).

Arz güvenliğinde enerjinin kesintisiz temini açısından, depolama önemli bir politika aracıdır. Ülke içinde ve ülke dışında başta TPAO başta olmak üzere petrol ve doğal gaz arama faaliyetleri artırılabilecek ve petrol ve doğal gaz piyasalarında arz dengesizliklerini ortadan kaldırmak için yasal ve fiziki düzenlemeler yapılacak, ilgili kuruluşlarla işbirliği içinde çalışılarak gerekli destek verilecektir. Tuz gölü doğal gaz depolama tesisi projesi ivedilikle bitilerek mevcut tesislerin kapasitesi artırılabilecektir. Ulusal petrol stoklarının güvenli bir şekilde sürdürülmesi sağlayacak olan, Ulusal Petrol Stok Ajansı oluşturulacaktır.

2008 yılında ülkede tüketilen doğal gazın %97 seviyesine ulaşan dışa bağımlılığı ve toplamda 38.120 milyon m<sup>3</sup> olan ithalatın, 13.126 milyon m<sup>3</sup> ile %54,3'nün, Rusya'dan yapılması enerji arz güvenliğini tehdit eden bir durumdur. Doğal gaz tedarikinde en fazla ithalat yapılan ülke payını %50'nin altına indirerek, ülke çeşitliliği sağlanarak tek kaynak ülkeye olan bağımlılığın 2015 yılına kadar azaltılacağı açıklanmıştır (ETKB, 2010).

**Amaç 6: Ülkenin jeo-stratejik konumunu etkin kullanarak, enerji alanında bölgesel işbirliği süreçleri çerçevesinde ülkeyi enerji koridoru ve terminali haline getirmek:**

Türkiye, küresel enerji sektöründeki gelişmeleri dikkate alarak ve jeo-stratejik konumunu kullanarak, enerji piyasalarında özellikle enerji ithalatçısı Avrupa ile enerji zengini doğunun Türkiye üzerinden geçen boru hatlarıyla birbirine bağlanması ve hidrokarbon kaynaklarının arz ve talep coğrafyaları arasındaki piyasalara taşınmasında

önemli bir rol üstlenmiştir. Bu bağlamda kaynak tüketici ve transit konumundaki ülkelerle ikili ve çoklu işbirliği ilişkilerinin artırılarak devam ettirilmesi hem enerji tedarikinde ülke çeşitlendirmesini sağlayarak kendi enerji arz güvenliğini artıracak hem de ayrıca bölge coğrafyasının sosyo-ekonomik kalkınmasına ve siyasî istikrarına katkı sağlayacaktır (BOTAS, 2009:23).

*2015 yılına kadar Türkiye ve Avrupa'nın enerji arz güvenliğini artıracak projelerin gerçekleşmesini sağlamak*, bu amacı gerçekleştirmek için önemli bir adım olacaktır. 2015 yılına kadar Ceyhan'a gelen petrol miktarının 2008 yılına göre iki katına çıkarılması ve bu bağlamda bölgenin farklı kalite ve özellikteki ham petrolün uluslararası piyasalara sunulduğu, petrokimya rafineri ve sıvılaştırılmış doğal gaz terminallerinin bulunduğu entegre bir enerji merkezi haline getirilmesi, enerji arz güvenliğini artıracak projelerin başında yer almaktadır.

Elektrik enerjisi ithalat ve ihracat potansiyelini artırmak üzere komşu ülkelerle uluslararası iletim bağlantılarının kurulması ve mevcut bağlantıların güçlendirilmesi ve başlangıç olarak iletim sisteminin UCTE<sup>20</sup> ile paralel çalışması sağlanacaktır. Bu bağlamda, Türkiye Elektrik Enerjisi Sisteminin Avrupa sistemine bağlanması çalışmaları doğrultusunda, 21 Şubat 2011 tarihi itibarıyla ticari nitelikli olmayan enerji iletimi Yunanistan ve Bulgaristan ağı üzerinden sınırlar arasında karşılıklı olarak başlatılmıştır (Avrupa İletim Sistem İşletmecileri Birliği [ENTSO-E] 2011).

Petrol, doğal gaz ve kömür gibi enerji kaynaklarına sahip olmak, üretimi ve dağıtımını denetim altında tutmak büyük devletlerin en temel hedefleri arasındadır. Bu nedenle enerji nakil hatları, enerji kaynaklarına sahip olmak kadar stratejik öneme sahiptir. Üretici ve tüketici ülkeler arasında deniz, karayolu ve boru hatları ile taşımanın maliyet, çevre riski ve enerji arz güvenliği açısından petrol ve doğalgaz taşımacılığında büyük farklar bulunmaktadır. Deniz taşımaya göre boru hatları daha ucuz ve güvenlidir. AB, ABD ve Japonya satın aldıkları petrol ve doğal gazı deniz yolu ile taşımaktadır. Türkiye ve Rusya arasındaki doğal gaz enerji nakil hatları, Avrupa Birliği üyesi ülkelerinin mevsimsel tüketime bağlı olarak talep değişmelerinin karşılanması gibi konuları ekonomik olmaktan çok siyasî kararlardan etkilenmektedir. Dolayısıyla

<sup>20</sup> AB, (EC) 714/2009 düzenleme (Regulation) gereği 2009 yılı Temmuz ayından itibaren ENTSO-E (the European Network of Transmission System Operators for Electricity), UCTE'nin (The Union for the Coordination of Transmission of Electricity) tüm operasyonel görevlerini teslim almıştır.

enerji nakil hatları enerji arz güvenliği açısından önemle üzerinde durulması gereken bir konudur (Lise, 2008: 1892).

Türkiye, gelecekte fosil yakıtlar ve özellikle de tamamı ithal edilen doğal gazla bağımlı bir ülke olmaya devam edecektir. Dolayısıyla enerji politikalarının önemli bir ayağını doğal gazın oluşturacağı tahmin edilmektedir. Doğal gaz arzındaki en ufak bir azalma otomatik olarak büyümeyi, ithalatı ve milli geliri negatif etkileyecektir. Enerji politikaları oluşturulurken, ülkenin enerji portföyünü en iyi şekilde oluşturmak için enerji sisteminde,

- a- Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Önemli bir potansiyeli olan yerli ve yenilenebilir enerji (hidroelektrik, jeotermal, rüzgâr ve güneş vb.) kaynakların desteklenmesi, enerji arzı güvenliği açısından, etkin bir çözüm olarak görülmektedir.
- b- Petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt kaynakları üretici ülkeleri ve tüketici ülkeler arasında enerji köprüsü olmak, uzun vadede enerji arz güvenliğine en önemli katkıyı sağlayacaktır.

Türkiye, doğal gaz rezervleri açısından zengin bir ülke değildir ancak, doğusunda zengin doğalgaz ve petrol rezervlerine sahip olan Hazar Bölgesi ve Ortadoğu ülkeleri ile batısında sanayileşmiş Batılı ülkeler arasında doğal bir köprü durumundadır. Bölge ile ekonomik, kültürel ve tarihi ilişkileri bulunan Türkiye, Avrasya bölgesindeki oluşumlara cevap verebilmek için, uluslararası Konsorsiyum tarafından gerçekleştirilen Doğu-Batı Enerji Koridoru içinde yer almaktadır. Trans-Hazar ve Trans-Kafkasya petrol ve doğal gaz boru hatları yapımına dayanan proje ile Hazar Bölgesi ve Ortadoğu ülkeleri enerji kaynaklarının sanayileşmiş Batılı ülkelere güvenli bir şekilde ulaştırılması hedeflenmektedir (Hacısalıhoğlu, 2008:1870; Kılıç, 2008:1931; Balat, 2008:1667; Ayrıca, enerji iletim hatlarında, tedarikçi veya transit geçiş ülkelerinin siyasî istikrarsızlığı arz kesintisi riskini de beraberinde getirmektedir (Le Coq ve Paltseva, 2009:4475). Türkiye, enerji iletim hatları güzergâhını üzerindeki bölgede ekonomik ve siyasî açıdan en istikrarlı ülkelerden biri olarak konumunu daha da güçlendirmektedir.

Hazar ve Orta Asya petrol ve doğal gaz rezervlerini doğuya doğru taşıyan enerji iletim hatları Afganistan ve İran'ın stratejik önemini artırırken; batıya doğru uzanan boru hatların da Türkiye'yi doğal enerji koridoru (Tablo 3.19) yapması kaçınılmazdır.

Petrol ve doğal gaz rezervleri açısından zengin olmasa da Türkiye, enerji zengini komşuları aracılığı ile Ümit ve Hürmüz boğazına en güvenli alternatif yol olarak önemini artırmaktadır. Gelecek 25 yıl içinde %60 artması beklenen dünya enerji ihtiyacının, %75'inin Orta Doğu, Rusya ve Orta Asya'daki petrol ve doğal gaz rezervlerinden karşılanması beklenmektedir. Orta Asya rezervleri dünya enerji talebini karşılamada alternatif olurken; Türkiye jeopolitik konumu nedeniyle, başta Avrupa güzergâhı olmak üzere dünya pazarlarına boru hatları vasıtasıyla Orta Asya petrol ve doğal gazının taşınmasında doğal bir köprü ve satıcı konumundadır.

Türkiye Kuzey-Güney ekseninde de transit ülke konumundadır. BTC, Irak-Türkiye ve Samsun Ceyhan boru hattı büyük taşıma potansiyeline sahiptir. Boğazlardan geçen transit taşıma tankerleri ile dünyadaki petrolün %6,7'sinin Türkiye üzerinden taşınması söz konusudur. Ceyhan'da inşa edilmesi düşünülen rafineri ve LNG terminali ile bölgenin petrol musluğu olması beklenmektedir (BOTAŞ, 2011).

Rusya ile 1986 yılında yapılan ilk gaz alım anlaşmasının ardından, arz kaynaklarını çeşitlendirerek, arz güvenliği ve tedarikte esnekliği artırmak için, 1988 yılında Cezayir ve 1995 yılında imzalanan anlaşma ile de Nijerya'dan sıvılaştırılmış doğal gaz alınmasına başlanmıştır. Artan tüketimle birlikte Rusya'dan ilave hat ile ve ayrıca İran-Rusya, Mavi akım hattından doğal gaz ithalatı da artmıştır. 12.03.2001 tarihinde imzalanan anlaşmayla 2007 yılı itibariyle Azerbaycan'dan da gaz ithal edilmeye başlanmıştır. Böylece mevcut durum itibariyle Türkiye, 1999 yılında imzalanan ancak henüz devreye girmeyen Türkmenistan anlaşması haricinde 5 farklı ülkeden uzun dönemli doğal gaz alım anlaşmaları kapsamında doğal gaz ithalatı yapmaktadır (BOTAŞ, 2011).

Rusya ve Orta Asya doğal gazının Avrupa'ya ulaştırılması sorunu, Türkiye'yi de yakından ilgilendiren Nabucco Doğal Gaz Boru hattı projesini gündeme getirmiştir. Avrupa'ya doğal gaz açılımı çalışmaları kapsamında başlatılan ve Türkiye-Bulgaristan-Romanya-Macaristan-Avusturya Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Nabucco Projesi), dünyanın en büyük gaz rezervlerine sahip bölgeleri olan Hazar bölgesi ve Ortadoğu'yu doğrudan Avrupa tüketici pazarlarına bağlayacak, dünyanın en büyük projesi olarak tanımlanmaktadır.



**Tablo 3.19. Türkiye'nin Stratejik Enerji Hatları Projeleri**

<b>Doğu-Batı Enerji Koridoru Petrol ve Doğal Gaz Boru Hatları (Trans-Hazar ve Trans-Kafkasya Petrol ve Doğal Gaz Boru Hatları)</b>	
Bakü-Tiflis-Ceyhan Boru Hattı (BTC)	Doğu-Batı Enerji Koridoru projesinin en önemli ayağını oluşturmaktadır.
Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı (Şahdeniz Projesi)	Azerbaycan doğal gazının Gürcistan üzerinden Türkiye'ye taşınması için Azerbaycan SOCAR ve BOTAŞ arasında imzalanan anlaşmayla 2001 yılında kurulan ve Türkiye-Gürcistan sınırından başlayan 113 km uzunluğunda, (Faz-I, 2006 ve Faz- II, 2007) iki fazdan oluşan boru hattı
Aktau-Bakü-Tiflis-Ceyhan Boru Hattı (BTC) (Kazakistan petrolerinin BTC'ye bağlanması )	Kazakistan, Kaşagan yataklarından yılda yaklaşık 7,5 milyon ton petrolün Hazar Denizi altından Aktau-Bakü arasına dönecek yeni bir boru hattıyla Bakü-Tiflis-Ceyhan boru hattına aktarılması için Azerbaycan'la anlaşma yapılmıştır.
Hazar-Türkiye-Avrupa Boru Hattı (Nabucco)	1-Bakü- Tiflis-Erzurum-Yunanistan-İtalya 2-Bakü- Tiflis-Erzurum-Bulgaristan-Romanya-Avusturya-Almanya Proje, Türkiye ve AB'nin gelecekteki doğalgaz ihtiyacını karşılayacaktır.
<b>Kuzey-Güney-Batı Enerji Koridoru</b>	
Kerkük-Yumurtalık Petrol Boru Hattı	1976 yılında yapılan hat, Irak Türkiye arasında 986 ve 890 km uzunluğunda iki paralel hattın oluşmaktadır. 1/3 kapasite ile çalışan hatta Kerkük petrolünün Yumurtalıktan dağıtımı yapılmaktadır. 1990 yılındaki Körfez krizi ile sadece insani amaçlarla yıllık 20 milyon ton petrol taşınmasına izin verilmektedir.
Rusya-Türkiye Boru Hattı (Mavi Akım)	2002 yılında imzalandı. 1252 km olan hattın 376 km'si deniz altından geçmektedir. 2010 yılında Rusya'dan alınacak yıllık 16 milyar m <sup>3</sup> doğal gazın tam kapasite ile iletilmesi beklenmektedir.
Irak-Suriye-Mısır-Türkiye-Avrupa Doğalgaz Boru Hattı	Mısır Doğalgazı'nın Türkiye'ye taşınması ve Türkiye üzerinden pazarlanması hedeflenmektedir. Projenin Suriye-Mısır etabına ait 324 km uzunluğundaki inşaat çalışmaları halen devam etmektedir.
Katar-Türkiye-Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı	Hattın deniz ayağıyla birlikte toplam uzunluğunun 2900 km olması planlanmaktadır. Yıllık 20 milyar m <sup>3</sup> doğal gazın Katar, Irak ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya ulaştırılmasını öngören projenin toplamda 8 milyar \$ olması beklenmektedir. Hat ile Hazar kaynaklarının Avrupa'ya taşınmasını sağlayacak Nabucco Projesine de kaynak sağlanacaktır.
Türkmenistan-Türkiye-Almanya Doğal Gaz Boru Hattı	1998 yılında Türkmenistan ile imzalanan anlaşma gereği BTC'ye paralel bir hat olarak yapılacaktır. 21 Mayıs 1999 tarihinde, BOTAŞ ve Türkmenistan hidrokarbon kaynaklarının kullanımı için Türkmenistan Devlet Başkanı nezdinde yetkilendirilmiş mercii arasında, 16 Milyar m <sup>3</sup> doğal gaz alımı için 30 yıl süreli Doğal Gaz Alım-Satım Anlaşması imzalanmıştır.

Kaynak: BOTAŞ, 2011.

Proje, Türkiye'de BOTAŞ, Bulgaristan'dan Bulgargaz Holding, Romanya'dan Trangaz, Macaristan'dan MOL ve Avusturya'dan OMV Gaz ve Enerji şirketlerinin katılımı ile doğal gaz taşıma koridoru olarak Kafkas bölgesinden, Ortadoğu, İran, Irak ve Rusya'dan Avusturya Boumgarten üzerinden Avrupa Birliği'ne "Orta Avrupa Gaz Ağı" olarak ifade edilen doğal gaz taşıma projesi olarak başlamıştır. Nabucco Projesi Uluslararası Anlaşması 13 Temmuz 2009 tarihinde Ankara'da imzalanmış olup, 14

Temmuz 2009 tarihinde de Proje Destek Anlaşması müzakereleri başlatılmıştır (ETKB, 2010).

Birinci aşamada boru hattı projesinin, 2010 yılında Ankara'dan Boumgarten'e kadar olan bölümünün yapımına başlanması ve 2013 yılında tamamlanması; ikinci aşamada ise Ankara ve Gürcistan Türkiye sınırı ve İran-Türkiye sınırına kadar olan bölümün 2015 yılında tamamlanması şeklinde iki aşamalı olarak planlanmıştır. (BOTAŞ, 2011).

**Şekil 3.3. Nabucco Doğal Gaz Hattı Güzergâhı ve Uzunluğu**



Ana Nabucco Hattı	Uzunluk(km)
Türkiye	1.558
Bulgaristan	392
Romanya	457
Macaristan	388
Avusturya	46
Besleme Hatları	
Gürcistan sınırı-Horasan	226
İran sınırı - Horasan	214
Türkiye Toplam	1.998

KAYNAK:BOTAŞ

13

Nabucco Doğal Gaz Boru Hattı ile ilk etapta güzergâh üzerindeki ülkelerin gaz ihtiyacının karşılanması; sonrasında Avrupa'da önemli bir doğal gaz dağıtım noktası olacak olan Avusturya üzerinden diğer ülkelerin gaz taleplerindeki gelişmelere göre Batı Avrupa'ya ulaşılması amaçlanmaktadır. Toplam uzunluğu 1998 km olması düşünülen hattın 1558 km gibi önemli bir uzunluğunun Türkiye'de olması planlanmaktadır (BOTAŞ, 2011).

Yaklaşık uzunluğunun 3.300 km, kapasitesinin ise 25,5-31 milyar m<sup>3</sup>/yıl olması, 2013 yılında ilk kapasite ile devreye alınması planlanmaktadır. Boru hattı güzergâhının planlanan uzunluğu (Şekil 3.3) aşağıdaki şekildedir:

Toplam Nabucco Boru Hattı Uzunluğu (Besleme Hatları Hariç): 2.841 km  
 Toplam Nabucco Boru Hattı Uzunluğu (Besleme Hatları Dahil): 3.282 km

**Şekil 3.4. Nabucco Doğal Gaz Boru Hattı Haritası**



Kaynak: BOTAŞ, 2011.

AB resmi belgelerinde en öncelikli projeler arasında yer verilen Nabucco projesiyle aşama aşama proje tamamlandıkça gaz akımı da artacaktır. Buna göre;

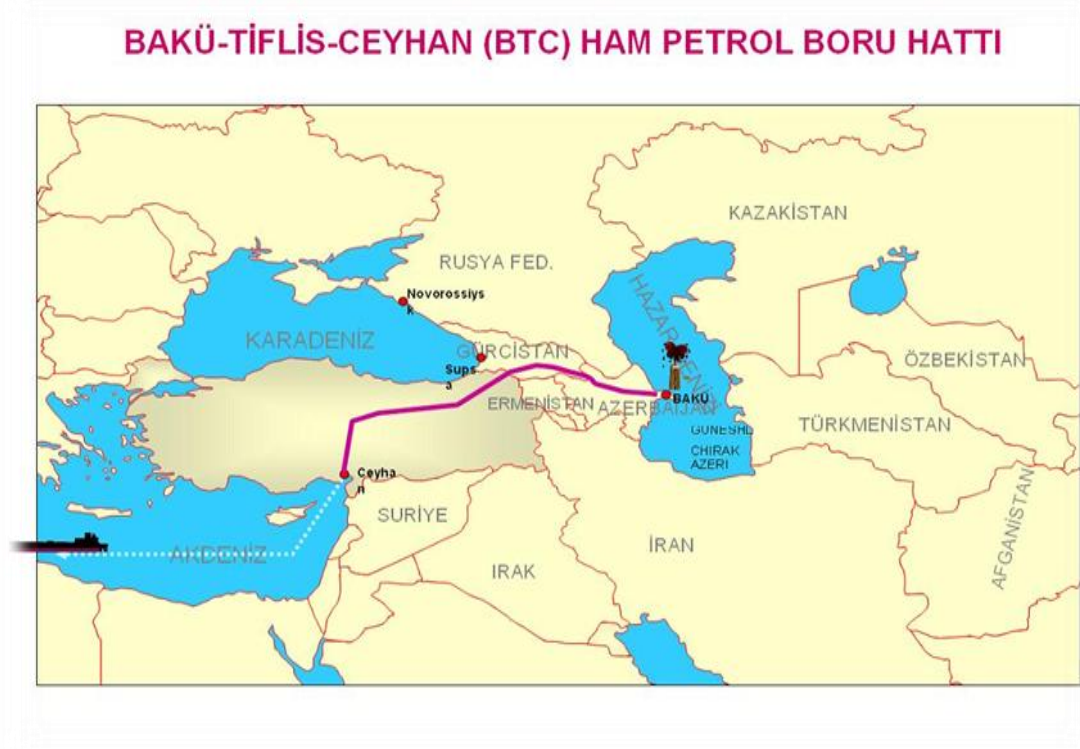
- 2013'te yılda 8 milyar m<sup>3</sup>
- 2017'de yılda 15 milyar m<sup>3</sup>
- 2021'den itibaren 31 milyar m<sup>3</sup>

gazın taşınması hedeflenmektedir. Mevcut şartlara bakıldığında, Azerbaycan Şah Deniz, Türkmenistan ve diğer Trans-Hazar kaynakları ile İran gazının taşınması öngörülmektedir. Uzun vadede Irak ve Suriye üzerinden Mısır gaz kaynağı başta olmak üzere diğer çevreleyen kaynaklardan da gaz taşınması planlanmaktadır (ETKB, 2010; BOTAŞ, 2011).

Kafkasya'da ve Orta Doğu'daki yeni doğal gaz kaynaklarına erişim ve Batı, Orta ve Güneybatı Avrupa'nın enerji arzı güvenliğini sağlamak açısından jeopolitik bir öneme sahip olan proje (Şekil 3.4), Türkiye'yi de uluslararası bir gaz dağıtıcısına

dönüştürecektir. 2008-2009 yılları itibarı ile tarafların hükümetler arası ve ev sahibi ülke ile görüşmeleri Nabucco Projesi'nin geliştirilme aşamasının henüz devam etmekte olduğunu göstermektedir.

**Şekil 3.5. Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı**



Dünyanın en uzun ikinci boru hattı olan Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı, 1768 km uzunluğu ile 2008 yılından beri Kazakistan ve Azerbaycan petrolünü Türkiye üzerinden dünya pazarlarına ulaştırmaktadır. Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) boru hattı (Şekil 3.5) enerji transferi rotaları ve özellikle de boru hatları Kafkasya'nın jeo-politik konumunu belirlemede anahtar rol oynamaktadır. AB ve ABD hükümetleri, Rusya'yı baypas ederek Doğu-Batı enerji koridoru vasıtasıyla Kafkas enerjisini taşıyacak olan ve söz konusu projenin ilk ayağını oluşturan BTC gibi, enerji nakil projelerine destek vermektedir. Türkiye, transit geçiş ülkesi olarak coğrafi konumu gereği Rusya'yı baypas eden projelerde doğal köprü konumundadır (Erdal vd.,2008:3838; Guliyev ve Akhrarkhodjaeva, 2009:3172).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Cumhuriyetin yüzüncü yılı olan, 2023 yılına kadar ulaşmayı öngördüğü hedeflerini:

- Yerli kömür ve hidroelektrik kaynakların tamamen kullanılabilmesi,

- Yenilenebilir kaynak potansiyelinin artırılması ve azami kullanımı,
- 2020 yılına kadar elektrik üretimine nükleer enerjinin dâhil edilmesi,
- Enerji verimliliğinde, hızlı ve sürekli gelişme sağlanarak, AB seviyesine ulaşılması olarak belirlemiş ve kamuoyuna duyurmuştur.

ETKB, enerji politikasında; enerjinin etkin kullanımı, dışa bağımlılığın azaltılması, enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi gibi temel hedeflerin gerçekleştirilmesiyle ekonomiye katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Son yıllarda iç politikada yoğun tartışma konusu olan enerjide serbestleşme olgusu, özellikle elektrik enerjisi sektöründe olmak üzere, hız kazandırılarak devam etmektedir.

Enerji arz güvenliğinde, doğal gaz tüketiminin ülkenin dışa bağımlılığını azaltmak ve aynı zamanda verimlilik ve çevresel kaygılarla %20'lerde tutulması ve alım zorunluluğu olan miktarın öncelikle konut ve sanayi sektöründe kullanıldıktan sonra ihtiyaç fazlasının da Avrupa ülkelerine satışı için bağlantılar kurulması alternatif bir çözüm önerisi olarak sunulmaktadır. Ayrıca kısa vadeli arz kesintilerine karşı, gaz akışında sürekliliği sağlamak için tüketimin %15'i kadar miktarın depolanmasının arz güvenliği açısından önemli olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Gelecek 25 yıl içinde %60 artması beklenen dünya enerji ihtiyacının %75'nin Orta Doğu, Rusya ve Orta Asya'daki petrol ve doğal gaz rezervlerinden karşılanması beklenmektedir. Orta Asya rezervleri dünya enerji talebini karşılamada alternatif olurken; Türkiye de jeopolitik konumu nedeniyle, başta Avrupa güzergâhı olmak üzere, boru hatları vasıtasıyla Orta Asya petrol ve doğal gazının dünya pazarlarına taşınmasında doğal bir köprü ve satıcı konumundadır (Guliyev ve Akhrarkhodjaeva, 2009:3175).

Türkiye, AB ve ABD'de olduğu gibi, piyasa yapısını liberalleştirerek, rekabetçi mâli piyasanın önünü açarak, güçlü ve açılımlı yeni bir politika yaklaşımı izlemeye başlamıştır. Ülkenin enerji çeşitliliği temelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının üretime kazandırılması, enerji tasarrufu ve verimliliği konularında atılan adımlarla dünya enerji piyasasında varlığını gösterme gayreti devam etmektedir.

## **4. BÖLÜM: ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR ANALİZ**

Bu bölümde, arz güvenliğini etkileyen faktörler, ekonometrik olarak incelenecektir. Bu amaçla oluşturulan teorik bir model bulunmadığından, kullanılacak *ad hoc* model, arz güvenliği literatüründen yararlanılarak oluşturulacaktır. Potansiyel faktörler tespit edilecek, ölçüm yöntemleri tartışılacak, grafiksel ve betimsel analizleri yapılacak ve ardından oluşturulan modeller tahmin edilecektir.

### **4.1. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ ÜZERİNE AMPİRİK LİTERATÜR**

Literatürde enerji arz güvenliğini ölçmek için kullanılan göstergelerin, enerji arz güvenliğini tanımlarken kullanılan parametrelerden yola çıkarak oluşturulduğu gözlenmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalar genellikle, enerji arz kesintisi riskleri karşısında ekonomilerin maruz kaldığı ekonomik kırılganlığın nedenleri, boyutu ve göstergelerinin tanımlanması, araştırılması ve değerlendirilmesi şeklinde yapılan çalışmalar olup, bunlardan sadece bir kısmı Tablo 4.1’de özetlenmiştir. Bunların bir kısmı betimsel analizler ve endeks çalışmaları iken, bir kısmı ise ampirik analizler içermektedir.

Enerji arzı kesintisi riskine karşı kırılganlığı/enerji güvenliğini ölçen modeller, genel olarak iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup modeller, kırılganlığa neden olan faktörleri, örneğin enerji fiyatlarını incelerken, ikinci grup modeller ise ekonomideki kırılganlığın boyutunu açıklamaktadır. Makroekonomik modellerin bulguları, politika yapıcılar tarafından ekonomik kırılganlığı düzeltmek için kullanılmaktadır. Makroekonomik modeller de kendi içinde, çok değişkenli zaman serisi modelleri (TSM) ve genel denge modelleri (CGE) olarak ikiye ayrılmaktadır. VAR (Vector autoregressive) model, TSM içinde literatürde en çok kullanılan modeldir (Gnansounou ve Dong, 2010:2848, Jansen vd., 2004:32).

Enerji arzı güvenliğinin gösterge endeksleri, tek bir ülkedeki enerji kaynakları için ayrı ayrı oluşturulabildiği gibi, diğer ülkeleri de kapsayan karşılaştırmalı endeksler de mevcuttur. Örneğin petrol, doğal gaz ve kömür gibi enerji kaynağı çeşitlendirmesi veya tedarikçi çeşitlendirilmesi gibi önlemler, enerji güvenliği göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bazı çalışmalarda ise ithal enerji bağımlılık oranı, enerji arz

güvenliğinin göstergesi olarak belirlenmiş ve yeterli miktarda yerli enerji kaynağı (petrol ve doğal gaz) rezervinin olması ve rezervlerin yine yerli üretimini gerçekleştirecek sektör donanımına sahip olunması, enerji arz güvenliğini artıran bir gösterge olarak kabul edilmiştir. Kaynak rezervi ve sektörün rezervi işleme kapasitesi arttıkça, ithal enerji bağımlılığı azaldığı için enerji arz güvenliği de artacaktır.

Enerji arz güvenliğini ölçmek için genellikle, Shannon-Weiner ve Herfindahl-Hirschmann endeksleri kullanılmaktadır. Enerji arz güvenliğinin farklı boyutta ele alınması durumunda, bu endekslerin daha da geliştirildiği gözlenmektedir. IEA, Herfindahl-Hirschmann endeksini kullanarak, petrol, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynağının piyasadaki yoğunluğu/payı ve ithal enerjiye bağımlı olan ülkelerin enerji arz kesintisine karşı dayanıklılığını ölçen göstergeler geliştirmiştir. IEA, piyasanın arz yönünü ve ihrac eden ülkenin siyasî istikrarını gösterge olarak kullanmıştır (Kruyt vd., 2009).

Löschel (2010:1667) enerji arz güvenliğine farklı bir açıdan yaklaşarak, göstergeleri ex post ve ex ante olarak iki gruba ayırmıştır. Ex post yaklaşımda, geçmişte kullanılan enerji sisteminin ekonomiye etkisi araştırılmaktadır. Piyasa kurallarının hakim olduğu bir ülkede, belli bir enerji türünün, belirli bir zamanda ve miktarda tüketimindeki değişme, fiyatındaki değişmeye neden olacak ve enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyecektir. Ex ante yaklaşımda ise, mevcut piyasa koşullarındaki enerji sisteminin, gelecekte ekonomiye etkileri araştırılmaktadır. Ex post yaklaşım enerjinin fiyatı ve miktarı ile ilgili iken, ex ante yaklaşımda, piyasa yapısı, küresel enerji tüketimi ve arzını etkileyecek küresel siyasî olaylar veya teknolojik ilerleme, ülkenin enerji tüketimi yapısı/yelpazesinin ve ithalat bağımlılık oranının değişmesi, enerji kaynağının ikame olması, verimlilik gibi faktörler etkili olmaktadır.

Piyasa odaklı tanımda enerji arz güvenliği, kısa dönemde piyasanın “işleyişi”nin bozulmasıyla; uzun dönemde enerji kaynağının tükenmesi/kesintisi ve enerjinin tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreçte transit aracı, stoklama, iletimindeki arz kesintisi gibi faktörlerle ölçülmektedir. Piyasa odaklı tanımlarda, piyasa risklerini nicel ve nitel olarak ölçmeyi amaçlayan yaklaşımlar da mevcuttur (Chester, 2010:888). 2000’li yıllarla birlikte kısa ve uzun dönemli arz kesintisi risklerinin nicel ve nitel açıdan ölçülmesi ve değerlendirilmesi için, Shannon-Wiener gibi endeksler geliştirilerek enerji kaynağı farklılaştırması, ithalat bağımlılığı, enerji talebi ve siyasî riskleri nicel

açından ölçen göstergeler kullanılmaya başlanmıştır. Bir diğer nicel gösterge ise petrol arzı kesintisine karşı, Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis) kullanılarak yapılan, ekonominin kırılabilirliğini ölçen endekstir.

Jansen vd.(2004), Shannon çeşitlilik (diversity indeks) endeksini kullanarak AB’de enerji arz güvenliğini analiz ederken, uzun dönemde arz güvenliğini gösteren dört gösterge oluşturmuştur. Göstergeler, “petrol, doğal gaz, kömür, geleneksel ve modern biyoyakıt, nükleer, yenilenebilir ve hidro-kaynaklar gibi sekiz birincil enerji kaynağının uzun dönemde enerji arz güvenliğinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Göstergeler, enerji arzında enerji kaynağının farklılaştırılması; enerji ithalatında, ithal enerji kaynağının farklılaştırması, ithal edilen enerji kaynağının bulunduğu ülkedeki siyasî istikrar ve enerjinin ithalata bağımlılığını ölçmek için kullanılmıştır.

Benzer şekilde Constantini vd. (2007) enerji arz güvenliği göstergelerini, bağımlılık ve kırılabilirliği ifade eden fiziksel ve ekonomik terimlerle iki grupta toplamıştır. Fiziksel olarak, ithal edilen enerjide dışa bağımlılığı gösteren, toplam birincil enerji içindeki ithal petrol ve doğal gaz oranını ve dünya petrol ve doğal gaz ithalatı içindeki Avrupa petrol ve doğal gaz ithalatının payını kullanmıştır. Shannon-Weiner çeşitlilik endeksini kullanarak, üretim ve ticarete arz yoğunluğu ve petrolün ulaşımında, doğal gazın elektrik üretiminde kullanılma yüzdesi ile kırılabilirliğin fiziksel boyutunu hesaplamıştır. Kırılabilirliğin ve bağımlılığın ekonomik boyutu ise sırasıyla; petrol ve doğal gaz ithalatının değeri ve petrol ve doğal gaz tüketiminin milli gelirdeki payı (GSMH) ile tahmin edilmiştir.

Le Coq ve Paltseva (2009:4470), AB enerji politikasının en önemli hedeflerinden biri olan enerji arz güvenliği üzerine yaptığı çalışmada; AB üye ülkelerinin ithal ettiği petrol, doğal gaz ve kömür gibi birincil enerji kaynakları için ayrı ayrı endeksler kurarak; enerji ithalat farklılaştırması, ithal edilen ülkedeki siyasî risk, enerji transferi ve enerji arz kesintisinin neden olacağı ekonomik etkileri birleştirerek, kısa dönem enerji arzı risklerini belirlemeye çalışmıştır. Sonuç olarak AB açısından, kısa dönemde ithal enerji risklerini sektörel bazda ve enerji çeşidine göre değerlendirmenin, Birliğin ortak politika oluşturmasında daha doğru bir yöntem olacağı ifade edilmiştir.

Enerji arz kesintilerine karşı ekonomik kırılabilirliği ölçen çalışmalardan bir diğeri de Gupta (2008) tarafından yapılmıştır. Petrol ithal eden ülkelerin kısa dönem



petrol arzı kesintisine karşı kırılganlığını ölçmek için; toplam petrol tüketimi içindeki yerli üretim oranı, petrol arzında jeopolitik risk, petrolün sektörel tüketim yoğunluğu, milli gelirdeki (petrol ithalatının) maliyeti ve toplam birincil enerji içindeki petrol tüketimi oranı birleştirilerek petrol kırılganlığı endeksi oluşturulmuştur. Gupta, yaptığı çalışmada, petrol ithalatının GSMH'ya oranı, petrol yoğunluğu, kişi başı GSMH ve enerji tüketiminde petrol oranı gibi göstergeleri kullanmış, petrol kırılganlığı endeksinde bu değişkenlerin %62,49 oranında piyasa risklerini açıkladığı sonucuna varmıştır (Gupta, 2008:1206)

Gnansounou, (2008:3740), birleşik arz/talep (zayıflığı) endeksini oluşturarak, enerji kırılganlığını ölçmede gösterge olarak kullanmıştır. Endekste enerji yoğunluğu, birincil enerji arzının neden olduğu CO<sup>2</sup> emisyonu, elektrik arzı zayıflığı/yetersizliği, ulaşım sektöründe kullanılan yakıtların farklılaştırılmaması, temel göstergeler olarak kullanılmıştır. Badea vd. (2011) benzer şekilde enerji arz güvenliğini; enerji yoğunluğu, karbon yoğunluğu, üç önemli enerji kaynağı, petrol, doğal gaz ve kömür için ithalat bağımlılığı oranlarını, birincil enerji üretimi, elektrik üretim kapasitesi, ulaşım sektörünün enerji talebi olmak üzere sekiz gösterge ile ölçmeye çalışmıştır.

Dünya Enerji Konseyi de Avrupa ülkelerinin uzun dönem enerji kırılganlığıyla mücadele edebilme kapasitesini gözlemek için, bileşik kırılganlık endeksini geliştirmiştir. 1970'li yıllardaki petrol şokları, dünya ekonomisinin arz kesintisi ve fiyat dalgalanmalarına karşı kırılganlığın ne derece önemli olduğunu göstermiştir. Her ülkenin enerji altyapısı, arz yetersizliği, kazalar, terörizm, teknik aksaklık veya doğal afet gibi nedenler enerji altyapısına çok büyük zarar verebilir. Mali kaynak yetersizliği de, enerji arzı, iletimi ve güvenilirliğini sınırlayarak kırılganlığı veya güvensizliği artırırken; enerji ithalat fiyatının yükselmesi, kısa vadede inelastik talep nedeniyle, ödemeler dengesini ters yönlü etkilemekte, enflasyonist baskılara neden olmakta ve sonuçta tüketim ve yatırımların azalmasına neden olmaktadır. Tablo 4.1'de enerji arz güvenliği üzerine yapılan ampirik çalışmalardan bazılarını özetlenmektedir.

**Tablo 4.1. Enerji Arz Güvenliği İle İlgili Yapılan Ampirik Çalışmalar**

Yazarı ve Yılı	Analiz Dönemi ve Ülkeleri	Kullanılan Yöntem	Kullanılan Değişkenler	Sonuçlar
Liao, Fan ve Wei (2007)	1997 -2002 2003-2006 Çin	Tornqvist ve Sato-Vartia Endeksleri	Sektörlerin toplulaştırılmış enerji yoğunluğu, Alt sektörlerin enerji tüketimi, Alt sektörlerin yarattığı katma değer	Çin’de 1997-2002 arası verimliliğinin artması enerji yoğunluğunu azaltmıştır.
Jansen, Arkel ve Boots (2004)	2000-2040 Sürdürülebilirlik senaryoları	Shannon Divesity İndeks.	Birincil enerji arzı kaynak portföyü, Enerji ithalat bağımlılığı, Uzun dönem sosyo-politik istikrar, İthal enerji kaynaklarının tükenmesi	Göstergeler, uzun dönem enerji arz güvenliği projeksiyonları yapmak için kullanılabilir.
Frondel ve Schmidt (2008)	1980-2004 Almanya ve ABD	Enerji Arzı Risk Endeksi	Enerji arzında yerli üretim İthal edilen ülkenin ekonomik ve siyasi istikrarı İthal enerji çeşitlendirmesi	Almanya’nın enerji arz kesintisi riski, ithal enerji kaynağı yoğunluğundan dolayı ABD’den daha fazladır.
Gupta (2008)	2004 Petrol ithal eden 26 ülke	Temel bileşenler Analizi (PCA) ile Petrol kırılabilirlik Endeksi	Yerli petrol rezervi/toplam petrol tüketimi, Jeopolitik petrol riski, Milli gelirdeki petrol maliyeti, Kişi Başı Milli Gelir, Piyasa fiyatları ile petrol yoğunluğu, Petrol Oranı	Kırılabilirlik endeksinde, en önemli kalem petrol ithalatının GSMH oranı, milli gelir, piyasa likiditesi, enerji yoğunluğu ve petrol oranı olarak sıralanmıştır.
Shafiee ve Topal (2008)	1949 - 2006 Dünya ve ABD	Ekonometrik model	Dünya rezervleri, Fosil yakıt fiyatları, ABD enerji üretimi ve net İthalatı	Dünyada petrol, kömür ve doğal gaz tüketimi son yarım yüzyılda artmaktadır
Kruyt vd. (2009)	Genel	Enerji arz güvenliği göstergeleri Betimsel analiz	Enerji arz güvenliğinde; basit göstergeler, endeksler ve senaryolara dayalı modeller	Enerji arz güvenliğinin sağlanması için oluşturulan politikaların oluşturulmasına katkı sağlayacak çalışmalar
Jansen ve Seebregts (2010)	2005 27 AB üyesi ülke	Arz/Talep endeksi (S/D Index)	Fosil yakıt bağımlılığı, Enerji sistemleri	Arz güvenliğinde uzun dönemde, kırılabilirliğin iyileştirilmesi yanında talep esnekliğinin sağlanması da önemlidir.
Vivoda (2009)	ABD, Çin Japonya	İthal kaynak çeşitlendirmesinin kavramsal analizi	İthal enerji çeşitlendirmesi, Petrol ithal eden ülkelerin enerji güvenliği	Sistemik göstergeler her bir ithalatçı ülkeyi etkilerken her ülkenin kendine has göstergeleri de

				dikkate alınmalıdır
Gnansounou ve Dong (2010)	2007–2030 Çin	Nicel ve nitel değerlendirme	Petrol, kömür ve elektrik enerjisi arzı, Çevresel faktörler, Enerji fiyatları	Çin, daha yeni teknolojiler kullanarak kömürden elektrik üreterek, CO <sub>2</sub> emisyonunu azaltabilir.
Löchels, Ulf ve Rubbelke (2010)	OECD Ülkeleri	Ex post, Ex ante Endeksleri	Fosil yakıt ihraç eden ülkenin, piyasadaki ihraç potansiyeli ve siyasî istikrarı, Tüketici ülkenin TPES fosil yakıt oranı	Enerji ihraç eden ülkenin siyasî istikrarı ve piyasa yapısı dikkate alınmalıdır
Le Coq ve Paltseva (2010)	AB ülkeleri	Petrol, Doğal Gaz ve Kömür Endeksleri	Enerji ithalat çeşitlendirmesi, Fosil yakıt ihraç eden ülkenin, siyasî istikrar, Enerji transit güzergahı riski Arz kesintisinin ekonomik etkisi	Enerji arz risklerinin kısa vadedeki sonuçları tartışılmıştır.
Cabalu H. (2010)	Gaz ithal eden 7 Asya ülkesi	Doğal Gaz Arz Güvenliği Endeksi	Doğal gaz yoğunluğu, Net gaz ithalat bağımlılığı, Yerli gaz üretiminin toplam gaz tüketimine oranı, Jeopolitik Risk	Enerji arz kesintisi kırılganlığı, her ülkenin kendi koşullarında değerlendirilmelidir.
Bambawale ve Sovacool (2010)	Çin	Enerji Arz Güvenliği Anketi	Enerji arz güvenliği, İklim değişikliği, Jeopolitik, Enerjide kendi kendine yeterli ve ticaret, Ademi-merkezi sistem, Araştırma ve Yenilik	Çin’de fosil yakıt arz güvenliği, enerji güvenliğinin en önemli boyutudur
Greene (2010)	AB, OPEC ve Dünya	Petrol Güvenliği Metrics Modeli (OSMM)	Petrol bağımlılığı, Petrol güvenliği	Enerji arz güvenliğinde niteliksel ekonomik maliyet, gelecekteki petrol güvenliği politikaları için kullanılabilir
Badea, M.Roc, Bolado ve Tarantola (2011)	2005-2030	Ortalama ağırlıklı Bileşik Endeks	Enerji yoğunluğu, Karbon Yoğunluğu, Petrol, doğal gaz, kömür için ithalat bağımlılığı oranı, Birincil enerji üretimi, Elektrik üretim kapasitesi, Ulaşım sektörünün enerji talebi	Bileşik endeksteği göstergeler, enerji arz güvenliğini artıracak önlemlerin belirlenmesinde etkilidir
Onat ve Bayar (2010)	Genel	Sürdürülebilirlik analizi	Elektrik üretiminde sürdürülebilirlik parametreleri, CO <sub>2</sub> emisyonu, Alan kullanımı, Enerji çıktısı, Su kullanımı, Çevresel ve toplumsal etkiler	Elektrik üretiminde kesintisiz enerji temininde sürdürülebilirlik göstergeleri en yüksek rüzgar ve nükleer enerjidir.
Balat (2010)	Türkiye	Betimsel analiz	İthal fosil yakıt bağımlılığı, Enerji tedarikçilerinin güvenilirliği, Yüksek enerji yoğunluğu,	Türkiye ithal enerji bağımlılığı yüksek bir ülke olarak özellikle zengin

			Türk enerji sektörünün yatırım ihtiyacı	toryum kaynağı ile nükleer enerji ile yenilenebilir enerji arzını artırabilir.
Aydın ve Acar (2011)	Türkiye	CGE Hesaplanabilir Genel Denge	Faiz oranı, GSYH, Tüketici fiyatları, Enflasyon, Dolaylı vergi gelirleri, Ticaret dengesi, Karbon emisyonu	Petrol fiyatları Türkiye ekonomisinin makro göstergeleri ve karbon emisyonu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir

Ekonomik açıdan arz güvenliğini tehdit eden en önemli risk faktörü, dünya enerji fiyatları olmuştur. Dünyada artan enerji talebi ve coğrafi olarak belli bölgelerde yoğunlaşan enerji rezervleri için yaşanan rekabet, enerji fiyatlarının yükselmesine neden olmakta ve enerji arz güvenliğinin önemini daha da artırmaktadır. Enerji arz güvenliği açısından, enerjinin makul fiyatlarda olması geniş anlamda ülke ekonomisinin büyümesi demektir. Bir çok ampirik çalışmaya göre; enerji tüketimi, GSYIH ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü pozitif ilişki mevcuttur. Yapılan ampirik çalışmalar, enerji fiyatlarının artmasının enerji tüketimini kısa vadede düşürmezken uzun vadede azalttığını göstermektedir. Shafiee ve Topal, fosil yakıt rezervlerini, 1980-2006 döneminde, etkileyen temel değişkenleri belirlemek için oluşturduğu ekonometrik modelinde; petrol, doğal gaz ve kömür tüketimi ve fiyatlarını kullanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, enerji tüketiminde petrol ve doğal gaz tüketimi ve rezerv artışı arasında beklenenin aksine pozitif ve anlamlı bir ilişki; fiyatların artmasının rezervler üzerinde negatif ve anlamlı bir ilişkisi bulunmuştur. Bu durum petrol fiyatları arttıkça, petrol ikamesi olarak daha ucuz ve bol olan kömür tüketiminin artmasıyla açıklanmıştır. Kömür tüketimi ve rezerv artışı arasındaki ilişki olumsuz ve anlamlı iken; kömür fiyatlarının rezervler üzerinde olumlu ve anlamlı bir ilişkisi bulunmuştur (Shafiee ve Topal, 2008:188).

Enerji fiyatlarındaki yükselme, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hükümetlerin, büyüme sağlama kaygısıyla maliyetleri düşürmek için sübvansiyonlara başvurmasına neden olmaktadır. Ancak sübvansiyonlar uzun vadede üretim maliyetlerini düşürürken, ekonominin enerjiyi etkin kullanmasını engellemekte ve emek maliyetini yükselmektedir. Dünya enerji tüketiminde önemli bir payı olan petrol fiyatları ve son on yılda tüketimi önemli ölçüde yaygınlaşan doğal gaz fiyatları, enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Petrol şokları sonrasında artan enerji fiyatları,

OECD ülkelerinde enflasyon, dış ticaret ve ödemeler dengesinde bozulma, yüksek işsizlik ve firmaların iş kaybı ve tüketicilerde güvensizliğe neden olmaktadır. Ayrıca artan enerji fiyatları, ticaret dengesindeki değişimle ülke gelirinin ithalat yapılan ülkeye transfer edilmesine ve milli gelirin azalmasına neden olmaktadır (Costantini vd. 2007:210).

Ediger, 291 ülkeyi, dünyadaki toplam birincil enerji tüketimindeki paylarına göre sınıflandırırken; ABD'yi ekonomik büyüklüğü ve dünya enerji tüketiminde %25'lik payı nedeniyle '*süper*' enerji tüketen; Çin'i ise nüfus büyüklüğü nedeniyle '*büyük*' enerji tüketen ülkeler olarak listenin en başına koymuştur. Çin'in nüfus büyüklüğü, aynı zamanda ülkenin ekonomik büyüklüğünü de etkileyerek, ülkeyi dünyanın ikinci büyük ekonomisi yapmaktadır. Bu ülkeler, devasa enerji taleplerini karşılamak ve sürdürülebilirliğini sağlamak adına oluşturdukları ekonomi politikaları gereği, dünya enerji piyasasında enerji arzını sağlayan ülkelerle kurdukları siyasî ve ekonomik ilişkileriyle, enerji arzının yönünü tayin etmektedir. ABD ekonomik büyüklüğü, Çin ise nüfus büyüklüğü ile dünyada enerji piyasasının en büyük iki oyuncusu durumundadır (Ediger, 2003: 2998). Çin'in 1970-2005 arasında GSYİH ve kişi başı milli gelirindeki artış yanında, enerji tüketiminde de yıllık ortalama %5 artış gözlenmiştir (Sohn, 2008:185).

Dünya enerji rezervleri, homojen bir dağılım göstermediği için, dünya enerji ticareti, enerji arzında kendine yeten ülkeler ve iç talebi ithalatla karşılayan ülkeler arasında adeta bir bağımsızlık mücadelesine dönüşmüştür. Özellikle tükettiği enerjinin büyük bölümünü ithal eden bazı ülkelerde enerji güvenliği, enerji tüketiminde kendi kaynaklarının yeterli olduğu oranda, enerji bağımsızlığı ve enerji güvenliğinin artırılması olarak yorumlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, enerji bağımsızlığının sağlanması, enerji arzında ülkenin dışa bağımlılığının azaltılmasıyla eş anlamlı kullanılmaktadır. Bir ülkedeki rezerv büyüklüğü ve rezerv üretim oranının yüksek olması, enerji bağımsızlığının göstergesi ve enerji arz güvenliğini olumlu etkileyen bir faktör olarak kabul edilmektedir (Kruyt vd., 2009:2167). Rusya 2005 yılında %12'lik payı ile dünyada petrol üreten ikinci büyük ülke olmuştur. Ürettiği petrolün yaklaşık %70'ini, kömürün %40'ını ve doğal gazın da %22'sini ihraç ederek önemli bir enerji ihracatçısı olmuştur. Rusya, üretiminin sadece %3,4'ünü tüketerek, 1980'lerin sonunda Sovyetler Birliği'nin dağılmasıyla bozulan ekonomisini, rezerv üretimini ve enerji

ihracatını artırarak yeniden yapılandırmayı ve canlandırmayı başarmıştır (Sohn, 2008:190). Rezerv üretim oranının yüksek olması, üretim maliyetinin düşük olması ile açıklanmakta ve enerji arzının makul fiyatlarla tüketiciye ulaşması açısından arz güvenliğini pozitif yönde etkilemektedir.

Ülkelerin, enerji tüketim portföyünde/yapısında bir enerji kaynağının, örneğin petrol, daha yaygın ve yoğun tüketilmesi, enerji tedarikinde tek bir ülkeye veya bölgeye olan ithalat bağımlılığı arz güvenliğini olumsuz etkilenmektedir (Kyruv vd.,2009:2178). Enerji tedarikinde kaynak, tedarikçi ülke ve bölge ve hatta enerji nakil güzergâhı ve iletim hatlarının (boru hattı, deniz taşımacılığı vb) çeşitlendirilmesinin, enerji arz güvenliğini artıracığı ifade edilmektedir. Ancak diğer yandan fosil yakıt tüketiminde, ABD, AB, Japonya, Hindistan ve Çin gibi yüksek enerji talebi ve petrol bağımlılığı olan ülkeler, tedarikçi ülkeleri çeşitlendirseler dahi, dünya petrol rezervleri azaldıkça, petrolün yoğun olarak üretildiği birkaç OPEC ülkesine karşı, ithalat bağımlılığı artmaktadır. Petrol ithalatında yüksek maliyetler, ani arz kesintilerine maruz kalınma riski, petrol piyasanın güvensizliği, petrol ithal eden ülkelerin uzun vadeli arz kesintisine karşı ekonomik kırılganlığını ve enerji arz güvenliği riskini artırmaktadır (Gupta, 2008:1197). Günlük hayatın devamlılığı, ekonomik altyapı ve büyüme hedefleri açısından enerji arzının sürdürülebilirliği hayati öneme sahiptir. Kısa vadeli enerji arz kesintisi riskine karşı, hükümetlerin, enerji kaynağı stok kapasitesinin artırılması veya ikame kaynak kullanımı gibi tedbirler, arz güvenliğinin telafisini mümkün kılmaktadır.

Enerji tüketim düzeyinde/miktarında belirleyici bir unsur olan enerji fiyatları, arz güvenliğini olumsuz etkileyen bir faktördür ve istenmeyen bir durumdur. Ancak diğer taraftan tüketici ve sanayicinin sübvansiyonlarla desteklenmesinin çoğunlukla enerji yoğunluğunun artmasına neden olduğu ileri sürülmektedir. Özellikle, dünyada üretilen enerjinin önemli bir bölümünün tüketildiği gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesinde, diğer faktörlerin etkisi sabit tutulduğunda, enerji tüketiminin etkisi çok önemlidir. Enerji tüketimi içinde fosil yakıtların, özellikle de, dünya enerji talebinin %35'ni oluşturan, petrolün ağırlığının yüksek olması ve dünya petrol ticaretinin %60 oranında uluslararası ticaretle gerçekleşmesi nedeniyle petrol fiyatları, enerji tüketiminde belirleyicidir, enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir (Ediger, 2003: 1999).

Bir ülkenin enerji arz güvenliği endişesi, ülkenin hem kendi ekonomik, siyasî ve toplumsal altyapısı ve koşulları, hem de dünya (savaş, ambargo, doğal afet, vb.) konjonktürüne göre değişmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, enerji arz kesintisi riskinde, enerji ithal edilen ülkenin siyasî istikrarsızlığı veya üçüncü bir tarafla olan anlaşmazlığı, enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyen, siyasî risk göstergesi olarak kullanılmaktadır. Tedarikçi ülkenin siyasî durumu, enerji arz güvenliği açısından önemlidir, çünkü hükümetler mevcut enerji arzını veya koşullarını kontrol ederek taraflara müdahale edebilir. Birçok çalışmada, ekonomik açıdan risk analizi için makro ekonomik gösterge endeksleri kullanılırken; siyasî risk açısından İnsani Gelişme Endeksi (HDI) gösterge olarak kullanılmaktadır. IEA, siyasî istikrarsızlığı ölçmek için Dünya Banka'sının tüm dünyada kullandığı, altı yönetim göstergesinden ikisi olan “*siyasî istikrar ve şiddet*” ve “*yönetimde kalite*” göstergelerini kullanarak enerji arz güvenliği riskini araştırmıştır (Jansen vd.2004, 34; Kruyt vd, 2008:2176; Cabalu, 2010:220).

#### 4.2. MODEL VE VERİ ANALİZİ

Bu çalışmada, ampirik literatürde kullanılan göstergelerden yola çıkarak (Gnansounou, 2008; Cabalu, 2010, Gupta, 2008; Jansen, 2004; Kruyt vd, 2009; ve benzeri çalışmalar), zaman serisi analizine uygun sıklık ve uzunlukta veri olanağı dikkate alınarak, aşağıdaki *ad hoc* model tahmin edilecektir:

$$ESS_t = \alpha_0 + \alpha_1 PP_t + \alpha_2 TPES_t + \alpha_3 PCCONS_t + \alpha_4 CEM_t + \alpha_5 REN_t + ut \quad (1)$$

Burada,

ESS : Enerji arz güvenliğini,

PP : Dünya petrol fiyatlarını,

TPES : Toplam birincil enerji arzını,

PCCONS : Kişi başına enerji tüketimini,

CEM : Karbon dioksit emisyon miktarını,

REN : Toplam birincil enerji arzı içinde yenilenebilir enerji tüketimi

oranını,  $\alpha$  ise katsayıları temsil etmektedir.

Bu bağımsız değişkenlerin yanı sıra, enerji ithal edilen ülkenin (İran, Rusya, Azerbaycan İnsani Kalkınma Endeksi ortalaması) siyasî istikrarı yerli enerji üretiminin yerli enerji tüketimine oranı, rezerv üretim oranı (rezerv büyüklüğü/üretim miktarı) gibi değişkenler de kullanılmak istenmiş, ancak ilgili döneme ait sağlıklı veriye ulaşılamamıştır.

Çalışmada kullanılan, toplam birincil enerji arzı, toplam birincil enerji tüketimi, toplan birincil enerji ithalatı, kişi başı enerji tüketimi, fosil yakıt tüketimi (petrol ve kömür), fosil yakıt enerji tüketimi (%), yenilenebilir enerji için enerji birimi olarak ton eşdeğeri petrol (Tep), Toplam fosil yakıt CO<sub>2</sub> emisyonu, için Ton ve dünya petrol fiyatları için ABD doları kullanılmıştır. 1970-2009 dönemini kapsayan veriler, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın İstatistik verileri ve “*Genel Enerji Dengesi*” tabloları; Uluslararası Enerji Ajansı, OECD ve OECD-dışı Ülkeler Enerji Dengeleri istatistikleri; Türkiye İstatistik Kurumu, Enerji İstatistikleri ve British Petrol, Statistical Review of World Energy 2010, veri kaynaklarından elde edilmiştir.

#### 4.2.1. Enerji Arz Güvenliği Endeksi

Enerji arz güvenliği, tanımı geniş ve çok boyutlu olduğu için, tek bir gösterge ile ölçülmesi zor bir değişkendir. Literatürde, tek bir değişkenin kullanıldığı göstergelerin yanı sıra (petrol ithalat bağımlılığı gibi), birkaç değişkenden oluşan endekslerle de arz güvenliği ölçülebilmektedir. Burada en kritik ve bağımlı değişken olan enerji arz güvenliği (ESS), tanımdan ve literatürdeki ölçümlerden yararlanılarak endeks haline dönüştürülen dört farklı gösterge ile ölçülecektir:

**ESS1: Enerji Bağımlılık Oranı;** bir ekonominin kullandığı enerjinin ne kadarını ithalatla karşıladığını göstermektedir. Araştırmacıların kimi bağımlılık oranını, toplam birincil enerji arzının, kimi toplam enerji tüketiminin, kimi ise milli gelirin bir payı olarak ölçmektedir. Bu oran, toplam enerji için hesaplanabildiği gibi, petrol, fosil yakıtlar ve elektrik gibi enerji türleri ithalatı için de hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada **petrol bağımlılık oranı** kullanılmıştır zira 1970'lerden bugüne sürekli kullanılan ve ithalatı devam eden tek enerji kaynağı petroldür. Günümüzde en çok kullanılan ve çoğu ithal edilen doğal gazın kullanımı, ancak 1990'lı yıllardan sonra yaygın hale gelmiştir.

Dünya Bankası, bağımlılık oranının aşağıdaki yöntemle hesaplanmasını önermiştir :



*Enerji Bağımlılık Oranı (ESS1) = Petrol İthalatı/GSYİH = (petrol ithalatı/toplam petrol tüketimi) x (toplam petrol tüketimi /toplam enerji tüketimi) x (toplam enerji tüketimi/GSYİH)*

Burada, **petrol ithalatı/toplam petrol tüketimi** oranı, petrol üretiminde kendi kendine yeterliliği ölçmektedir. Kendi kendine yeter olma enerji arz güvenliğini artıran bir faktördür ve bu oran ülkenin yerli kaynak arama ve üretimiyle iyileştirilebilir. **Toplam petrol tüketimi/toplam enerji tüketimi oranı**, petrol bağımlılığı oranını göstermektedir. Bu oran, diğer kaynaklarla ikamesi veya enerji portföyü çeşitlendirilmesi gibi teşvik politikalarıyla daha da iyileştirilebilir. **Toplam enerji tüketimi/GSYİH** ise, enerji yoğunluğunu ölçmektedir. Enerji verimliliği önlemleri veya en uygun üretim tarzında enerji yoğun üretim faaliyetlerinin daha az enerji yoğun sektörlere kaydırılması ile iyileştirilebilir.

Hesaplanan bağımlılık oranları, enerji arz güvenliği için oluşturulacak diğer endekslerle karşılaştırabilmek amacıyla, 2000 yılı baz alınarak endeks değerlerine dönüştürülmüştür. İstikrarlı bir yılın baz yılı olarak alınarak, diğer yılların buna göre endekslenmesi, üretici fiyatları endeksi, tüketici fiyatları endeksi, milli gelir deflatörü gibi ölçümlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylelikle, farklı büyüklükte ve farklı formatta (mutlak rakam, oran, yüzdelik vs) elde edilen verilerin eğilimi ve değişim oranlarının izlenmesi ve diğer verilerle karşılaştırılması daha kolay olacaktır. Baz yıllı endekslemeye alternatif olarak, serilerin minimum ve maksimum değerleri veya ideal değerler dikkate alınarak aşağıdaki endeksleme türleri de kullanılmaktadır:

$$I_1 = [ (X_t - \text{Min} (X) ) / [ \text{Max} (X) - \text{Min} (X) ] \text{ veya}$$

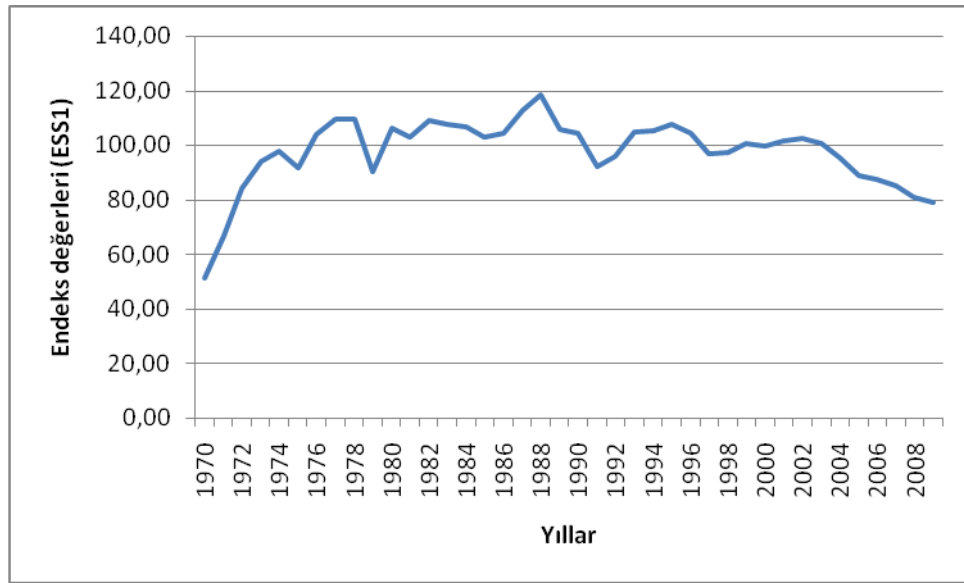
$$I_2 = [ (\text{Max} (X) - X_t ) / [ \text{Max} (X) - \text{Min} (X) ]$$

Burada, endeks rakamının küçülmesi olumlu yorumlanıyorsa (örn enflasyon oranı),  $I_1$ , tersine endeks rakamının büyümesi olumlu yorumlanıyorsa (örneğin ekonomik büyüme oranı)  $I_2$  ölçümü kullanılacaktır.

Türkiye için 1970-2009 dönemi için oluşturulan Bağımlılık Endeksi'nin yıllar itibariyle seyri Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Veriler, ETKB, Dünya Bankası ve BP istatistiklerinden elde edilmiştir.

Petrol ithalat bağımlılığı, petrol tüketimindeki ithal kaynak oranını diğer bir ifade ile ekonominin tükettiği petrolün/enerjinin ne kadarını ithalatla karşıladığını göstermektedir. Enerji ithalatında, 1970-1980 yılları arasında hızlı bir artış gözlenmektedir. Bu dönemde petrol tüketiminde sürekli artış yaşanması, ekonomik büyüme ve talep artışı ile açıklanabilir. 2000'li yılların başında yaşanan krizler ve 2008 küresel krizi petrol tüketiminde düşüşe neden olmuştur. Birincil enerji tüketiminde fosil yakıt ağırlığı devam ettiği sürece, ithalat bağımlılığının artması enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyen bir faktördür. Petrole alternatif ikame kaynak arayışı ve/veya ithal kaynağın çeşitlendirilmesi, tüketimin azalmasını sağlayacak olan verimlilik artışı ve tasarruf gibi önlemlerle, enerji arz güvenliği riskleri azaltılabilir.

**Şekil 4.1. Enerji Arz Güvenliği Endeksi (ESS1) 2000=100**  
(Petrol Bağımlılık Oranı)

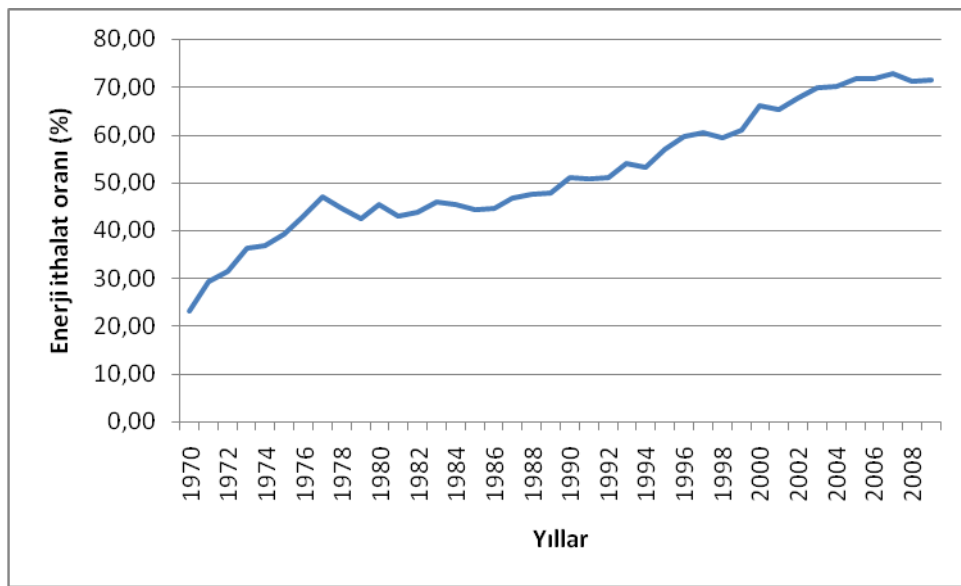


Bu çalışmada, Petrol Bağımlılık Endeksine alternatif bir gösterge olarak, literatürdeki diğer yaygın uygulama olan toplam enerji ithalatının toplam enerji tüketimine oranı da kullanılmıştır:

$$ESS1 (IMP) = \text{Enerji İthalatı} / \text{Enerji Tüketimi}$$

Şekil 4.2'den görülebileceği gibi, yıllar itibariyle Türkiye'nin enerji ithalat bağımlılığı giderek artmaktadır. Toplam enerji tüketiminde ithalat payı 1970'de %23 iken, 2007 yılında %73'e ulaşmıştır. 2000'li yılların hızlı büyüme sürecinde, bir yandan araç ve konut sayısı artarken, öte yandan da endüstriyel üretim artmış ve buna paralel olarak enerji talebinin de hızla arttığı gözlenmiştir.

**Şekil 4.2. Enerji Arz Güvenliği (Enerji İthalat Oranı %)**

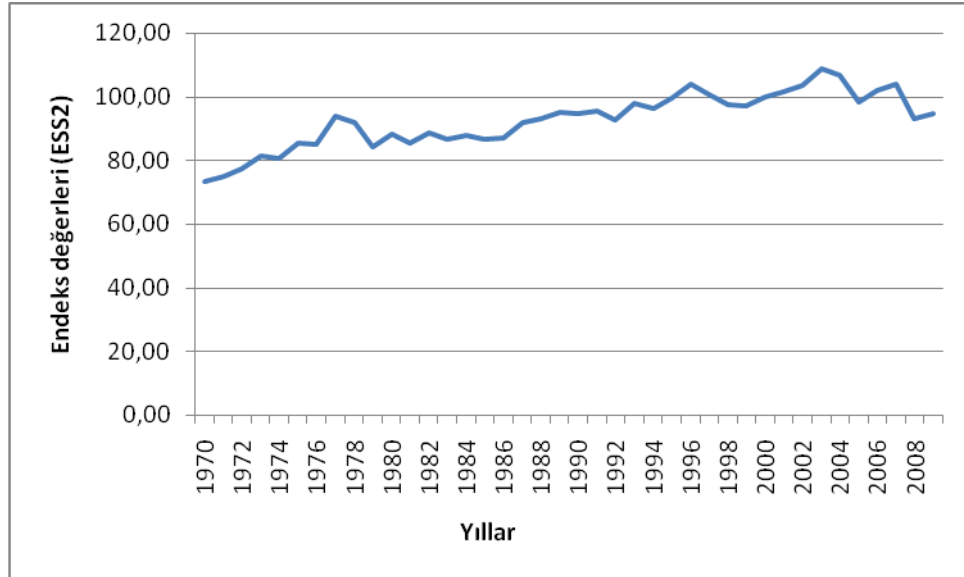


**ESS2: Enerji Yoğunluğu;** belli bir dönemde bir birim endüstriyel enerji kullanımına karşılık elde edilen üretim miktarı olarak ifade edilmektedir. Yoğunluğun tersi, enerji verimliliğini göstermektedir. Literatürde enerji arz güvenliği göstergesi olarak farklı Yoğunluk Endeksi ölçümleri kullanılmaktadır. Liao, Divisia Endeksi yanında, Törnqvist Endeksi ve Sato-Vartia Endekslerini, Çin endüstrisinin alt sektörlerinde enerji yoğunluğunu ölçmek için kullanmıştır (2007:4646). Burada, enerji arz güvenliğinin göstergesi olarak kullanılacak Enerji Yoğunluğu aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır:

$$\text{Enerji Yoğunluğu (ESS2)} = \text{Endüstriyel Enerji Kullanımı} / \text{GSYİH}$$

Bu hesaplamada enerji, üretim için bir girdi olarak düşünüldüğü için, toplam enerji kullanımından, konutlarda kullanılan enerji tüketimi çıkarılarak, kalan miktar endüstriyel amaçlı enerji kullanımı olarak alınmıştır. Elde edilen bu oranlar da, 2000 bazlı endekse dönüştürülmüştür. Enerji yoğunluğunun artması, üretim maliyetlerini artıracığı için, enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyen bir faktördür. 2000 yılı bazlı Enerji Arz Güvenliği Endeksinin 1970-2009 dönemindeki gelişimi, Şekil 4.3'te sunulmuştur:

**Şekil 4.3. Enerji Arz Güvenliği Endeksi (ESS2), 2000=100**  
(Enerji Yoğunluğu)



Enerji yoğunluğu, birim enerji kullanımına karşılık elde edilen üretim miktarı olarak ifade edilmekte ve potansiyeli açısından bugün tüm dünyada ayrı bir “enerji kaynağı” olarak kabul görmektedir. Enerji yoğunluğunun azalması, önemli bir üretim girdisi olan enerji kullanımını azaltacak, endüstriyel rekabet gücünü artıracak ve ithalatı azaltarak enerji arz güvenliğini de artıracaktır.

1970-1980 döneminde özellikle sanayi sektöründe enerji yoğunluğunun yüksek olduğu gözlenmektedir. 1980 öncesi dönem, ithal ikamesi rejimine dayalı olarak korumacılığın yüksek olduğu bir dönemdir. Bu dönemde, enerji fiyatları büyük oranda sübvansiyona tabi olduğundan, iktisadi kuruluşlar üretim başına enerji girdisi kullanma konusunda kısıntıya gitme ihtiyacı görmemişlerdir (Karakaya ve Özçağ, 2003:).

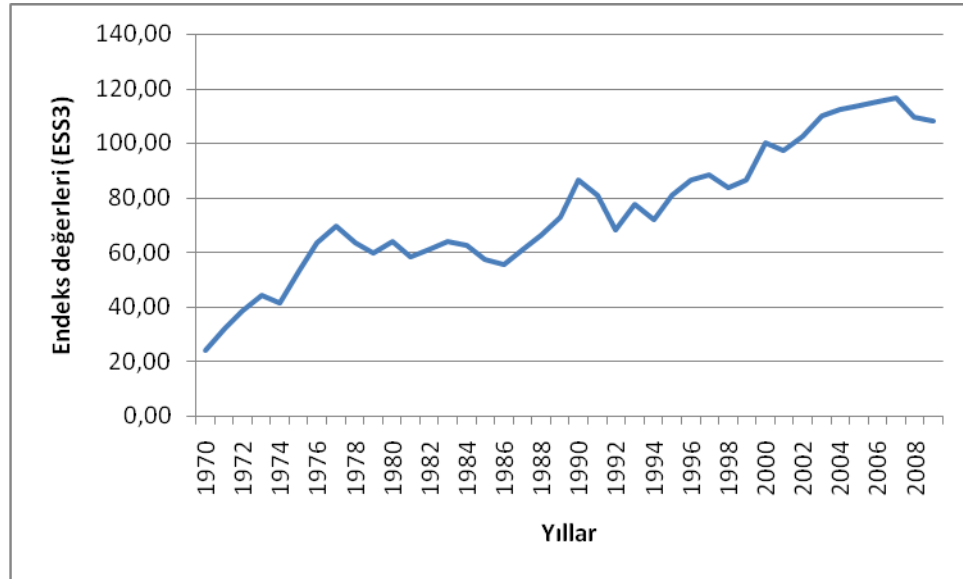
Türkiye’de 2000’li yıllara kadar artış eğilimi olan enerji yoğunluğunun son yıllardaki düşme eğilimi, enerji verimliliğinin artması ve küresel kriz nedeniyle azalan enerji tüketimi ile açıklanmaktadır.

**ESS3: Yerli Üretim Oranı;** toplam tüketilen enerji içindeki yerli enerji üretim oranını göstermekte ve enerji arz güvenliğinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır:

$$\text{Yerli Üretim Oranı (ESS3)} = \text{Yerli Enerji Üretimi} / \text{Toplam Enerji Tüketimi}$$

ESS1 ve ESS2’de, endeks değerindeki yükselme, enerji arz güvenliği bakımından olumsuz bir gelişme iken, bu endeksin değerindeki yükselme, olumlu bir gelişme olarak değerlendirilecektir. Bir başka deyişle, yerli kaynakların toplam enerji tüketimdeki payının artması, enerji arz güvenliği bakımından istenilir bir durumdur. Bu göstergenin değerinin azalması ise, enerji arz kesintisine karşı ülke ekonomisinin kırılganlığını artıracaktır. Bu nedenle, endekste ki azalış ve artışları, diğer endekslerle benzer şekilde yorumlayabilmek için, yerli üretim oranı, 1’den çıkarıldıktan sonra ESS3 elde edilmiş ve yine 2000 yılı baz alınarak endekse dönüştürülmüştür. Yerli üretim oranının yıllar itibariyle değişimi Şekil 4.4’ten izlenebilir.

**Şekil 4.4. Enerji Arz Güvenliği Endeksi (ESS3), 2000=100**  
(Yerli Üretim Oranı)



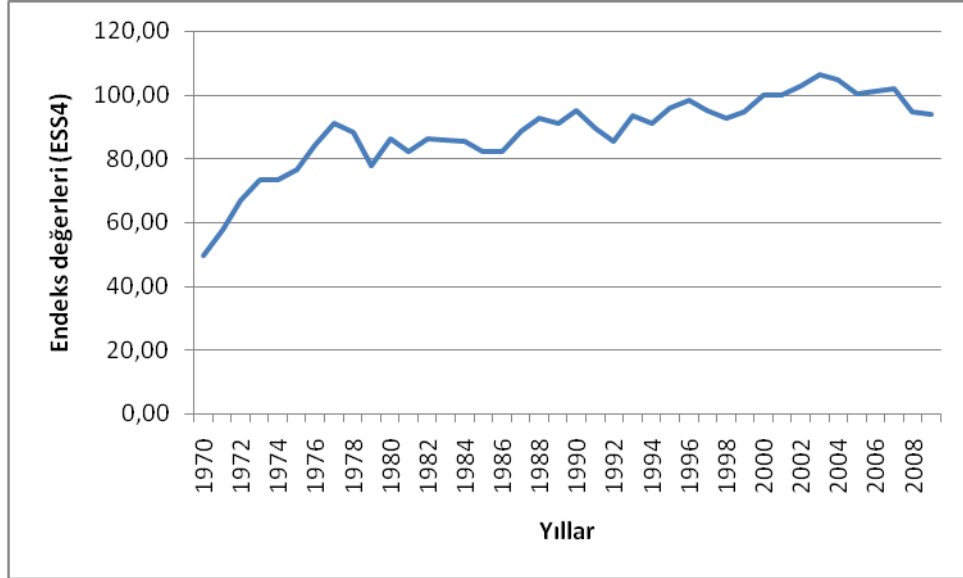
Türkiye’de enerji tüketimine paralel olarak yerli üretim oranı da sürekli bir artış göstermektedir. Ancak, ithalat artışının yerli üretim artışından daha hızlı olması ve yerli kaynak potansiyelinin sınırlı olması enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Sürdürülebilirlik açısından, birincil enerji arzı içinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları oranının artırılması ve nükleer enerji alternatifi enerji arz güvenliğini olumlu etkileyecektir. Ülkede, enerji piyasasında serbestleşme ve özel sektör yatırımlarının artırılması için yapılan yasal ve kurumsal yapılanmanın, kısa vadede, 2010 sonrasında sonuçlarını vermeye başlaması beklenmektedir.

**Bileşik Endeks (ESS4);** enerji arz güvenliğinin çok boyutlu ve alternatif bir göstergesi olarak, yukarıda tek tek kullanılan üç göstergenin aritmetik ortalamasından oluşan bir Bileşik Endeks hazırlanmıştır:

$$\text{Bileşik Endeks (ESS4)} = (\text{Bağımlılık Endeksi} + \text{Yoğunluk Endeksi} + \text{Yerli Üretim Endeksi}) / 3$$

Şekil 4.5, bileşik endeksin 1970-2009 dönemindeki değişimini göstermektedir.

**Şekil 4.5. Enerji Arz Güvenliği Bileşik Endeksi (ESS4), 2000=100**



Böylelikle tek bir tanımı ve ölçümü olmayan enerji arz güvenliği, farklı boyutları ile ölçülmeye çalışılmıştır. Tablo 4.2’de, her bir endeksin, enerji arz güvenliğinin hangi boyutunu ya da boyutlarını ölçmeye çalıştığı özetlenmiştir. Bağımlılık endeksi ile arz güvenliğinin “ulaşılabilirlik” boyutu ölçmektedir zira ülkenin arz güvenliği için önemli olan, kaynağı ne olursa olsun (yerli veya yabancı) arzın devamı ve ülkenin kullanımına hazır hale gelmesidir. Zaten Rusya gibi birkaç ülkenin dışında hemen hemen her ülke, enerji arzını farklı oranlarda diğer ülkelerden sağlamaktadır. Yoğunluğun azalması veya verimliliğin artması, hem fiziksel hem de ekonomik açıdan potansiyel enerji arzı kesintisine karşı bir önlem olacaktır. Bu bağlamda ESS2, hem “elde edilebilirlik” hem de “ekonomik olma” boyutlarını karşılayacaktır. Ayrıca verimlilik açısından enerji maliyetlerinin azaltılması, kaynağın “ekonomik olma” özelliğini artıracaktır. Öte yandan, üretimde enerji kullanımının (yoğunluğunun) azalması, CO<sub>2</sub> miktarını azaltacağı için, ESS2 tanımı “sürdürülebilirlik” unsuru da taşımaktadır.

**Tablo 4.2. Enerji Arz Güvenliği Tanımları**

Endeksler	Enerji arz güvenliğinin boyutları			
	<i>Elde edilebilirlik (availability)</i>	<i>Ulaşılabilirlik (accessibility)</i>	<i>Üretilebilirlik (ekonomik olma) (affordability)</i>	<i>Sürdürülebilirlik (acceptability)</i>
Bağımlılık endeksi (ESS1)		X		
Yoğunluk endeksi (ESS2)	X		X	X
Yerli üretim endeksi (ESS3)	X			
Bileşik endeks (ESS4)	X	X	X	X

Yerli üretim endeksi (ESS3), enerji arz güvenliğinin “elde edilebilirlik” boyutunu kapsamaktadır. Kaynağın rezerv olarak var olması veya üretilmesi, arz güvenliğini artıracaktır. Bileşik endeks vasıtasıyla, arz güvenliği tüm boyutları ile ele alınmış olacaktır. Bileşik endeks (composite / aggregated) yaklaşımı, tek bir gösterge ile ölçülemeyen yada eksik ölçülen tanımların kullanılacağı çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu endekslerin veya değişkenlerin birleştirilmesi (aggregation), dikkat edilmesi gereken bir konudur. Aritmetik ortalama, ağırlıklı aritmetik ortalama veya geometrik ortalama, yaygın kullanılan yöntemlerdendir. Bu çalışmada oluşturulan bileşik endeks, basit aritmetik ortalama ile elde edilmiştir. Zira her bir endeksin farklı bir ağırlıklandırmaya sahip olması için herhangi bir teorik neden bulunmamaktadır. Kruyt vd (2009), Gnansounou (2008) ve Jansen (2004), enerji ekonomisi literatüründe bu tür bileşik endeksleri kullanan çalışmalardan bazılarıdır.

#### 4.2.2. Modelin Bağımsız Değişkenleri

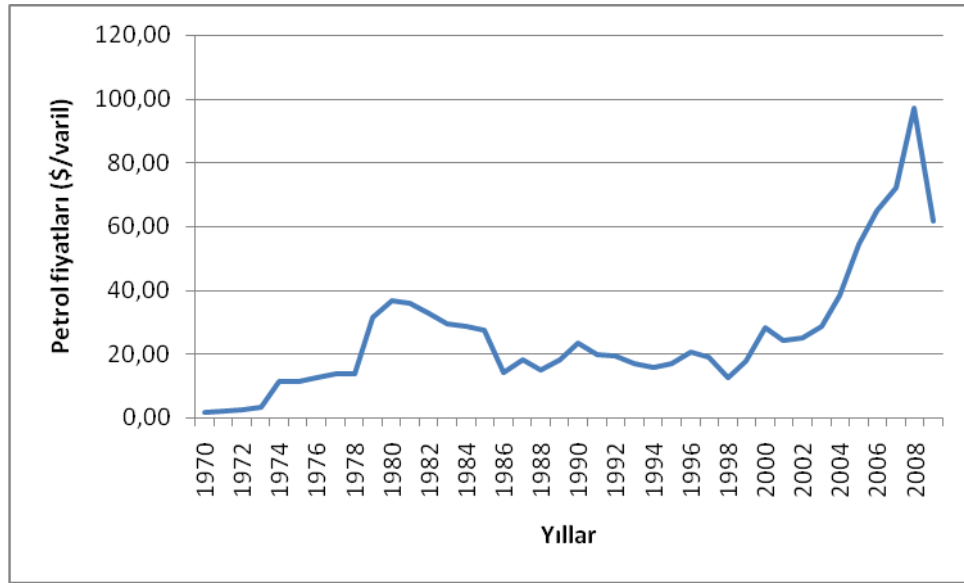
Modelde bağımsız değişken olarak dünya enerji fiyatları, toplam birincil enerji arzı, karbon emisyon oranı, kişi başına enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji oranı değişkenleri kullanılmıştır.

**Petrol fiyatları (PP)**, dünya enerji fiyatlarının bir göstergesi olarak kullanılmıştır. Fiyatlar, piyasa koşullarını yansıtır ve piyasada yatırımcının yatırım yapıp yapmama kararları ile tüketicinin tüketim veya tasarruf kararlarını etkileyen sinyallerdir. Bu nedenle enerji arz güvenliğinde, ithalat bağımlılığı yüksek olan bir ülkede, üretim ve ulaşım sektörünün temel enerji kaynağı olan petrol fiyatlarının yükselmesi, enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Zengin ülkelerde dahi petrol



fiyatlarının yükselmesiyle, tüketicilerin enerji tüketimlerinde ani değişiklikler yapması çok zordur zira petrol fiyatları esnek olmayan bir fiyattır. (Elkind, 2010:127). Enerji fiyat artışı, arz güvenliğinin zaman boyutuyla ele alındığında, kısa vadede spekülasyon arz kesintisine bağlı olabileceği gibi, uzun vadede rezerv azalmasından veya yatırımların yetersiz olmasından kaynaklanabilir. Bu analizde, 1970-2009 yıllarını kapsayan BP istatistiklerinde yer alan ve dünyada en çok kullanılan Brent petrol fiyatları (Şekil 4.6) kullanılmıştır.

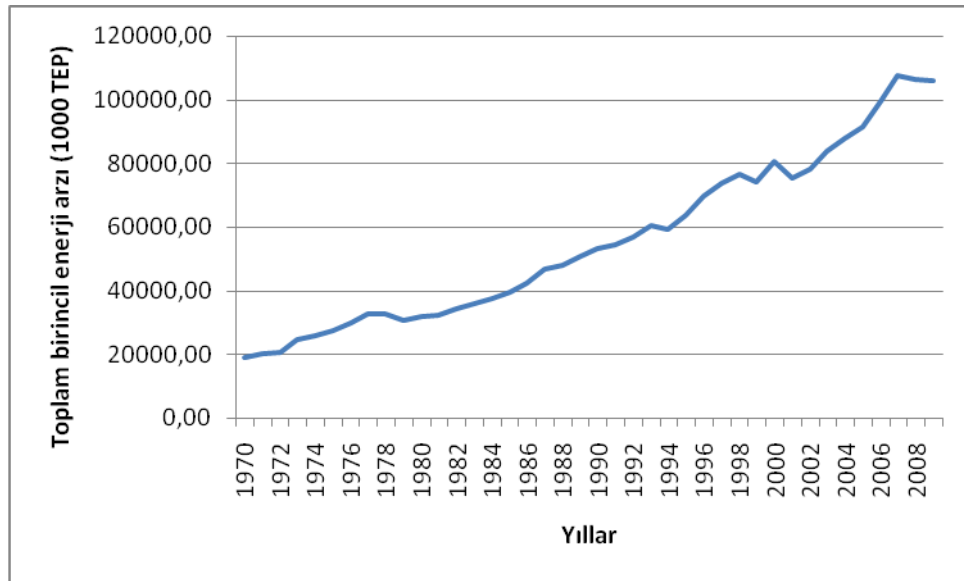
**Şekil 4.6. Dünya Petrol Fiyatları (Brent, varil başı ABD \$)**



1970'lerin başında varil başına 1.80 ABD doları olan petrol fiyatı, 1974 krizinde 11.50 ABD dolarına fırlamış, 1978'de 14.02 dolar iken ikinci petrol şokunda 1979'da 31.61 dolara çıkmıştır. 1980 ve 1990'lı yıllarda 20 dolar seviyelerinde dalgalanan petrol fiyatları, 2000 yılından itibaren hızlı bir yükselme trendine girmiş, 2008 yılında 97.20 dolarla zirveye çıkmıştır.

**Toplam birincil enerji arzı (TPES)**, aynı zamanda nihai enerji tüketiminin de göstergesi olarak kullanılan (stoklar çıkarıldıktan sonra) ve enerji arz güvenliğini etkileyen bir faktördür. Enerji arzının büyüklüğü yanında, enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyen ithal enerji oranı ile olumlu etkileyen yerli üretim oranının büyüklüğü de önemlidir. Türkiye'nin TPES rakamları, (Şekil 4.7) ETKB resmi istatistikleri ile BP istatistiklerinden derlenmiştir.

**Şekil 4.7. Toplam Birincil Enerji Arzı (1000 ton eşdeğeri petrol)**



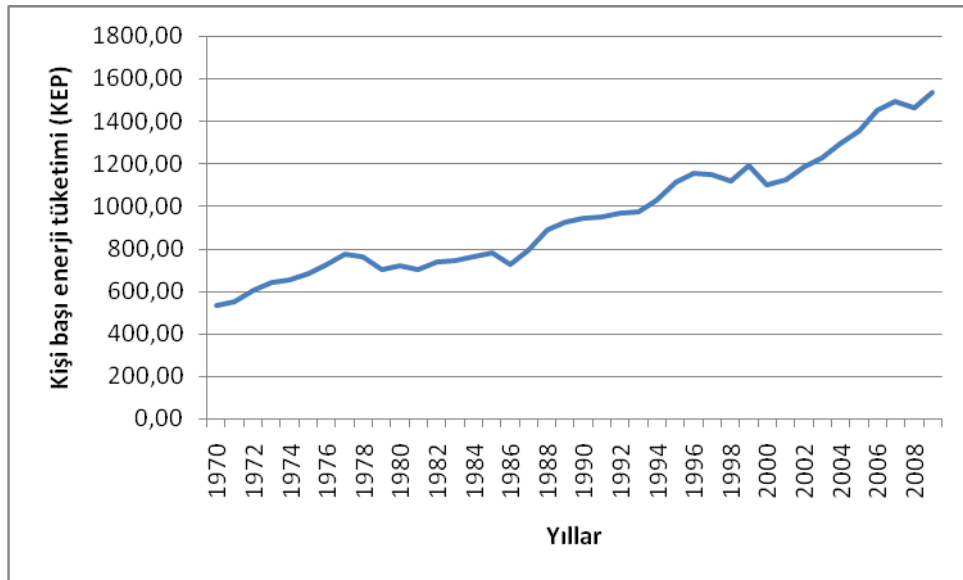
1970’li yıllardan bu yana, ülkedeki ve dünyadaki siyasî ve ekonomik kriz dönemlerinde kısa vadeli azalmalar dışında sürekli olarak bir artış görülmektedir. 1970 öncesinde petrolün enerji tüketimi içindeki oranı %7 iken 1977 yılında %55,7 ile zirveye tırmanmıştır. Dünya petrol krizlerinin yaşandığı 1977, ülkede siyasî istikrarsızlığın başladığı döneme denk gelmektedir. 1994 ve 2000-2001 kriz dönemlerinde kısa süreli düşüşler yaşanmıştır. Son olarak 2008 küresel krizi, birincil enerji tüketiminin düşmesine neden olmuştur. 2010 yılı, 2008 öncesi seviyeye çıkmasa da toparlanmanın başladığı bir yıl olmuştur.

**Kişi başına enerji tüketimi (PCCONS)**, bir yandan gelişmişlik düzeyi göstergesi olarak kullanılırken, diğer yandan da aşırı tüketim, enerji arz güvenliğini tehdit edebilmektedir. Bu nedenle, büyümek için enerji tüketmek zorunda olan ülkeler, enerji verimliliğini artırıcı önlemlerle, daha az enerji ile daha çok üretim yapabilme çabasına girmişlerdir.

AB, tüketim düzeyinin azaltılmasını, dışa bağımlılığı azaltması ve sanayi ve hizmetler sektöründe rekabet gücünü artırması açısından, arz güvenliği probleminin çözümüne katkı sağlayacak önemli bir faktör olarak görmektedir. Zira enerji tüketiminin azaltılmasıyla rakamsal olarak 400 milyon ton petrole eşdeğer enerji tasarrufu sağlanacağı tahmin edilmektedir (SETIS, 2009). Bu miktarın ciddi bir

bölümünün sanayi ve hizmet sektörlerine girdi maliyetlerinin azalması olarak yansıtacağı ve rekabet gücünün artmasına da ciddi katkılar sağlayacağı tahmin edilmektedir. Örneğin mevcut elektrik enerjisi iletim hatlarının iyileştirilmesi, enerji nakil hatlarındaki kayıplar azalarak, elektrik kayıplarının, dolayısıyla enerji tüketiminin ve CO<sub>2</sub> emisyonunun azalmasına neden olacağı tahmin edilmektedir. Sadece elektrik kayıpların azaltılması, 2020 yılına kadar %1 enerji tüketiminin ve dolayısıyla fosil yakıt tüketiminin azalmasına neden olacaktır. AB, enerji tüketim düzeyindeki %20 azalmayla, 220 milyar Euro doğrudan tasarruf yapmayı hesaplamaktadır (WEC, 27:2009). Yine AB, verimli çalışan boru hattında kayıpların önlenmesiyle, 2020 yılına kadar yıllık 10 milyon Tep; 2030 yılına kadar yıllık 25 milyon Tep ve toplamda 250 milyon Tep fosil yakıt tasarrufu yapılacağını hesaplamıştır. Elektrik enerjisi üretiminde kaynak (petrol, doğal gaz, kömür) farklılaştırılması yanında, iletim şebekesindeki, şebekenin güvenilirliği, kalitesi ve kapasitesindeki iyileştirmeler ile sağlanan enerji tasarrufu ve arz güvenliğinin artırılmasında çok önemlidir. Bu rakamlar verimlilik artışı ve tasarrufun, enerji tüketim düzeyini ve dolayısıyla dışa bağımlılığı azaltmada ve arz güvenliğini artırmada önemini ortaya koymaktadır.

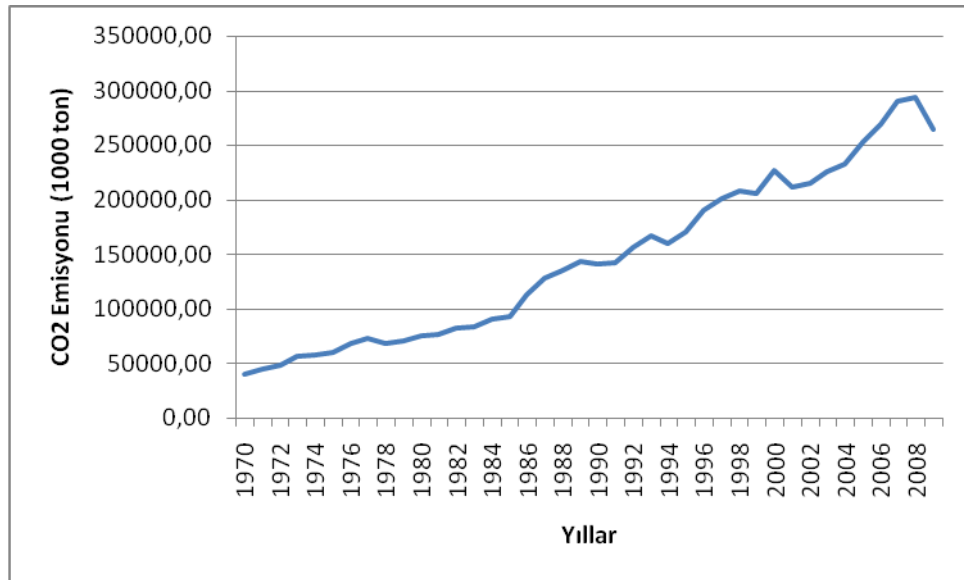
**Şekil 4.8. Kişi Başına Enerji Tüketimi (kilo eşdeğeri petrol)**



Kişi başı enerji tüketimindeki artış ve azalmalar, birincil enerji arzıyla paralellik göstermektedir (Şekil 4.8). 2008 kriziyle azalan kişi başı enerji tüketiminin 2009-2010 yılları itibariyle yakaladığı artışın devam etmesi beklenmektedir.

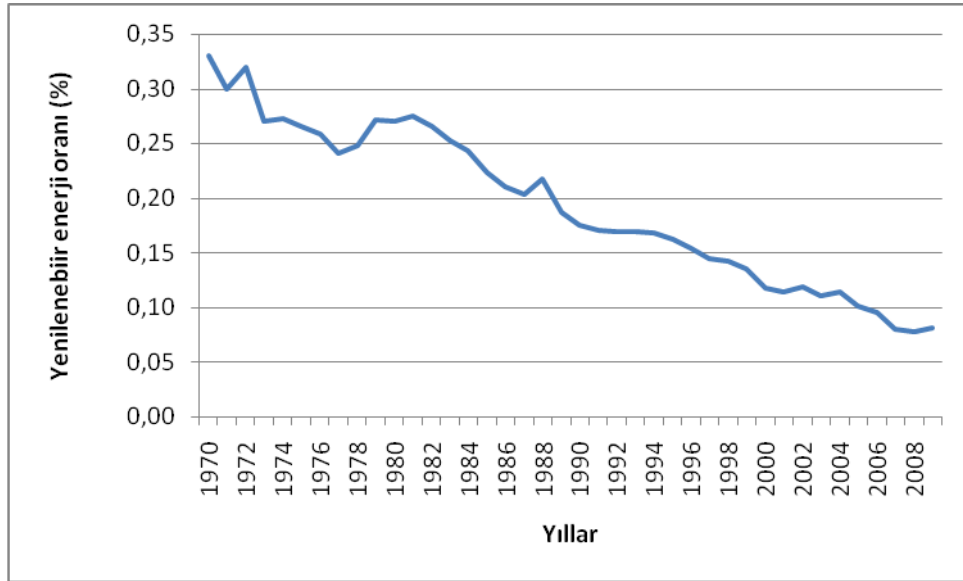
**Karbon emisyonunun artması (CEM)**, çevre ve enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyen bir değişkendir. Şekil 4.9'dan görülebileceği gibi, 1970'li yıllarda 40 milyon ton civarında olan fosil yakıt kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu, artan nüfus ve büyüyen Türkiye ekonomisi ile birlikte 2000'li yıllarda 300 milyon tona ulaşmıştır.

**Şekil 4.9. Toplam Fosil Yakıt Kaynaklı CO<sub>2</sub> Emisyonu (1000 ton)**



**Yenilenebilir enerji kaynakları** artışı, enerji bağımlılığını ve çevre üzerinde olumsuz etkileri azaltarak, enerji arz güvenliğini olumlu etkileyecektir. Yenilenebilir enerji kaynakları, yüksek teknolojik maliyetleri ve altyapıdaki uyum problemleri nedeniyle, geliştirilmesi gereken enerji kaynaklarıdır. Yeterli finansal altyapı ve tüketim desteği ile yenilenebilir enerji tüketiminin uzun vadede artırılması, enerji arz güvenliğini artıran bir faktördür.

**Şekil 4.10. Yenilenebilir Enerjinin Toplam Enerji Tüketimine Oranı (%)**



Yenilenebilir enerji kullanım oranı, su gücü, biyokütle, rüzgar, jeotermal ve güneş enerjisi gibi kaynaklardan elde edilen enerji tüketiminin, toplam enerji tüketimindeki payı olarak hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji kullanımı, Şekil 4.10'da görüldüğü gibi 1970'li yıllarda, çoğunlukla geleneksel biyokütle, odun ve hidroelektrik olmak üzere %30-33 aralığında iken; sanayileşme, nüfus artışı ve şehirleşme ile birlikte fosil yakıt kullanımı hızla artmış ve yenilenebilir enerji tüketiminin payı %10'lara düşmüştür. Son yıllarda, hidroelektrik ve biyokütle başta olmak üzere rüzgar gücüyle elektrik enerjisi üretilmesi ve yeni teknolojilerle jeotermal ve güneş enerjisinin yaygın kullanımı için özel sektörün önünü açacak yeni yasal düzenlemelerle yapılmaktadır.

### 4.3. DURAĞANLIK (BİRİM KÖK) TESTLERİ

İki serinin aynı yönde hareket etmesi, her zaman bu seriler arasında anlamlı bir iktisadi ilişki olduğunu göstermeyebilir. Eğer seriler durağan değil ise, yani ortalamaları, varyansları ve kovaryansları, zamandan bağımsız değil ise, bu tür serilerle yapılan analizler, "sahte regresyon" denilen, aslında olmayan iktisadi bir ilişkiyi rassal olarak gösteriyor olabilir (Granger ve Newbold, 1974). Bu nedenle, veriyi oluşturan süreci (data generating process) iyi tanımak ve buna uygun model kullanmak, zaman serileri analizlerinde oldukça önemlidir. Bu amaçla, ekonometri literatüründe yaygın kullanımı olan Genişletilmiş Dickey-Fuller testi, Philips-Perron testi ve KPSS

(Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin) testleri vasıtasıyla, bu çalışmada kullanılacak seriler, birim kök durağanlık testlerine tabi tutulacaklardır.

#### 4.3.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Dickey-Fuller, muhtemel otokorelasyon problemini ortadan kaldırmak amacıyla, aşağıdaki gibi gecikmeli değerleri içeren dinamik denklemler tahmini ile birim kök testlerini önermektedir:

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=0}^n \beta \Delta y_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=0}^n \beta \Delta y_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=0}^n \beta \Delta y_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Bunlardan ilki sabit terim içermeyen, ikincisi sabit terim içeren ve sonuncusu ise hem sabit hem trend terimi içeren denklemlerdir. Dickey ve Fuller (1981), katsayı testleri için üç farklı test istatistiği önermiştir (F-istatistikleri,  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ ,  $\phi_3$ ). Bu testler vasıtasıyla verinin üretim sürecinde sabit veya trend teriminin bulunup bulunmadığı test edilmektedir. Bir F testi olan  $\phi_i$  istatistiği şöyle hesaplanmaktadır:

$$\phi_i = [(RSS_R - RSS_U) / r] / [RSS_U / (T-k)] \quad (5)$$

burada

$RSS_R$  ve  $RSS_U$  = sırasıyla kısıtlı ve kısıtsız modellerin hata (kalıntı) kareleri toplamını,

$r$  = kısıt sayısını,

$T$  = gözlem sayısını,

$k$  = kısıtsız modeldeki tahmin edilen parametre sayısını ifade etmektedir.

İlk denklemde,  $\alpha_0 = \gamma = 0$  boş hipotezi,  $\phi_1$  istatistiği ile, sabit ve trendli denklemlerde ise  $\alpha_0 = \alpha_1 = \gamma = 0$  boş hipotezi,  $\phi_2$  istatistiği,  $\alpha_1 = \gamma = 0$  boş hipotezi ise  $\phi_3$  istatistiği ile test edilir.

**Tablo 4.3. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi**

Gecikme	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	6.27e-13	-11.071	-10.807	-10.979
1	<b>270.503*</b>	<b>4.24e-16*</b>	<b>-18.399</b>	<b>-16.551*</b>	<b>-17.754*</b>
2	20.4698	1.53e-15	-17.289	-13.858	-16.091
3	32.0499	2.85e-15	-17.174	-12.159	-15.424
4	48.5639	8.75e-16	-19.589*	-12.991	-17.286

Hem birim kök testlerinde hem de zaman serileri analizlerinde, uygun gecikme uzunluğunu kullanmak oldukça kritiktir. Gereğinden uzun gecikme kullanımı, serbestlik derecesi kaybına neden olacak ve birim kök boş hipotezinin reddi gücünü azaltacaktır. Öte yandan, gereğinden az sayıda gecikme kullanımı ise mevcut hata sürecini tanımlamayı ve parametre ve standart sapmasının tahminini güçleştirecektir.

**Tablo 4.4. Birim Kök Test Sonuçları**

Değişken	ADF Testi		Philips-Perron Testi		KPSS Testi	
	Düzyey	Birinci Fark	Düzyey	Birinci Fark	Düzyey	Birinci Fark
ESS1	-5,411**	-5,614**	-5,244**	-5,788**	0,205**	0,732*
ESS2	-2,589	-7,526**	-2,589	-7,526**	0,701*	0,194**
ESS3	-3,600*	-5,613**	-3,600*	-5,651**	0,748	0,383**
ESS4	-5,217**	-5,663**	-5,494**	-5,726**	0,765	0,485*
IMP	-2,203	-6,908**	-3,498*	-7,109**	0,769	0,385**
PP	-2,601	-5,619**	-2,597	-5,619**	0,543*	0,233**
PCCONS	-0,672	-5,612**	-0,674	-5,587**	0,782	0,064**
TPES	-1,498	-6,346**	-1,547	-6,346**	0,784	0,162**
CEM	-2,178	-4,951**	-2,263	-4,857**	0,775	0,328**
REN	-0,351	-7,038**	-0,837	-7,050**	0,768	0,180**
<i>Kritik Değerler</i>						
% 1	-3,615	-3,615	-3,615	-3,615	0,739	0,739
% 5	-2,941	-2,941	-2,941	-2,941	0,463	0,463

Not: Burada yalnızca sabit terim içeren test sonuçlarına yer verilmiştir. Sabitsiz ve trendli testlere göre sonuç değişmemektedir. \* ve \*\* sırasıyla, %5 ve %1 düzeyinde boş hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde, Olasılık Oranı (LR), Nihai Tahmin Hatası (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwartz Kriteri (SC) ve Hannan-Quinn (HQ) kriterleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Tablo 4.3'den görülebileceği gibi, tahmin edilecek modellerde 1 (bir) gecikme değerinin kullanılması uygun olacaktır.

#### 4.3.2. Phillips - Perron Birim Kök Testi

Dickey – Fuller testinde, rassal hataların dağılımının istatistiksel olarak bağımsız ve sabit varyanslı olduğu varsayılmaktadır. Yani rassal hatalar (şoklar) arasında otokorelasyon olmadığı,  $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$  varsayılmaktadır. Phillips ve Peron (PP) birim kök için parametrik olmayan yeni bir test geliştirmişlerdir. PP testi, DF testinde olduğu gibi üç farklı regresyon modeli için geliştirilebilmektedir. Ancak PP testi için en basit model AR(1) aşağıdaki şekilde verilebilmektedir:

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$(1 - \varphi_1 L) Y_t = \mu + \varepsilon_t \quad (7)$$

Burada,  $t = 1, 2, 3, \dots, T$ , ve model için birim kök  $1 / \varphi_1$  ile bulunur.  $\varphi_1 = 1$  olduğunda seride birim kök var demektir. PP testi için yine ADF testinde olduğu gibi yardımcı regresyonların, sabitsiz ve trendsiz, sabitli ve trendsiz ve sabitli ve trendli olmasına göre yeniden düzenlenmektedir. Kritik tablo değerleri de yine aynı şekilde, üç ayrı kategoride fark gösterecektir. DF testleri için kullanılan testlerin PP versiyonu (Z) ile gösterilir. Örneğin DF testlerinden sabitsiz ve trendsiz bir modelin testi için  $\tau$  kullanılırken, bu testin karşılığı PP testinde  $Z_\alpha$  olacaktır. PP testi için kullanılacak en basit model, AR(1) sürecidir.

$$Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

PP testi formülü şu şekildedir:

$$Z_\alpha = T(\varphi_1 - 1) - CF \quad (9)$$

Burada, CF, düzeltme faktörüdür. Bu düzeltme faktörü hesaplanırken de hata teriminin varyansı ( $\sigma_\varepsilon^2$ ) kullanılır. PP testinde test istatistiklerinin asimptotik dağılımının seri korelasyonun katsayıları etkilememesi için t-istatistiğinin dönüştürülmüş biçimi kullanılmaktadır.



### 4.3.3. KPSS Birim Kök Testi

Bu testte amaç, gözlenen serideki deterministik trendin arındırılarak serinin durağanlaştırılmasıdır. KPSS testinde kurulan birim kök hipotezi ADF testleri için kurulan testlerden farklıdır.  $H_0$  serinin durağan olduğunu,  $H_A$  ise seride birim kök olduğunu belirtir. Burada  $H_0$ 'daki durağanlık temelde trendin durağanlığını göstermektedir. Zira, seriler trendden arındırılır. Böylece, trendden arındırılmış serideki birim kökün olmaması, serinin aslında trend durağan olduğunu göstermektedir.

Bir diğer önemli nokta,  $H_0$  trend durağanlığı gösterdiği için elde edilecek rassal yürüyüş hipotezinin varyansı sıfır olacaktır. Rassal yürüyüşün normal ve durağan hatalarında normal bir temiz – dizi olduğu varsayımı altında trend durağan hipotez için LM- istatistiğinin belirlenmesi önem arz etmektedir. LM testinde boş hipotez, rassal yürüyüşün sıfır varyansa sahip olduğu varsayımı altında, serinin deterministik trend, rassal yürüyüş ve durağan hataların toplamı ile açıklandığını gösterir:

$$Y_t = \beta_t + w_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$w_t = w_{t-1} + u_t \quad (11)$$

Burada  $w_t$ , modelin rassal yürüyüşü,  $t$ , deterministik trendi,  $\varepsilon_t$  ise durağan hataları göstermektedir. Ayrıca,  $u_t \sim \text{IID}(0, \sigma_u^2)$ 'dir. Durağanlık hipotezi  $u_t$ 'nin varyansının sıfır olduğunu ( $\sigma_u^2$ ) varsayar. Bir diğer nokta da,  $\varepsilon_t$ 'nin durağan ve  $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$  olduğudur (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007: 361).

Tablo-48, ADF, PP ve KPSS birim kök test sonuçlarını göstermektedir. ADF ve PP testlerine göre, enerji arz güvenliği değişkenlerinden ESS1, ESS3 ve ESS4, düzeyde durağan görünürken, bağımsız değişkenler düzeyde durağan görünmemektedir. KPSS testine göre ise yalnızca ESS1 değişkeni düzeyde %1 düzeyinde durağan bulunmuştur. Birinci farklar üzerinde yapılan testlerin tamamında, her üç teste göre de tüm seriler durağan olmaktadır. Bu da serilerin, I(1) entegrasyon düzeyine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Sabitsiz ve sabit ve trendli test sonuçları, bu yorumu değiştirmemektedir. Bu nedenle, bundan sonraki zaman serisi analizlerinde, KPSS sonuçlarını dikkate alarak, tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmadığı varsayılacak (ESS1 değişkenini içeren denklemler daha dikkatli yorumlanacak), bu nedenle sahte resresyon tehlikesinden uzaklaşmak için de eşbütünleşme tahmin yöntemleri tercih edilecektir.

#### 4.4. EKONOMETRİK ANALİZLER VE SONUÇLARI

Önceki bölümde, enerji arz güvenliğini etkileyen temel faktörler literatürden de yararlanarak belirlenmiş, serilerin betimsel ve birim kök analizleri yapılmıştır. Bu bölümde önce bir ön test niteliğinde olan ve değişkenler arasında nedensel bir bağ olup olmadığını araştıran Granger Nedensellik Testi yapılacak, ardından oluşturulan modelin ekonometrik tahminine geçilecektir.

##### 4.4.1. Granger Nedensellik Testleri

Granger nedensellik testi, bir serinin, başka bir serinin gelecek değerlerinin öngörüsünde kullanılıp kullanılmayacağına dair bilgi veren bir istatistiksel testtir. İki değişkenden, X'in geçmiş değerleri, Y'nin gelecek değerlerini açıklayıcı bilgi veriyorsa, "X değişkeni, Y'nin Granger nedenidir" denir. Bunu test etmek amacıyla, aşağıdaki denklem tahmin edilerek,  $\beta_j = 0$  boş hipotezi test edilir.

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Bu hipotezin testi için, yukarıdaki kısıtsız modelden elde edilen hata kareler toplamı ( $RSS_U$ ), X değişkeni içermeyen kısıtlı modelden elde edilen hata kareler toplamı ( $RSS_R$ ) ile karşılaştırılarak F testine tabi tutulur.

$$F_{(m, n-2m)} = [(RSS_R - RSS_U) / m] / [RSS_U / (n-2m)] \quad (13)$$

Boş hipotez reddedilirse, "X'in, Y'nin Granger nedeni" olduğu kabul edilir.

Her bir enerji arz güvenliği değişkeni ile bağımsız değişkenler arasında yapılan Granger nedensellik test sonuçları (F-istatistikleri), Tablo 4.5'de sunulmuştur:

Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, toplam birincil enerji arzı, enerji arz güvenliğindeki değişimleri açıklayan en önemli faktörlerden birisidir. Beş gösterge tanımının tamamında, boş hipotez ("TPES, ESS'nin nedeni değildir") reddedilmiştir. Yine kişi başına enerji tüketimi, karbon emisyonu ve yenilenebilir enerji kaynakları oranı, enerji arz güvenliğini etkileyen temel faktörler arasında yer almaktadır. Üç göstergeye göre, boş hipotez reddedilmiştir. Petrol fiyatları, yalnızca ithalat bağımlılığı ile ölçülen

ESS1 ve IMP değişkenlerinin açıklayıcı bir nedeni olarak bulunmuştur. Enerji arz güvenliğinin diğer tanımlarına göre, petrol fiyatları, arz güvenliğinin Granger nedeni değildir. Enerji yoğunluğu tanımından yola çıkarak oluşturulan enerji arz güvenliği göstergesi ESS2'nin, bağımsız değişkenlere karşı nispeten daha duyarsız olduğu görülmüştür.

**Tablo 4.5. Granger Nedensellik Testi**

Bağımsız Değişkenler	ESS1	IMP	ESS2	ESS3	ESS4
PP	3,615*	3,784*	0,001	1,568	0,227
TPES	4,082*	3,969*	3,171*	7,122**	3,418*
PCCONS	6,511**	3,737*	1,813	4,573*	1,513
CEM	6,108**	2,598	5,430**	4,623*	3,889*
REN	5,435**	4,989*	1,190	5,558**	2,340

Not: Hücrelerde yer alan rakamlar, F-istatistiklerini göstermektedir. \* ve \*\*, boş hipotezin sırasıyla %5 ve %1 düzeylerinde reddedildiğini göstermektedir. Her analizde, 2 gecikme değeri kullanılmıştır. Nedenselliğin yönü, bağımsız değişkenden, bağımlı değişkene doğrudur.

Nedensellik testinin ilgi çekici sonuçlarından birisi de, her ne kadar tabloda yer verilmemiş olsa da, **nedensellik tek yönlüdür**, yani enerji arz güvenliği göstergelerinden bağımsız değişkenlere doğru yapılan nedenselliğin tüm testlerinde, boş hipotez reddedilememiştir. Bir başka deyişle, mevcut veri ve analizlere göre, enerji arz güvenliğinde meydana gelen değişmeler, petrol fiyatları, birincil enerji arzı, kişi başına enerji tüketimi, karbon emisyonu ve yenilenebilir enerji oranında meydana gelen değişmeleri açıklamamaktadır.

Granger nedensellik testinin bir dezavantajı, iki seri arasındaki etkileşimin varlığı hakkında fikir vermesine rağmen, bu etkileşimin yönü hakkında bilgi verememektedir. Bu nedenle, aralarında ilişki olduğu tespit edilmiş olan değişkenlerin, birbirini olumlu mu yoksa olumsuz yönde mi etkilediği, regresyon analizleri vasıtasıyla belirlenebilir.

#### 4.4.2. Eşbütünleşme Analizleri

Zaman serilerinin büyük çoğunluğu, düzeyde durağan değildir. Bu serilerle yapılan analizlerin katsayı tahminleri ve kullanılan istatistikler geçerliğini kaybeder. Acaba bu tür durağan olmayan seriler asla kullanılmamalı mıdır? Engle ve Granger (1987)'e göre, eğer iki yada daha fazla seri, bir denge ilişkisi oluşturuyorsa, kendileri stokastik trend içerse bile, bu seriler birlikte hareket edebilir ve farkları durağan olabilir. Bir başka deyişle, iki veya daha fazla serinin kendileri birim kök içerse bile, bunların doğrusal kombinasyonu durağan olabilir. Bu duruma, “eşbütünleşme” adı verilir.

Engle and Granger (1987) eşbütünleşmeyi şöyle açıklar:

Bir  $x$  vektörünü oluşturan seriler  $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt})$  eğer

- Tüm seriler  $d$  derecesinde bütünleşik ise,
- Doğrusal kombinasyonlarının,  $\beta x_t = \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_n x_{nt}$  şeklinde,  $(d-b)$  derecesinde bütünleşik olduğu bir  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  vektörü varsa, bu seriler  $d$  derecesinde bütünleşiktir ve  $x \sim CI(d,b)$  şeklinde gösterilir. Buradaki  $\beta$  vektörüne, eşbütünleşen vektör adı verilir.

Eğer  $x_t$  vektörü,  $n$  adet seriye sahipse,  $n-1$  kadar eşbütünleşen vektör ortaya çıkabilir. Bulunan eşbütünleşen vektör sayısına, eşbütünleşen sıra (cointegrating rank) adı verilir.

Eşbütünleşen değişkenlerin en önemli özelliği, bunların zaman patikalarının, uzun dönem dengeden sapmalar tarafından etkilenbilmesidir. Eğer sistem eninde sonunda uzun dönem denge değerine dönecekse, bu değişkenlerin en azından bir kısmının sapmalara karşı tepki vermesi beklenir (Enders, 1995). Bir başka deyişle, eşbütünleşmenin varlığı, dengeden sapmaların durağan olacağı ve zaman içinde çok büyük boyutlara ulaşamayacağı anlamına gelmektedir. Hem uzun hem de kısa dönem dinamikleri yakalamak amacıyla, eşbütünleşme sistemi, **hata düzeltme** formatında da gösterilebilmektedir.

Eşbütünleşme testi için iki yaygın yöntem kullanılmaktadır: *Engle-Granger Yöntemi*, tek bir denklemde, eşbütünleşen regresyonun hatalarının durağan olup

olmadığını test eder. Öte yandan, *Johansen Yöntemi* ise, çok-denklemlili bir sistem içinde eşbütünleşme testi gerçekleştirir.

Eğer amaç, iktisat teorisinde mevcut bir uzun dönem ilişkisini test etmek ise, basit bir EKK tahmini ile Engle-Granger yöntemi kullanılarak eşbütünleşme analizi yapılabilir. Özellikle gözlem sayısının az olduğu analizlerde, Engle-Granger yöntemi daha avantajlıdır zira Johansen yönteminde her bir değişken endojen alınıp ayrı ayrı denklemler halinde tahmin edildiği için önemli miktarda serbestlik derecesi kaybına neden olacaktır.

Engle-Granger yöntemi, bir değişkeni “bağımlı değişken” olarak tanımlayıp, diğer değişkenleri otomatik olarak regresyonun sağ tarafına “bağımsız değişkenler” attığı için, sıkça eleştirilir zira bu durum sözkonusu değişkenler arasındaki olası farklı doğrusal ilişkileri ihmal etmektedir, yani sözkonusu değişkenler arasında birden fazla eşbütünleşen vektör bulunabilir. Ancak, bahsedildiği gibi, amaç tek bir doğrusal ilişki üzerine yoğunlaşmak ve bunun var olup olmadığını test etmek ise, Engle-Granger yöntemi uygulaması kolay bir eşbütünleşme yöntemidir.

Johansen yöntemi, (Johansen, 1988), içindeki bütün değişkenlerin endojen kabul edildiği bir eşbütünleşen vektörün, bir denklemler sistemi içerisinde, maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmesine dayanır. Bu amaçla, bir vektör otoregresyon modeli (VAR) tahmin edilir. Bu VAR modeli, k gecikme değerlerini içeren  $X_t$  vektöründen oluşur:

$$X_t = \mu + A_1 X_{t-1} + \dots + A_k X_{t-k} + \phi Z_t + u_t \quad t = 1, \dots, T \quad (14)$$

Burada  $X_t$ , bir  $(n \times 1)$  vektörü olup, n kadar değişkenin cari ve gecikmeli değerlerinden oluşmakta olup, birinci derece eşbütünleşiktir yani  $I(1)$ . Her bir  $A_i$ ,  $(n \times n)$  parametre matrisi,  $Z_t$  ise bir  $I(0)$  değişkenler vektörüdür.<sup>21</sup>  $\mu$ , sabit vektörü,  $u_t$  ise rassal hatalar vektörüdür.

Burada, VAR modelinin formülasyonu büyük önem taşır zira eşbütünleşme test sonuçları, bu formülasyona göre değişebilir. Bu işlemde, iki önemli husus dikkate

<sup>21</sup>  $Z_t$ , rassal hataların “beyaz gürültü” olmasını sağlayacak her türlü değişkeni içerebilir, bu anlamda örneğin kukla değişkenler de bu vektör içinde yer alır.

alınmalıdır. İlki, uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi, ikincisi ise sabit, trend, kukla değişkeni gibi parametrelerin sisteme dahil edilip edilmeyeceği hususudur (Harris, 1995). Eğer serilerde trend varsa ve birinci farkları sıfır ortalamaya sahip değilse, modele sabit ilave etmek yararlı olacaktır. Böyle bir durum söz konusu değilse bile, sabit ilave etmek, verilerdeki ölçüm birimini kapsayacaktır. Ancak serilerde quadratik trend varsa, modele mutlaka trend eklemek gerekecektir.

Zaman serilerinin çoğunluğunun durağan olmamasından dolayı, yukarıdaki model, şöyle bir Hata Düzeltme Vektörü (VECM) olarak ifade edilebilir:

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k+1} + \Pi X_{t-k} + \varphi Z_t + u_t \quad (15)$$

burada

$$\Gamma_i = -(I - A_1 - \dots - A_i) \quad i = 1, \dots, k-1$$

ve

$$\Pi = -(I - A_1 - \dots - A_k).$$

Sistemi bu şekilde formüle etmek,  $X$  vektöründeki değişmelere karşı yapılan hem kısa dönem hem uzun dönem ayarların,  $\Gamma_i$  ve  $\Pi$  vasıtasıyla tahmin edilmesini sağlar. Harris (1995)'de gösterildiği gibi,  $\Pi = \alpha\beta'$  dir ve burada  $\alpha$ , dengesizliğe ayar hızını (dengeye dönüş hızını) verir iken,  $\beta$ ,  $(n-1)$  adet eşbütünleşen ilişkinin, tahmin edilen uzun dönem katsayılarını kapsayan bir vektördür.

$X$ 'in durağan olmayan  $I(1)$  değişkenlerden oluşan bir vektör olduğu varsayılırsa,  $u_t \sim I(0)$  "beyaz gürültü" olması için, (15)'teki tüm terimlerin  $I(0)$  olması ve  $\Pi X_{t-k}$  durağan olması zorunludur. Bu durumda, üç olasılık söz konusudur:

- Eğer  $\text{Rank}(\Pi) = n$  ise, yani  $\Pi$  matrisi full rank ise,  $X_t$  vektöründeki tüm değişkenler durağandır ve böylece eşbütünleşme testine gerek yoktur modeldeki tüm değişkenler, düzey olarak tahmin edilebilir.
- Eğer  $\text{Rank}(\Pi) = 0$  ise, yani  $\Pi$  matrisi boş matris ise, eşbütünleşme yok demektir zira  $X_t$  matrisi içinde yer alan değişkenlerin  $I(0)$  olacak doğrusal bir kombinasyonu bulunmamaktadır. Bu durumda, sistem birincil farklarla bir VAR modeli olarak düzenlenebilir ve uzun dönem bilgisi barındırmaz.

- Eğer  $0 < \text{Rank}(\Pi) = r < p$  ise, en fazla  $(n-1)$  kadar eşbütünleşen ilişki var demektir. Bir başka deyişle,  $\Pi = \alpha\beta'$  olan  $p \times r$  matrisleri vardır burada  $\beta'X_{t-k}$  ilişkisini durağan hale dönüştüren  $\beta$  eşbütünleşme vektörü bulunmaktadır.

Pratikte, üçüncü durumda eşbütünleşme analizleri yapılır ancak buradaki denklemler EKK gibi bilinen yöntemlerle tahmin edilemez. Johansen (1988),  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerini tahmin edebilmek için indirgenmiş rank regresyonunu (*reduced rank regression*) önermiştir.

$\Pi$ 'nin rankı, yani eşbütünleşen ilişki sayısı,  $r$ , özdeğerlerin (eigenvalues ( $\lambda_i$ 's)) istatistiksel olarak sıfırdan farklı olup olmadığının test edilmesiyle bulunur. Yani

$$H_0 : \lambda_i = 0 \quad i = r + 1, \dots, n$$

Burada yalnızca ilk  $r$  özdeğerler sıfırdan farklıdır. Bir başka deyişle, burada “en fazla  $r$  adet eşbütünleşen ilişki vardır” boş hipotezi test edilmektedir. Bu kısıt,  $r$ 'nin farklı değerlerine yüklenebilir, sonra bu kısıtlı modelin maksimize edilmiş olabilirlik fonksiyonu kısıtsız modelinki ile karşılaştırılır ve standart olabilirlik oranı (likelihood ratio) testi hesap edilir. Yani boş hipotez, *iz istatistiği* (trace statistic) ile test edilir:

$$\lambda_{trace} = -2 \log(Q) = -T \sum_{i=r+1}^n \log(1-\lambda_i) \quad r = 0, 1, 2, \dots, n-2, n-1 \quad (16)$$

burada  $Q =$  (kısıtlanmamış maksimum olabilirlik/kısıtlanmış maksimum olabilirlik).

Bu istatistik, “en fazla  $r$  doğrusal ilişki vardır” boş hipotezine karşın, “ $r$ 'dan daha fazla doğrusal ilişki vardır” alternatif hipotezini test etmektedir. Örneğin, boş ve alternatif hipotezler şöyle belirtilebilir:

$$H_0 : r = 0 \quad H_A : r \geq 1$$

$$H_0 : r \leq 1 \quad H_A : r \geq 2$$

$$H_0 : r \leq 2 \quad H_A : r \geq 3$$

$$\dots \quad \dots$$

İlkinde, eşbütünleşmenin olmadığı boş hipotezi, en az bir eşbütünleşme olduğu alternatifine karşı test edilir. Bu boş hipotez reddedilirse, en az bir ilişki, en az iki ilişkinin varlığına karşı test edilir ve işlem bu şekilde devam eder.

En büyük  $\lambda$  değerini test eden diğer test istatistiği ise *maximal eigenvalue* or  *$\lambda$ -max* istatistiğidir:

$$\lambda_{\max} = -T \log(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad r = 0, 1, 2, \dots, n-2, n-1 \quad (17)$$

*$\lambda$ -max* istatistiği, “tam olarak  $r$  adet eşbütünleşen ilişki vardır” boş hipotezine karşın, “ $(r + 1)$  ilişki vardır” alternatifini test eder. Örneğin boş ve alternatif hipotezler şöyle belirtilebilir:

$$\begin{array}{ll} H_0 : r = 0 & H_A : r = 1 \\ H_0 : r = 1 & H_A : r = 2 \\ H_0 : r = 2 & H_A : r = 3 \\ \dots & \dots \end{array}$$

Hem iz hem de maximal özdeğer istatistikleri hesaplandıktan sonra, Johansen ve Juselius (1990) veya Osterwald-Lenum (1992) tarafından sağlanan kritik tablo değerleri ile karşılaştırılır.

#### 4.4.3. Johansen Eşbütünleşme Tahminleri

Yukarıdaki analizlerde, birim kök testleri ile (özellikle KPSS) hemen hemen tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmadığı, ancak birinci farklarının durağan olduğu dolayısıyla modelde kullanılacak değişkenlerin birinci derece bütünleşik yani  $I(1)$  olduğu bulunmuştu. Granger nedensellik testleri ise, söz konusu değişkenler arasında nedensellik bağlarının bulunduğu yolunda bilgiler vermişti. Bu bölümde ise, durağan olmayan seriler içeren modellerin tahmininde en yaygın kullanılan yöntem olan Johansen Eşbütünleşme analizi kullanılarak, yukarıda bahsedilen enerji arz güvenliği modeli tahmin edilecektir.

Tüm değişkenler logaritmik olarak ifade edilmiş, bağımlı değişken olarak kullanılan enerji arz güvenliği göstergelerinin performansını karşılaştırabilmek amacıyla, tüm modellere aynı bağımsız değişkenler ve sabit terim ilave edilmiştir. Tablo 4.3'te yapılan testler sonucunda, modele 1 gecikme uzunluğu eklenmesi uygun bulunmuştur. Analiz, 1970-2009 dönemini kapsayan yıllık verilerle yapılmıştır.



Bu amaçla, aşağıdaki gibi VAR modelleri tahmin edilecektir:

$$X_t = \mu + A_1 X_{t-1} + \dots + A_k X_{t-k} + u_t \quad t = 1, \dots, T \quad (18)$$

burada

$k$  gecikme uzunluğunu,

$\mu$  sabit vektörü ve

$X_t$  ise bağımsız değişkenleri içeren vektörü temsil etmektedir. Modelin bağımsız değişkenleri: dünya petrol fiyatları (PP), toplam birincil enerji arzı (TPES), kişi başına enerji tüketimi (PCCONS), fosil yakıt CO<sub>2</sub> emisyon miktarı (CEM) ve yenilenebilir enerji oranı (REN).

İlk olarak petrol bağımlılık oranı endeksi ESS1'in bağımlı değişken olarak kullanıldığı model tahmin edilmiştir. Tablo 4.6 Johansen eşbütünleşme testi sonuçlarını göstermektedir. Bağımsız değişkenler, enerji arz güvenliğindeki değişmelerin %80'ini açıklayabilmektedir. Burada rapor edilmemiş olsa da, otokorelasyon (LM test), heteroskedasdisite (White test) ve normalite (Jarque-Bera test) test sonuçlarına göre, tahminlerde herhangi bir diagnostik hata görülmemektedir.

**Tablo 4.6. Johansen Eşbütünleşme Testi - ESS1**

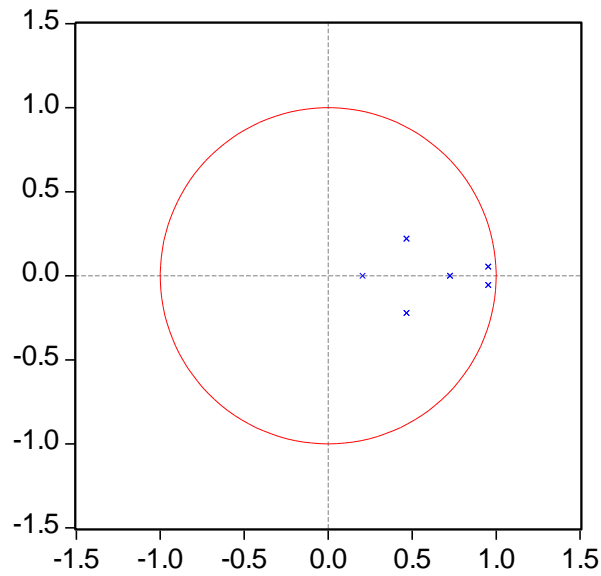
$$ESS1_t = \alpha_0 + \alpha_1 PP_t + \alpha_2 TPES_t + \alpha_3 PCCONS_t + \alpha_4 CEM_t + \alpha_5 REN_t + u_t$$

H <sub>0</sub> Hipotezi	İz İstatistiği	Kritik Değer
$r = 0$	138,542**	103,956
$r \leq 1$	83,613*	76,972
	<b>Maksimum Özdeğer</b>	<b>Kritik Değer</b>
$r = 0$	54,928**	40,956
$r = 1$	36,087*	34,805

Not: \* ve \*\* katsayıların %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlı olduklarını göstermektedir.

Aşağıdaki Şekil 4.11'de, modelin AR köklerinin çember içinde kalması, istatistiksel olarak modelin anlamlı olduğunu desteklemektedir. Modelin sonuçları etkin ve geçerlidir.

**Şekil 4.11. ESS1 Modelinin Otoregresif Kökleri**



Hem iz istatistiği hem de maksimum özdeğer istatistiği, söz konusu değişkenler arasında en az iki doğrusal ilişki olduğunu göstermektedir.

*Petrol ithal bağımlılığının* bir gösterge olarak kullanıldığı enerji arz güvenliği modeli aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir. Parantez içindeki rakamlar, t istatistiklerini göstermektedir.

$$ESS1 = 1,977 - 0,052 PP + 4,009 TPES - 2,720 PCCONS - 1,788 CEM + 0,579 REN$$

$$t \quad (1,757) \quad (-2,363) \quad (6,414) \quad (-7,683) \quad (-4,732) \quad (4,077)$$

Analiz sonuçlarına göre, dünya petrol fiyatlarında yükseliş, kişi başına enerji tüketiminin artması ve CO<sub>2</sub> emisyonunun artması, Türkiye'nin enerji arz güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Öte yandan, birincil enerji arzı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının artmasının, enerji arz güvenliğini olumlu etkilediği bulunmuştur.

**Tablo 4.7. Johansen Eşbütünleşme Testi - IMP**

$$IMP_t = \alpha_0 + \alpha_1 PP_t + \alpha_2 TPES_t + \alpha_3 PCCONS_t + \alpha_4 CEM_t + \alpha_5 REN_t + u_t$$

H <sub>0</sub> Hipotezi	İz İstatistiği	Kritik Değer
r = 0	123,555**	103,956
r ≤ 1	72,939	76,972
	Maksimum Özdeğer	Kritik Değer
r = 0	50,616**	40,956
r = 1	32,815	34,805

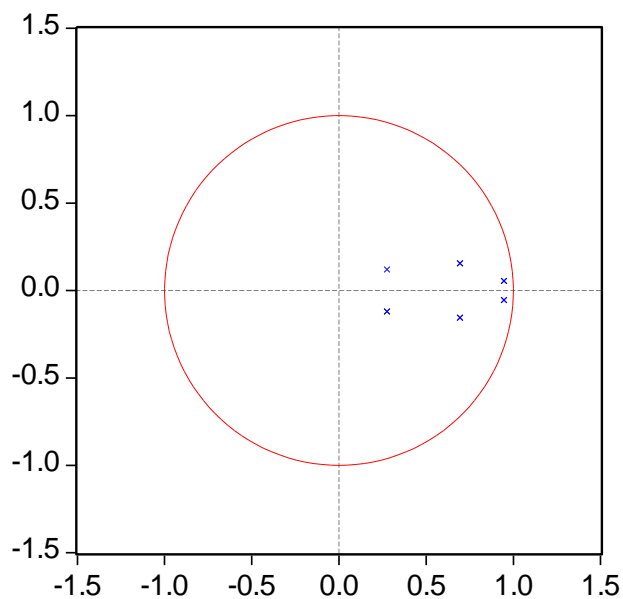
Not: \* ve \*\* katsayıların %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlı olduklarını göstermektedir.

ESS1 tanımında, enerji arz güvenliği, petrol ithalatında dışa bağımlılık yönünden ölçülürken, Tablo 4.7’de, alternatif gösterge olarak **toplam enerji ithalatının toplam enerji kullanımına oranı** kullanılmış ve model aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir:

$$IMP = -3,138 - 0,041 PP + 3,683 TPES - 1,645 PCCONS - 1,809 CEM + 0,243 REN$$

$$t(-3,513) \quad (-2,411^*) \quad (7,937) \quad (-6,351) \quad (-6,460) \quad (2,382)$$

Önceki tablo ile karşılaştırıldığında sonuçların benzer olduğu, arz güvenliğinin petrol fiyatlarına, enerji tüketimine ve CO<sub>2</sub> emisyon oranına negatif tepki verirken, birincil enerji arzı ile yenilenebilir kaynak oranına pozitif tepki verdiği bulunmuştur. Buradan, sonuçların, seçilen arz güvenliği göstergesine duyarlı olmadığı ortaya çıkmıştır. Şekil 4.12’de görüldüğü gibi, AR köklerinin çemberin içinde kalması, modelin tutarlılığına destek veren bir başka göstergedir.

**Şekil 4.12. ESS1 (IMP) Modelinin Otoregresif Kökleri**

Tablo 4.8, ikinci arz güvenliği tanımı olan *enerji yoğunluğu* (endüstriyel enerji tüketiminin GSYİH içindeki payı) bağımlı değişken olarak kullanılmış ve model aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir:

$$\text{ESS2} = -2,439 - 0,003 \text{ PP} + 2,442 \text{ TPES} - 0,849 \text{ PCCONS} - 1,809 \text{ CEM} + 0,625 \text{ REN}$$

$$(-2,663) \quad (0,222) \quad (4,797) \quad (-2,811) \quad (-3,634) \quad (5,787)$$

Model bir bütün olarak anlamlı (F-istatistiği: 11,558) ve modeldeki değişkenler, bağımlı değişkendeki değişmelerin %90,7'sini açıklayabilmektedir. Johansen eşbütünleşme testlerine göre, hem iz hem de maksimum özdeğer istatistikleri, “hiç doğrusal ilişkinin olmadığı” konusundaki boş hipotezi reddetmiş ve “en az 1 doğrusal ilişkinin varlığı” kabul edilmiştir.

Kavram olarak enerji yoğunluğu, bir birim çıktı üretebilmek için gerekli enerji kullanım miktarını göstermektedir. Yukarıdaki tahmin edilen iki modelle uyumlu olarak, ESS2'nin bağımsız değişken olarak kullanıldığı bu modelde de, enerji arz güvenliğinin, birincil enerji arzına, kişi başına enerji tüketimine, CO<sub>2</sub> emisyonuna ve yenilenebilir enerji oranına duyarlı olduğu görülmektedir. Bu değişkenler, en az %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak bu modelde, petrol fiyatlarındaki değişkeni, %5 düzeyinde anlamlı bulunamamıştır.

**Tablo 4.8. Johansen Eşbütünleşme Testi - ESS2**

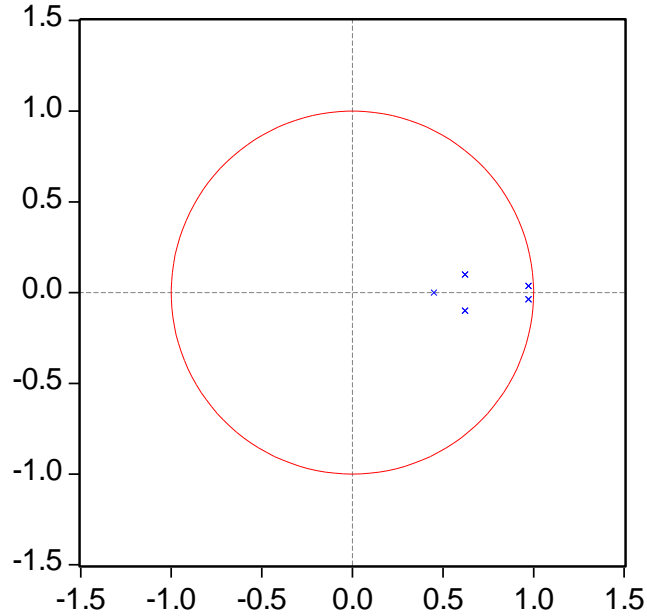
$$\text{ESS2}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{PP}_t + \alpha_2 \text{TPES}_t + \alpha_3 \text{PCCONS}_t + \alpha_4 \text{CEM}_t + \alpha_5 \text{REN}_t + u_t$$

<b>H<sub>0</sub> Hipotezi</b>	<b>İz İstatistiği</b>	<b>Kritik Değer</b>
r = 0	115,568**	103,956
r ≤ 1	70,414	76,972
	<b>Maksimum Özdeğer</b>	<b>Kritik Değer</b>
r = 0	45,154*	40,956
r = 1	30,956	34,805

Not: katsayıların %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlı olduklarını göstermektedir.

Şekil 4.13, modelin otoregresif köklerinin çember içinde kaldığını gösterdiğinden, model bir bütün olarak anlamlıdır.

**Şekil 4.13. ESS2 Modelinin Otoregresif Kökleri**



*Yerli enerji üretiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı*, enerji arz güvenliğinin ölçümünde kullanılan bir başka göstergedir. Aşağıdaki ampirik analizde, ESS3 olarak tanımlanan bu gösterge, bağımsız değişken olarak ele alınarak model yeniden aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir:

$$\text{ESS3}_t = -4,84 + 0,041 \text{ PP}_t + 5,49 \text{ TPES}_t - 2,66 \text{ PCCONS}_t - 2,68 \text{ CEM}_t + 0,36 \text{ REN}_t + u_t$$

$$t \quad (-2,507) \quad (1,171) \quad (5,391) \quad (-4,731) \quad (-4,372) \quad (1,665)$$

**Tablo 4.9. Johansen Eşbütünleşme Testi – ESS3**

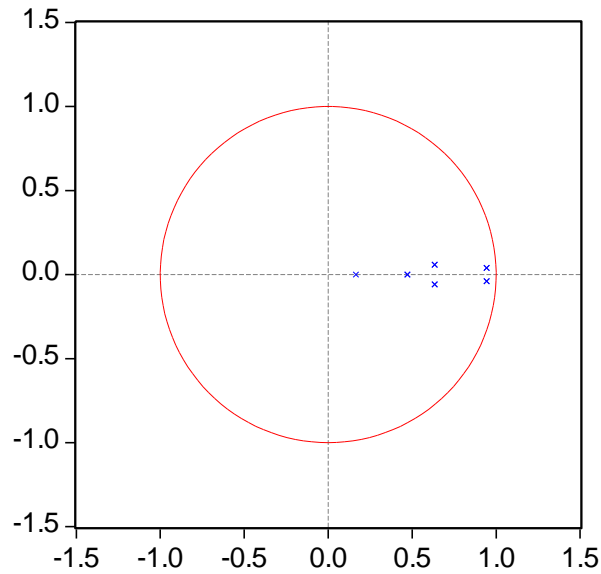
$$\text{ESS3}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{PP}_t + \alpha_2 \text{TPES}_t + \alpha_3 \text{PCCONS}_t + \alpha_4 \text{CEM}_t + \alpha_5 \text{REN}_t + u_t$$

<b>H<sub>0</sub> Hipotezi</b>	<b>İz İstatistiği</b>	<b>Kritik Değer</b>
$r = 0$	114,753**	103,956
$r \leq 1$	73,551	76,972
	<b>Maksimum Özdeğer</b>	<b>Kritik Değer</b>
$r = 0$	41,202*	40,956
$r = 1$	29,342	34,805

Not: katsayıların %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlı olduklarını göstermektedir.

Model bir bütün olarak ele alındığında, F-istatistiği modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, R kare değeri de, enerji arz güvenliğindeki değişmelerin %95'inin, modeldeki bağımsız değişkenler tarafından açıklanabildiğini göstermektedir. Modelin diagnostik testleri, modelde otokorelasyon, heteroskedasdisite gibi sorunların mevcut olmadığını ortaya koymaktadır. Johansen eşbütünleşme analizine göre (Tablo 4.9) modeldeki değişkenler arasında en az bir adet doğrusal ilişki söz konusudur. Önceki modellerde olduğu gibi, burada da, kişi başına enerji tüketiminin ve CO<sub>2</sub> emisyonunun enerji arz güvenliğini olumsuz etkilediği tahmin edilmiştir. Öte yandan, toplam birincil enerji arzı arttıkça, ülkenin enerji arz güvenliği de artmaktadır. Her üç değişken de t-istatistiklerine göre, istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

**Şekil 4.14. ESS3 Modelinin Otoregresif Kökleri**



Bununla birlikte, yerli enerji üretim payının bağımlı değişken olarak kullanıldığı bu modelde, dünya petrol fiyatlarındaki değişmeler ile yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji arzındaki oranındaki değişmelerin, enerji arz güvenliğini etkilemediği ortaya çıkmıştır.

Şekil 4.14'de görülebileceği gibi, ESS3 modelinden elde edilen otoregresif köklerin çember içinde kalması, modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Enerji arz güvenliğini belirleyen faktörlerle ilgili son ekonometrik analizde, önceki modellerde kullanılan arz güvenliği endekslerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanan ESS4 değişkeni, bağımlı değişken olarak kullanılacaktır. Enerji arz güvenliği, oldukça geniş bir kapsama alanı olan ve tek bir tanımının olmadığı bir kavramdır. Bu kavramı ölçme çabaları içinde oluşturulan endekslerin içinde yer alan değişkenlerin her biri, aynı zamanda tek başlarına da enerji yoğunluğu, enerji ithal bağımlılığı, yerli üretim oranı gibi farklı kavramları ölçmektedir. Bileşik endeksin oluşturulmasındaki temel amaç, farklı kavramları ölçen verilerden kaynaklanabilecek dezavantajları azaltmaktır.

**Tablo 4.10. Johansen Eşbütünleşme Testi – ESS4**

$$ESS4_t = \alpha_0 + \alpha_1 PP_t + \alpha_2 TPES_t + \alpha_3 PCCONS_t + \alpha_4 CEM_t + \alpha_5 REN_t + u_t$$

H <sub>0</sub> Hipotezi	İz İstatistiği	Kritik Değer
r = 0	121,697**	103,956
r ≤ 1	79,700*	76,972
	<b>Maksimum Özdeğer</b>	<b>Kritik Değer</b>
r = 0	41,996*	40,956
r = 1	36,350*	34,805

Not: katsayıların %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlı olduklarını göstermektedir.

Enerji arz güvenliğini ölçen ESS4 endeksinin yer aldığı model, aşağıdaki şekilde tahmin edilmiş ve test sonuçları Tablo 4.10’da sunulmuştur.

$$ESS4 = -0,449 - 0,01 PP + 3,67 TPES - 1,98 PCCONS - 1,75 CEM + 0,40 REN$$

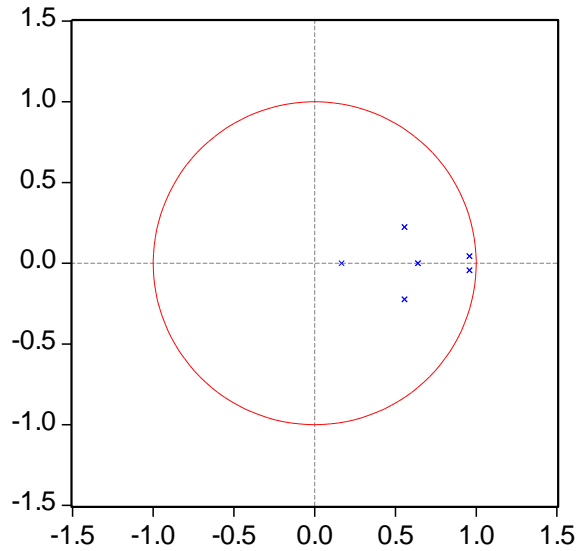
$$(-0,378) \quad (-0,476) \quad (6,099) \quad (-5,861) \quad (-4,815) \quad (3,007)$$

Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni açıklamada 0,90 gibi yüksek bir R-kare ve 52,07 gibi bir F-istatistiği değerlerine sahip olan bu model, istatistiksel olarak anlamlıdır. Eşbütünleşme test istatistikleri olan iz ve maksimum özdeğer istatistiklerine göre, modelde yer alan değişkenler arasında en az iki adet doğrusal ilişkinin mevcut olduğu ortaya çıkmıştır. Bu ilişkilerden birisinin, enerji arz güvenliğini açıklayan bir denklem olduğu varsayılırsa, bağımsız değişkenlerin sahip olduğu t-istatistiklerine göre, dört değişkenin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre, birincil enerji arzı ile yenilenebilir enerjinin toplam tüketimdeki payının artmasının, Türkiye’nin enerji arz güvenliği üzerinde olumlu etki yaratacağı tahmin edilmektedir.

Diğer yandan, kişi başına tüketim ile CO<sub>2</sub> emisyonundaki değişmelerin ise, arz güvenliğine etkileri olumsuz yöndedir. Son olarak, diğer modellerde olduğu gibi, Türkiye'nin arz güvenliğinin, bir inelastik fiyat olan dünya petrol fiyatlarına karşı duyarlı olmadığı bulunmuştur.

Bileşik endeksin kullanıldığı son model tahmininden elde edilen otoregresif köklerin gösterildiği Şekil 4.15'e göre, modelin, bir bütün olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

**Şekil 4.15. ESS4 Modelinin Otoregresif Kökleri**



1973 ve 1979 yıllarında petrol fiyatlarındaki ani yükselişlerle dünya iki önemli kriz yaşamıştır. 1973 yılında varil başına 3,29 ABD doları olan petrol fiyatı, 1974 yılında 11,583 ABD dolarına fırlamıştır. Yine 1978 yılında 14 ABD doları olan fiyatlar, 1979'da 32 ABD dolarına yükselmiştir (Yıllık ortalama Brent petrol fiyatlarına göre). 2000'li yıllarda da petrol fiyatlarında önemli ve sürekli bir tırmanış gözlenmiştir. Yukarıda yapılan analizlerin tümünde hem 1973 hem de 1979 krizi için birer kukla değişkeni (step dummy) modele eklenmiştir. Yapılan tahmin sonuçları, aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$ESS4 = +2,64 - 0,009 PP + 2,16 TPES - 1,77 PCCONS - 0,78 CEM + 0,10 REN - 0,72 D73$$

$$(2,647) \quad (-0,552) \quad (4,416) \quad (-6,353) \quad (-2,646) \quad (0,973) \quad (-8,494)$$



1979 yılı kukla değişkeninin anlamlı bulunmadığı ve eklendiği modellerde önemli bir değişikliğe neden olmadığı gerekçesiyle tablolarda bu sonuçlara yer verilmemiştir. Tablo 4.11’de Bileşik Endeks ile yapılan ve 1973 yılı kukla değişkeninin dâhil edildiği modelin tahmin sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4.11. Johansen Eşbütünleşme Testi – ESS4 ve Petrol Krizi**

$$ESS4_t = \alpha_0 + \alpha_1 PP_t + \alpha_2 TPES_t + \alpha_3 PCCONS_t + \alpha_4 CEM_t + \alpha_5 REN_t + \alpha_6 D73_t + u_t$$

H <sub>0</sub> Hipotezi	İz İstatistiği	Kritik Değer
r = 0	187,764**	103,956
r ≤ 1	123,079**	76,972
	<b>Maksimum Özdeğer</b>	<b>Kritik Değer</b>
r = 0	64,692**	40,956
r = 1	42,535**	34,805

Not: katsayıların %5 ve %1 önem düzeylerinde anlamlı olduklarını göstermektedir.

Tablodan izlenebileceği gibi, model bir bütün olarak anlamlı ve kullanılan değişkenler arasında en az iki adet doğrusal bir ilişki gösteren vektörün var olduğu bulunmuştur. Katsayılar da önceki modele göre önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Kukla değişkeni, %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Petrol fiyatlarındaki ani yükselme, enerji arz güvenliğini olumsuz etkilemiştir. Aynı etki, ESS1, ESS2 ve ESS3 modellerinde de tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, farklı boyutlarıyla ölçülen enerji arz güvenliği endeksleri ile bağımsız değişken olarak seçilen faktörler arasındaki istatistiksel ilişkileri içeren model tahminlerine bakıldığında, beş modelde de, enerji arz güvenliğinin birincil enerji arzı ve yenilenebilir enerji oranından olumlu yönde, kişi başına enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonundan ise olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur. Bağımsız değişkenin değişmesine rağmen, sözkonusu değişkenlerin işaretlerinin ve anlamlılık düzeyinin aynı kalması, modellerin sağlam (robust) olduğunu göstermektedir. Petrol fiyatları, tüm modellerde negatif işaretli olarak tahmin edilirken, yalnızca bağımlılık endekslerinin kullanıldığı modellerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Petrol bağımlılık oranını kullanan ESS1 ile toplam enerji bağımlılığını kullanan modellere göre, petrol fiyatlarındaki yükselmeler, enerji arz güvenliğini tehdit etmektedir.

Ülkeler, yükselen enerji fiyatları karşısında oluşabilecek refah transferi ve ekonomik küçülme riskine karşı korunabilmek için, enerji tüketimini azaltmak

zorundadır. Bu nedenle hem ekonomik verimliliği artırmak hem de dışa bağımlılığı azaltmak için enerjinin etkin kullanımıyla, enerji yoğunluğunu azaltan yeni ve ileri teknolojilere yatırım yapmak zorundadır. Enerji yoğunluğunun azalması veya enerjinin etkin kullanımı, enerji tüketimini azaltarak üretim maliyetini düşürecek, aynı zamanda da, daha az fosil yakıt tüketilmesi, çevre açısından, sera gazı salınımını azaltarak enerji arz güvenliğini olumlu etkileyecektir.

Enerjide arz güvenliğini sağlayan tedbirlerden bir diğeri olan ve fosil yakıtlara göre enerjide sürdürülebilirliği ifade eden yenilenebilir enerji alternatifi, sera gazı emisyonunu azaltarak iklim değişikliğinin önüne geçmektedir. Aynı zamanda yerli enerji tüketimi ile ithalat bağımlılığını da azaltmaktadır.

Dünya Ekonomi Konseyi'ne göre; gelişmekte olan ülkelerde bugün ve gelecekte enerji tüketiminin en önemli iki belirleyicisi; nüfus ve GSYİH düzeyi ve bileşimidir (Sohn, 2008:187). Ülkenin ekonomik ve sosyal gelişme düzeyi, finansal ve kurumsal koşullar, yerel, bölgesel ve küresel çevre endişeleri, enerji arzı ve enerji yoğunluğu, yeni ve gelişmiş teknolojiler ve modern enerji kaynaklarına erişim, enerji arz güvenliğini etkileyen bileşenler olarak öne çıkmaktadır. Literatürde bazı çalışmalarda, enerji arz güvenliğini tehdit eden, fosil yakıt ve özellikle de petrol bağımlılığı, nedenleri ve göstergeleri belirlenmeye çalışılmaktadır. 1982 yılından sonra serbest piyasa ekonomilerinde, birincil enerji talep artışı ve tüketiminin, en önemli nedeni (talep ve GSMH arasındaki doğrusala yakın bir ilişki nedeniyle) büyüme ve nüfus artışı olarak görülmektedir. Nüfus artışı, ekonomik büyüklük ve kişi başı enerji tüketim düzeyi arttıkça, tüketim miktarının artması, kısa ya da uzun vadeli arz kesintisi riskine karşı, fosil yakıtlarda dışa/ithalata bağımlı olan ekonominin kırılganlığını ve arz güvenliği riskini artıracaktır.

Petrol fiyatlarının artmasının, ekonomik küçülme ve durgunluğa yol açarak ekonomileri kötü yönde etkilediği bilinmektedir. ABD'de II. Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan on durgunluktan dokuzu petrol fiyatlarının artmasından sonra yaşanmıştır. Yine uzun vadede sürdürülemeyen bütçe açığı da petrol fiyatlarının yükselmesiyle oluşmuştur. Uluslararası Enerji Ajansı'nın baş ekonomisti Fatih Birol, petrol fiyatlarında yaşanan artışın, küresel ekonomik iyileşmeyi rayından çıkaracağını vurgularken, enerjide dışa bağımlı olan Türkiye için petrol fiyatlarının artmasını kötü bir haber "hatta bazı ülkelere daha da kötü" olarak yorumlamıştır. Petrol fiyatlarındaki artıştan en

olumsuz etkilenecek ülkelerden birinin Türkiye olacağı uyarısını yaparken bunun üç nedenini, Türkiye'nin hem petrol hem de doğalgaz ithal etmesi, doğalgaz fiyatının petrol fiyatlarına endeksli olması ve Türkiye'nin elektrik üretiminde doğalgazı yoğun şekilde kullanması olarak sıralamıştır. Enerji arzını ithalatla karşılayan ve enerjide dışa bağımlı bir ülke olarak Türkiye açısından dünya enerji fiyatlarının ve özellikle de petrol fiyatlarının artması, enerjinin makul fiyatlarla tüketiciye ulaşmasını engelleyerek ülkenin enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyecektir.

Türkiye'nin enerji talebi, enerji arzının bir göstergesidir ve enerji arz güvenliğinde önemli bir etkiye sahiptir. Enerji talebi ve enerji kaynağının ulaşılabilir (available) olması, maliyeti (affordable), enerji tedarikinde hizmet güvenilirliği (reliability) ve çevresel etkiler (acceptable), enerji arz güvenliği için çok önemlidir. Asya Pasifik Enerji Araştırma Merkezi'ne göre (APEREC), bir ekonominin enerji portföyünü karbon emisyonu sıfır olan yakıtlara kaydırması, toplam birincil enerji tüketimi içinde yenilenebilir ve nükleer enerji oranını artırması, enerjinin toplumsal kabul düzeyini artırarak enerji güvenliğini de artıracığı vurgulanmaktadır (Kruyt vd, 2009:2167).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

### *Çalışmanın Önemi*

Güvenlik, siyasî, askeri, sosyal, ekonomik ve çevre açısından farklı anlamlar ifade etse de, enerji güvenliği; bu kategorilerin hepsini içine alan geniş bir tanımla ifade etmektedir. Uluslararası ortamda, her ülke enerji tedarikinde kendi kendine yeter olduğu sürece ekonomik ve siyasî açıdan güven ve istikrara sahip bir ülkedir. Bir ülkenin devasa bir orduya sahip olsa da manevra kabiliyetinin, enerjiye ulaşabilirliği ve elindeki petrol stokuna bağlı olması, enerji arz güvenliğinin, bir ülkenin askeri kapasitesinin dahi sınırlarını çizdiğini göstermektedir. Ülkelerin ulusal ve uluslararası piyasalarda enerji aktörlerinin davranışlarını tahminde yaşadığı güçlükler, ekonomik güvenliği; hızlı sanayileşme karşısında korunamayan doğal kaynakların durumu ise çevre güvenliğini ilgilendirmektedir.

Enerji üzerine yapılan akademik çalışmalarda; petrol, doğal gaz, kömür, nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli, üretimi, tüketimi, sektörel enerji yoğunluğu ve bu büyüklüklerin ekonomiye etkileri üzerine araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Enerji güvenliği boyutuyla, ekonomik büyümenin enerji arzı bağımlılığından nasıl kurtulacağı sorusuna cevap arayan çalışmalarda; tamamen rakamsal terminoloji ile yapılan analizlerin yeterli olmadığı görülmüştür. Örneğin kısmen Arap-İsrail çatışmasıyla provoke edilmiş olan 1973 OPEC petrol krizinin, sadece ekonomik bir model ile açıklanması mümkün değildir. Ayrıca fosil enerji kaynaklarının, özellikle petrol ve doğal gazda olmak üzere, enerjiyi yoğun olarak tüketen coğrafyalardan farklı bölgelerde yoğunlaşması, başka bir ifadeyle, Doğunun zengin enerji kaynaklarının Batı piyasalarına taşınmasında kaynakların iletimi ve ekolojik denge üzerindeki olumsuz etkileri de çevre boyutu ile öne çıkmaktadır. Bu nedenle enerji arz güvenliğinin, birbirini tamamlayacak olan ekonomik, coğrafi ve siyasî açılardan analiz edilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

Enerji güvenliği ve bu hususta karşılaşılan sorunlar, yalnızca bugünün ekonomisini ve refahını değil, gelecek kuşakların da refah ve kalkınmasını etkilemektedir. Hem bir üretim girdisi olarak, hem de kalkınmanın bir göstergesi olarak, kuşaklar-arası etkiye sahip enerji hususu, farklı açılardan ve derinlemesine incelenmesi gereken bir konudur. Bu önemine rağmen özellikle enerji arz güvenliği üzerine yapılan

ve özellikle konuyu zaman boyutuyla ele alan ampirik çalışmaların yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

Bu nedenle, bu tezde, enerji arz güvenliğinin ölçülmesi, bunu etkileyen faktörlerin, ekonomik, siyasî ve coğrafi boyutlarıyla ele alınması, bunların Türkiye için geçerliliğinin zaman serisi analizleri ile test edilmesi amaçlanarak, literatürdeki önemli boşluğun doldurulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda, dünyada ve seçilmiş ülkelerdeki enerji kaynakları, bunların kapasite, üretim ve tüketim durumları, kaynak türleri detayında incelenmiş, mevcut sorunlar, enerji politikaları ve geleceğe yönelik stratejileri ele alınmıştır. Yine benzer bir yapıyla, Türkiye'nin enerji durumu ve enerji politikaları detaylı olarak ortaya konmuştur. Tezin bir başka amacı da, yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerji arz güvenliği bağlamında bir alternatif olarak irdelenmesi olmuştur.

### ***Çalışmanın Özeti***

Dört bölümden oluşan çalışmanın **ilk bölümünde** enerji, enerji arzı, arz güvenliği ve yenilenebilir enerji ile ilgili temel kavramlar ve tanımlar üzerinde durulmuş, farklı boyutlarıyla enerji arz güvenliği tanımlanmıştır. Enerji arz güvenliği, mevcut enerjinin kaynağından çıkarılarak; üretimi, iletimi ve tüketimi faaliyetleri kapsamında, enerji arzı ve talebinin, yeterli miktarda ve kaliteli olarak, makul maliyet/fiyatlarla, kesintisiz ve çevreye duyarlı biçimde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak arz güvenliğini etkileyen ekonomik, siyasî ve coğrafi faktörler, konuyla ilgili akademik yayınlar, resmi ve özel kurum raporları incelenerek ortaya koyulmuştur.

Enerji arz güvenliği kavramı, potansiyel enerji kaynağının tükenme ihtimalinden ziyade, var olan kaynağa ulaşamamayı bir risk olarak görmektedir. Enerji kaynaklarının, dünya üzerinde eşit dağılmaması, enerji arz güvenliği açısından önemli bir husustur. Dünyada birçok ülke, enerji tedarikinde başka bir ülkeye bağımlı durumdadır.

Çalışmanın **ikinci bölümünde**, Dünya'da mevcut enerji durumu ve projeksiyonlara bakılarak, enerji kaynaklarının potansiyel rezerv, arz, üretim, tüketim ve ülkeler arasındaki ticaretine yer verilmiştir. Konu ile ilgili akademik ve kurumsal yayın ve raporlar incelenerek, enerji arz güvenliğinde fosil yakıtlara alternatif olacak enerji kaynakları ile ilgili veriler derlenmiştir. Bu bölümde ayrıca, seçilmiş bazı ülkelerde

uygulanan ve somut örnekler olarak kullanılabilen arz güvenliği politikaları, amaç, hedef ve stratejiler açısından incelenmiştir.

Gelişmiş ülkelerdeki enerji politikaları başlığı altında; dünyada enerji arzı ve talebinde en üst sıralarda yer alan; ABD, Japonya ve AB gibi gelişmiş ülkeler incelenmiştir. ABD, Japonya ve AB, gelişmiş ülkeler arasında enerji talebi ve tüketiminde öne çıkan ülkelerdir. ABD dünyada enerji tüketiminde birinci sırada yer alan ve nispeten enerjide kendine yeten bir ülkedir. Bunun yanında hem petrol rezervleri açısından zengin sayılan bir ülke olarak enerji üretiminde, hem de ekonomik büyüklüğü ve nüfusuyla enerji tüketiminde önemli bir ülkedir. Japonya, en büyük enerji tüketicisi ülkeler arasında yer alan ve enerji ithalat bağımlılığı fosil yakıtlarda, özellikle de petrol ve doğal gazda %100 gibi bir orana sahip olması nedeniyle seçilmiştir. Ayrıca dünyada enerji arz güvenliğini sağlamaya yönelik politikalarda en başarılı ülkedir.

AB, enerji durumu ve enerji politikasıyla, küresel piyasaların en önemli aktörlerinden biridir. Dünyanın en güçlü entegrasyonları ve gelişmiş ülke bloklarından biri olan AB, aynı zamanda dünyanın en büyük petrol ve doğalgaz ithalatçısı konumundadır. Petrol ihtiyacının %82'sini, doğalgaz ihtiyacının ise %57'sini ithal etmektedir. Bu oranların önümüzdeki 25 yıl içerisinde sırasıyla %93 ve %84'e yükselmesi beklenmektedir. AB'nin en büyük enerji tedarikçisi Rusya'dır. Enerji tüketiminde, çevre endişeleriyle artan doğal gaz tüketimi Birliği, Rusya, Orta Asya, Hazar ve Kafkasya enerji havzalarına daha da bağımlı kılmıştır. AB enerji arz güvenliğini artırmak için küresel boyutta enerji üretim ve iletim projeleriyle öne çıkmaktadır. Enerjinin büyük oranda tüketiminin yapıldığı Avrupa kıtasında yaşanan enerji arzı problemlerine çözüm olarak enerji arz kaynağı çeşitliliği ve/veya coğrafik çeşitlilik önerilmektedir. Hazar Havzası, Orta Asya ve Afrika'dan Avrupa'ya yeni enerji hatlarının kurulmasıyla enerji kaynaklarını çeşitlendirecek projeler hayata geçirilmektedir. AB, enerji boru-hatları ve enerji koridoru olacak ülkelerle ilişkilerin geliştirilmesini hedeflerken, Türkiye ismi öne çıkmaktadır. Türkiye, coğrafi konumu gereği enerji kaynaklarının üretici ülkelere tüketici ülkelere taşınmasında doğal bir koridor konumundadır. Özellikle AB'nin ve bölgedeki diğer gelişmiş ülkelerin enerji güvenliğinin sağlanmasında Türkiye'nin üstünlüklerine dikkat çekilmektedir.

Rusya'nın AB'ye enerji ithalat güzergâhı üzerindeki komşularıyla yaşadığı uzlaşmazlıklar, ne kadar güvenilir bir arz kaynağı olduğu yönünde soru işaretleri

yaratmaktadır. AB, enerji arzında güvenlik, güvenilirlik ve çevre endişeleriyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yaptığı yatırımlar ve son dönemde yenilenebilir enerjide artan kapasitesi ve toplam birincil enerji arzında yenilenebilir üretimi (%18) artışıyla dikkati çekmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerdeki enerji politikaları başlığı altında; BRIC ülkeleri olarak anılan, Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin gibi ülke örneklerine yer verilmiştir. Brezilya ve Rusya fosil enerji kaynakları rezervleriyle dikkat çekmektedir. Rusya'nın petrol, kömür ve doğal gazda en büyük ihracat bölgesi olan AB ve Çin, küresel enerji piyasasının en önemli aktörleri olmuştur. Rusya, enerji üretim ve iletiminde serbest piyasa koşullarında milli Gazprom gibi şirketleri desteklemeye devam etmektedir. Brezilya petrol ve doğal gaz rezervleri yanında yenilenebilir enerji potansiyeli ile de öne çıkmaktadır. Yenilenebilir enerjide hidroelektrik ve biyokütle üretimi en yüksek olan ülkedir. Çin ve Hindistan yükselen ekonomiler içinde enerji talebi ve tüketimleriyle artan CO<sub>2</sub> emisyonu ile çevre açısından öne çıkan ülkelerdir. Petrol ve doğal gazda ithal bağımlılığı yüksek olan Çin, küresel piyasalarda enerji alanında yaptığı uluslararası yatırımlarla dikkat çekmektedir.

**Üçüncü bölümde**, fosil enerji kaynakları açısından oldukça fakir olan ve enerji tedarikinde ithal bağımlılığı %74 gibi yüksek bir orana sahip olan Türkiye'nin enerji durumu konu edilmiş ve enerji politikaları incelenmiştir. Türkiye, ekonomik gelişmesine paralel olarak enerji ihtiyacı sürekli artan bir ülkedir. Yenilenebilir enerji kapasitesi açısından zengin olan ülkede bu kapasitenin, yeni altyapı ve tesis yatırımları ile desteklenmesi gerekmektedir. Enerji üretimi ve iletiminde serbest piyasanın işlemesi için gerekli yasal düzenlemeler henüz tamamlanma aşamasındadır. Bu nedenle gelecek on yılda, yenilenebilir enerji kapasitesi ve üretimin artması beklenmektedir.

**Dördüncü bölümde**, önceki bölümde teorik olarak belirlenen enerji arz güvenliğini etkileyen faktörlerin, Türkiye için geçerli ve önemli olup olmadığı, zaman serisi ekonometrisi analizleri ile test edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle enerji arz güvenliğinin ölçülmesi konusu ele alınmış, tanımlardan ve literatürden yararlanılarak dört farklı endeks oluşturulmuştur. Bunlar, Enerji Bağımlılık Endeksi, Enerji Yoğunluğu Endeksi, Yerel Üretim Endeksi ve bu üç endeksin ortalamasından oluşan Bileşik Endeks'tir. Bileşik Endeks vasıtasıyla, enerji arz güvenliğinin dört temel unsuru olan elde edilebilirlik (availability), ulaşılabilirlik (accessibility) üretilebilirlik

(affordability) ve sürdürülebilirlik (acceptability) kapsamıştır. Arz güvenliğini etkileyen faktörler, 1970-2009 dönemine ait kesintisiz ve sağlıklı veri olması kısıtı da göz önüne alınarak, toplam birincil enerji arzı, kişi başına enerji tüketimi, dünya petrol fiyatları, toplam fosil yakıt CO<sub>2</sub> emisyonu ve yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimine oranı olarak belirlenmiştir. Konuya ait teorik bir model olmamasından dolayı, hazırlanan endekslerin bağımlı değişkeni oluşturduğu dört adet *ad hoc* model oluşturulmuştur.

Modellerin tahmininden önce, zaman serisi analizlerinde sıkça karşılaşılan sahte regresyon tehlikesinden uzaklaşabilmek için, ADF, Philips-Perron ve KPSS birim kök testleri yapılmış, (KPSS sonuçlarına göre) değişkenlerin düzeyde durağan olmayıp birinci farklarla durağan hale geldiği gözlenmiştir. Ardından her bir faktör ile enerji arz güvenliği endeksi arasında istatistiksel bir ilişki olup olmadığı, Granger Nedensellik Testi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu teste göre, Yoğunluk Endeksi hariç hemen hemen tüm modellerde, birincil enerji arzı, CO<sub>2</sub> emisyonu, kişi başına enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji kaynakları oranındaki değişmelerin, enerji arz güvenliğindeki değişmeleri etkilediği sonucuna varılmıştır. Bulunan nedensellik tek yönlü bir nedenselliklidir. Petrol fiyatları ile arz güvenliği ilişkisi, sadece Petrol Bağımlılık Endeksi kullanıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Modeller, değişkenlerin durağan olmamasından dolayı Johansen Eşbütünleşme Yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre, tüm modellerde değişkenler arasında en az bir adet eşbütünleşen ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, ilgili literatüre uygun olarak, birincil enerji arzı ve yenilenebilir enerji oranındaki bir artışın, enerji arz güvenliğini olumlu etkilediği, ancak CO<sub>2</sub> emisyon miktarı ve kişi başına enerji tüketimindeki bir artışın ise arz güvenliğini olumsuz etkilediği sonucu bulunmuştur. Hem teorik tartışmalar hem de örnek uygulamalar, petrol fiyatlarındaki artışın, enerji arz güvenliği için önemli bir risk oluşturduğunu öne sürmesine rağmen, bu hipotez, yalnızca Enerji Bağımlılık Endekslerinin bağımlı değişken olarak kullanıldığı modellerde istatistiksel olarak geçerli kılınabilmiştir. Diğer modellerde, petrol fiyatlarının katsayısı yine negatif bulunmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır.



### ***Politika Önerileri***

Devletlerin, firmaların ve diğer sosyal ve ekonomik aktörlerin küresel politik ve ekonomik davranışlarını uluslararası politik ekonomi açısından değerlendirmek gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Güvenlik, finans, üretim ve bilgi, uluslararası aktörlerin yapısal gücünün kaynağını oluşturmaktadır. Enerji, özellikle endüstri, konut ve taşıma sektörlerindeki *üretim* açısından; enerji ve çevre sektörü endişeleri ile başlatılan ve öncelikle petrol ticaretiyle finanse edilen teknolojik gelişmenin ürettiği *bilgi* açısından ve enerji arzı güvenliğinin sağlanması (petrol üreten bölgelere direkt müdahaleyle) ile ilgilenen uluslararası kurumların oluşturulmasında da *güvenlik* açısından hayati bir rol oynamaktadır.

Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve gelişmenin yegâne kuralı; enerji arz güvenliğinin temin edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bugün, enerji arz güvenliği, güvenli, güvenilir ve çevreye en az zarar veren kaynaklardan elde edilen, rekabet edebilir seviyedeki enerjinin kesintisiz olarak, son kullanıcıya ulaşması olarak tanımlanmaktadır.

Dünyada, fosil yakıt ve nükleer güç kullanımıyla üretilen enerji tüketiminin yarattığı sorunlar; doğal çevreye daha az zarar veren, daha verimli teknolojilere doğru yönelimi zorunlu kılmaktadır. Sanayileşmiş ülkeler, tarihi süreçte yaşanan tecrübeleri sonucunda, enerjinin üretim ve tüketiminde; güvenli ve güvenilir, rekabet edebilir, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerjinin etkin kullanımını sağlayacak teknolojileri desteklemek üzere önlemler almayı öğrenmektedirler.

Arz güvenliğini artırmaya yönelik hedeflere ulaşmak için belirlenen stratejilerde, öncelikle hukuki ve kurumsal altyapı oluşturulması hayati önem taşımaktadır. Çevre ve Enerji Bakanlığı benzeri kamu kuruluşları tarafından konulan kısıtlar altında, küresel endişeler nedeniyle ortaya çıkacak olan maliyetlerden kaçınmak için, kirletici ve enerji etkin olmayan teknolojilerin piyasada satılmasını engelleyen standartlar geliştirilmektedir. Enerji güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma için önerilen temel politikaları aşağıdaki başlıklar altında özetlemek mümkündür:

1. Enerji talebi ve arzı arasındaki açığı en aza indirmek,
2. Enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliği ve tasarrufunu artırmak,
3. Optimal enerji karışımını oluşturmak,
4. Enerji arzını çeşitlendirmek,

5. Enerji altyapısını geliştirmek için yatırım yapmak,
6. Alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek,
7. Ar&Ge faaliyetleri ile yenilik ve rekabeti teşvik etmek,
8. Enerji fiyat dalgalanmalarına karşı kırılganlığı azaltmak,
9. Enerji sektöründe iyi yönetişimi sağlamak.

Ekonomik büyümeden ödün vermeden, tasarruf ve verimli teknolojilerle, enerji tüketimini azaltmak en iyi politika önerisi olarak görülmektedir. Ancak bu durum yapısal olarak ekonominin tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine; sektörel olarak bilimsel ve teknolojik ilerlemeyle yüksek enerji yoğun sektörden düşük enerji yoğun sektöre ve az verimli yakıttan çok verimli yakıtı geçmesiyle mümkün olacaktır.

Küresel dünyada genel olarak, gelişmiş ülkeler ve enerji talebinde en yüksek artışın yaşandığı yeni gelişen ekonomilerde arz güvenliği endişelerinin kaynağı ortaktır. Ancak enerji arz güvenliğini artırmak için oluşturulan politikaların önceliği, ülkede yaşanan sıkıntıların kaynağına göre değişmektedir.

Temel amaçlar belirlendikten sonra, amaçlara yönelik hedeflere ulaşmak için ana stratejiler belirlenmektedir. Gelişmiş ülkelerin, enerji arz güvenliğini artıracak politikaları geliştirmede, hukuki ve kurumsal altyapının iyileştirilmesi, enerji tasarrufu ve verimliliğini artıran, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirecek teknolojik gelişimin sağlanması konularında daha kapsamlı ve başarılı politikalar yürüttükleri görülmektedir. Örneğin AB, ABD ve Japonya’da son yıllarda, fosil yakıtların daha verimli teknolojilerle kullanılması, nükleer enerji teknolojisindeki ilerleme ve özellikle 2010 yılında yenilenebilir enerji teknolojileri ve altyapı yatırımlarında yaşanan, adeta sıçrama düzeyindeki artışlar, somut örnekler olarak sayılabilir.

Elektrik enerjisinin her türlü ekonomik faaliyetin temel girdisi olması, kullanım alanını ve dolayısıyla da elektrik enerjisine olan talebi de arttırmaktadır. Elektrik enerjisi sektöründe arz güvenliğinin sağlanması, elektrik üretiminin talebin üzerinde gerçekleştirilmesi ile mümkün olabilir. Ancak “*depo edilemezlik*” özelliğine sahip olan elektrik enerjisi sektöründe, yatırımların kesintisiz ve zamanında yapılması şarttır. Diğer yandan elektrik üretiminde kullanılan fosil yakıtların verimsiz ve çevreye zararlı gazların emisyonunu artırması, alternatif olarak yenilenebilir enerjiyi işaret etmektedir. Yeni teknolojiler ile mevcut fosil yakıtlı tesislerin verimliliğinin artırılması ve nükleer enerji seçeneği de arz güvenliğini artırmaya yönelik önemli bir alternatiftir. Bu

bağlamda enerji politikaları içinde elektrik enerjisi sektörü, arz güvenliğini artırmada ayrı bir öneme sahiptir.

AB ve üye ülkelerin refah düzeyi ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından, elektrik enerjisi üretimi, iletimi ve dağıtımına büyük önem verdiği gözlenmektedir. Ulusal politikalarında yer alan güneş enerjisi ve elektrik enerjisi şebeke ağını destekleyen endüstriyel SET-planı ve Avrupa Ekonomik Toparlanma (EEPR) Planı kapsamında devreye sokulan Akıllı Şehirler İnisyatifi'nin amacı; iklim değişikliği politikası kapsamında büyük şehirlerde enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir enerjiyi yaygın olarak binalarda kullanmaktır. Sistemik ve yenilikçi bir yaklaşımla inisiyatifin temel araçları; enerji (arz ve talep) yönetimi, yeni teknolojilerle binalarda yerel enerji şebeke ağı bağlantıları ve ulaşımda alınan önlemler olmuştur. Akıllı şehirler inisiyatifi, aynı zamanda da ulaşım sektöründe “yeşil arabalar” projesi ile de özel ve kamu ortaklığının çalışma alanlarını kapsamaktadır. İnisyatif, pilot bölgelerde yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak, verimliliği yüksek binalarla şehirlerin ısıtılması ve soğutulması sistemleri ve ulaşımda düşük karbonlu, alternatif yakıt kullanan araçların kullanılması çalışmalarına başlamıştır.

Gelişmekte olan ülkelerde enerji arz güvenliği politikaları, öncesinde uygulanacak stratejilerin hukukî, kurumsal ve teknik altyapının oluşturulması veya var olanların yenilenmesi gereklidir. Bu bağlamda yasal mevzuatın yenilenmesi veya varsa uluslararası anlaşmalara uyumlu hale getirilmesi gereklidir. Enerjinin, rekabetçi, temiz, güvenli ve güvenilir, sürdürülebilir, koşullarda elde edilmesi ve yeni ve yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi için iç pazarda, serbest piyasa koşullarının işlemlerini sağlayacak hukuki altyapının ve piyasa denetim mekanizmasının tesis edilmesi gereklidir. Enerji politikalarının arz güvenliğini artırmak için belirlediği hedeflerin en başında tasarruf ve verimliliğin artırılması gelmektedir

Bu çalışmada, yenilenebilir enerjinin arz güvenliğini artırdığı dört modelde de ortaya konulmuştur. Enerji arz güvenliği tanımı ne olursa olsun, yenilenebilir enerji değişkeni, pozitif ve anlamlı bulunmuştur.

Çalışmada kişi başı enerji tüketimi dört modelde de negatif ve anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, artan tüketimin gelecekte enerji arz güvenliğini tehdit eden bir risk oluşturduğunu göstermiştir. Bu nedenle kalkınma için enerji bu kadar önemli bir

girdi iken, kişi başı enerji tüketimini, verimliliği artırmak suretiyle azaltmak, daha doğru bir yöntemdir. Bu çalışma, bu sonucu doğrulamaktadır.

Yine artan enerji tüketimine paralel olarak ortaya çıkan fosil yakıt emisyon miktarı, tüm modellerde negatif ve anlamlı bulunmuş, enerji güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma için emisyonu azaltıcı önemlerin alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Toplam birincil enerji arzı (TPES), arz güvenliği için önemli bir faktördür. Kullanılan yöntem ne olursa olsun enerji arzının artmasının, enerji arz güvenliğini artırdığı bulunmuştur. Ancak Türkiye'deki toplam birincil enerji içinde ithalat payının %74 gibi yüksek bir oranda olması, modelin öngörmediği bir riski beraberinde getirmektedir.

### ***Çalışmanın Katkıları***

Çalışma sonucunda ülkeler arasında enerji arz güvenliğini etkileyen faktörler teorik ve ampirik olarak incelenmiş ve tezin ana amacı, veri kısıtına rağmen gerçekleştirilmiştir. Enerji arz güvenliğini sağlamada bir alternatif olarak sunulan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi teorik olarak ortaya konulmuş ve ekonometrik analizler de bu bulguya destek vermiştir. Bu çalışma, birbirine az yada çok bağımlı hale gelmiş olan ülkelerin oluşturduğu küresel enerji piyasasında, bir ülkenin bağımsız bir şekilde tek başına enerji politikası oluşturmasının imkansız olduğu bir ortamda, dünya enerji piyasası dinamiklerinin daha iyi tanınmasını sağlayacaktır. Ayrıca oldukça yeni bir konu olan enerji arz güvenliği ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda bir araştırma birikimi oluşturulmuş ve Türkçe literatüre kazandırılmış olacaktır.

Mikro bazda bir üretim girdisi olarak; makro bazda da ülkelerin refah artışı ve sürdürülebilir kalkınması için son derece önemli olan enerji konusu, ne genel iktisat ne de politik iktisat, kalkınma iktisadı ve uluslararası iktisat alt dallarında yeterince işlenmiştir. Bu nedenle enerji ekonomisi, iktisat literatüründe büyük bir potansiyeli olan, stratejik öneme sahip bir alandır. Bu tez ile bu alanda enerji ekonomisindeki boşluklardan birinin doldurulması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada oluşturulan enerji arz güvenliği endeksleri, (yazarın bilgisine göre) Türkiye için yapılmış ilk endekslerdir. Mevcut literatürdeki ampirik çalışmalara göz atıldığında, bunların neredeyse tamamının yatay kesit ve panel veri analizleri olduğu görülmektedir. Bu açıdan da bu çalışma, Türkiye için bu konuda yapılan ilk zaman

serisi analizidir. Bu tezin, ampirik literatüre önemli bir katkı sağlayacağı beklenmektedir.

### ***Çalışmanın Kısıtları ve Araştırma Önerileri***

Enerji arz güvenliğini irdeleyen analizler, AB, OECD ve yükselen ekonomiler için gruplar halinde yapılacak yatay kesit ve panel veri analizleriyle zenginleştirilebilir. Böylelikle, yeterli uzunlukta ve nitelikte veri bulunmadığı için modele katılmayan değişkenlerin de etkileri incelenebilir. Bu tür analizlerde, kesikli veri olduğu için zaman serisi analizlerinde kullanılmayan, uluslararası anlaşmalara taraftar olma, bölgesel anlaşmalar ve entegrasyonlara üyelik, savaşlar, siyasî istikrarsızlıklar, siyasî rejim yapıları ve değişimleri, ambargo ve terörizm gibi siyasî faktörlerin; enerji ithal kaynağına uzaklık, enerji nakil güzergâhı ve konumu, jeopolitik konum gibi coğrafi faktörlerin de etkisi irdelenebilir. Enerji arz güvenliği için son derece önemli olan bu coğrafi ve siyasî faktörler, verinin süreklilik özelliği olmadığı için bu çalışmada dikkate alınamamıştır.

## KAYNAKÇA

- AB (2008), Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Commission Staff Working Document, Accompanying the Second Strategic Energy Review An EU Energy Security and Solidarity Action Plan, “Europe's current and future energy position-demand-resources-investments” (Avrupa'nın Mevcut ve Gelecekteki Enerji Durumu-Talep, Kaynak ve Yatırımlar), {COM(2008) 781 final}, Bruksel, 13.11.2008, SEC(2008) 2871, c.1. <http://ec.europa.eu>. Erişim 25.06.2010.
- Abdeen, M. O. (2008) “Energy, Environment and Sustainable Development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c.12, ss. 2265–2300.
- AGA (2010) American Gas Assosiation, “Natural Gas Utilities Help Customers Use Energy Responsibly” (Doğal Gaz Aparatları, Tüketicilerin Enerjiyi Sorumlu Kullanmalarına Yardım Eder) *Energy Efficiency Natural Gas Utilities*, Fact Sheet, February 2010.
- Aksoy, B. (2007) “Enerjide Arz Güvenliği: Politikalar ve Öneriler: Enerjide Arz Güvenliğinin Sağlanması ve Türkiye Enerji Stratejisi” *TÜSİAD Enerji Çalışma Grubu Konferansı*, 27 Aralık 2007, Ceylan Intercontinental Hotel – İstanbul.
- Alboyacı, B. ve Dursun, B. (2008) “Electricity Restructuring in Turkey and the Share of Wind Energy Production”, *Renewable Energy*, c. 33, ss. 2499–2505.
- Alkin, K., Atman, S. (2006) *Küresel Petrol Stratejilerinin Jeopolitik Açından Dünya ve Türkiye Üzerindeki Etkileri*, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2006-48, İstanbul. <http://www.ito.org.tr/ITOPortal/Dokuman/Kitaplar/2006-48.pdf>
- APEC (2011) Asia-Pasific Economic Cooperation, Energy Database, (Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği, Enerji Veritabanı) Erişim Tarihi: 02.02.2011, [http://www.ieej.or.jp/egeda/database/newfinal\\_select\\_cond.php](http://www.ieej.or.jp/egeda/database/newfinal_select_cond.php).
- APEREC (2009) “Understanding Energy in China, Geographies of Energy Efficiency”, (Çin’de Enerjiyi Anlamak Enerji Verimliliği Coğrafyası) Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC), September 2009. [www.ieej.or.jp/aperc](http://www.ieej.or.jp/aperc).

- Atlas, İ. H. (1998) “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye’deki Potansiyel”, *Enerji, Elektrik, Elektromekanik*, c. 45, ss. 58-63, Bileşim Yayıncılık A.Ş: İstanbul.
- Andersen, P.H., Mathews, J. A. ve Rask, M. (2009) “Integrating Private Transport into Renewable Energy Policy: The Strategy of Creating Intelligent Recharging Grids for Electric Vehicles”, *Energy Policy*, c. 37, s. 7, ss. 2481-2486.
- Anthony, J. (2008) “Wind Power Engineering Challenges 2007-2015”, *Cogeneration & Distributed Generation Journal*, c.23, s.3, ss.20 – 33.
- ARNE (2010), Agency for Natural Resources and Energy-Japan, “Energy in Japan 2010”, <http://www.enecho.meti.go.>, Erişim Tarihi: 22. 03. 2011.
- Apergis, N., Loomis, D., Payne, J.E. ve Payne, E. (2010-a) “Are Fluctuations In Coal Consumption Transitory or Permanent? Evidence from a panel of US states”, *Applied Energy*, c. 87, ss. 2424-2426.
- Apergis, N.ve Payne J. E. (2010-b) “ Natural Gas Consumption and Economic Growth: A Panel Investigation of 67 countries ”, *Applied Energy*, c. 87, ss. 2759–2763.
- Apergis N.ve Payne J. E. (2009),“ Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Panel of OECD Countries”, *Energy Policy*, c. 38, s. 1, ss. 656-660.
- Aydın, L. ve Acar, M. (2011) “Economic Impact of Oil Price Shocks On The Turkish Economy in The Coming Decades: A Dynamic CGE Analysis”, *Energy Policy*, c. 39, s. 3, ss. 1722-1731.
- Badea, A. C., Rocco C. M. S., Tarantola S. ve Bolado R. (2011) “Composite Indicators for Security of Energy Supply Using Ordered Weighted Averaging”, *Reliability Engineering & System Safety*,c. 96, ss.651-662.
- Bambawale M.J. ve Sovacool B.K. (2011) “China’s energy security: The Perspective of Energy Users ”, *Applied Energy*, c.88, s.5, ss. 1949-1956.
- Balat, M. (2010) “Security of Energy Supply in Turkey: Challenges and solutions”, *Energy Conversion and Management*, c. 51, ss. 1998–2011.
- Bakır, E. (2006) “*The Energy Corridor Identity of Turkey and Supply Security Dimension of the EU Energy Policy*”, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Ekonomi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: İzmir.

- Belkin, P. (2008) “The European Union’s Energy Security Challenges”, European Foreign Affairs, Defense and Trade Division, Updated January 30, 2008 Congressional Service Research CSR, [www.fas.org](http://www.fas.org), Erişim Tarihi: 20.05.2010.
- Belyi, A. V. (2003) “New Dimensions of Energy Security of The Enlarging EU and Their Impact On Relations With Russia” *Journal of European Integration*, c. 25, s.4, ss. 351-369.
- Bielecki, J. (2002) “Energy Security: Is the Wolf at the Door?”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, c.42, ss. 235-250.
- Bilen, K., Özyurt O., Bakırcı K., Karşlı S., Erdoğan S., Yılmaz M. ve Comaklı, O. (2008) “Energy Production, Consumption, and Environmental Pollution For Sustainable Development: A Case Study in Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ss.1529-1561.
- Bilgen, S., Keleş, S., Kaygusuz, A., Sarı, A. ve Kaygusuz, K. (2008) “Global Warming and Renewable Energy Sources for Sustainable Development: A Case Study in Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c.12, ss. 372-396.
- Birol F. ve Kepler J.H. (2000), “Prices, Technology Development and The Rebound Effect”, *Energy Policy*, c. 28, ss. 457-469.
- BOTAŞ (2009) Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş., 2009 Sektör Raporu, Bilkent, Ankara, ss. 1-25, <http://www.enerji.gov.tr>, Erişim 25.02.2010.
- BOTAŞ (2010) Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş., 2010 Sektör Raporu, Bilkent Ankara, s 1-26, <http://www.enerji.gov.tr>, Erişim 25.04.2011.
- BOTAŞ (2011) Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş, Uluslararası Projeler, <http://www.botas.gov.tr/index.asp>
- BP (2010) Statistical Review of World Energy, Haziran, <http://www.bp.com> Erişim 25.01.2011.
- BP (2009) BP Statistical Review of World Energy, Haziran, <http://www.bp.com> Erişim 02.07.2010.
- Cabalu, H. (2010) “Indicators of Security of Natural Gas Supply in Asia”, *Energy Policy*, c. 38, s. 1, ss. 218-225.
- Carley, S. (2009) “State renewable energy electricity policies: An Empirical Evaluation of Effectiveness” *Energy Policy* c.37,s.8,ss. 3071-3081.



- CEC (2011) Commission Of The European Communities Brussels, Unofficial Version, Communication From The Commission To The European Parliament, The Council And The Economic And Social Committee, “Update Of The Nuclear Illustrative Programme in The Context Of The Second Strategic Energy Review”, (Nükleer Program Gösteriminin, İkinci Stratejik Enerji Gözden Geçirme Çerçevesinde Güncelleştirilmesi), <http://ec.europa.eu>.
- Cog, C. L. ve Paltseva, E. (2009) “Measuring The Security of External Energy Supply in the European Union”, *Energy Policy*, c. 37, ss. 4474–4481.
- Conzelmann, G. ve Koritarov, V. ( 2002) Turkey Energy and Enviromental Review, Task 7 Energy Sector Modeling, Argonne Energy System Studies, Decision and Information Sciences Division Center for Energy and Economic Systems Analysis.
- Costantini, V., Gracceva, F., Markandya, A. ve Vicini, G. (2007) “Security of Energy Supply: Comparing Scenarios From A European Perspective”, *Energy Policy*, c. 35, s. 1, ss. 210-226.
- Cheng, J. Y. S. (2008) “A Chinese View of China's Energy Security, *Journal of Contemporary China*, c. 17, s. 55, ss. 297- 317.
- Chester, L. (2010) “Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature”, *Energy Policy*, c. 38, s. 2, ss. 887-895.
- Dadi, Z. (2009) (NDRC) Enhancing Regional Energy Security Cooperation in Asia and the Pacific; Energy Development, Strategy & Security in China; Expert Group Meeting, 9-11 Aralık 2009, Energy Research Institute National Development and Reform Commission Bangkok, Çin. Erişim Tarihi: 20.03.2010.[http://www.unescap.org/esd/energy/trade\\_and\\_cooperation/transasia n/egm/2009/subregional%20perspectives/index.asp](http://www.unescap.org/esd/energy/trade_and_cooperation/transasia n/egm/2009/subregional%20perspectives/index.asp).
- Dan, S. (2008) “China’s Energy Policy and its Development”, Energy Security, Visions from Asia and Europe, Derl.: Antonio Marquina,ss.135-147, (Printed and bound in Great Britain by CPI: Antony Rowe, Chippenham and Eastbourne), First published 2008 by Palgrave Macmillan Houndmills, Basingstoke, Hampshire RG21 6XS and 175 Fifth Avenue, NewYork,10010.
- Desertec (2011) Desetec Foundation, “Japonya depremi açıklaması”, Erişim Tarihi:

28.02.2011,<http://www.desertec.org/en/press/press-releases/110317-01-statement-on-the-emergency-in-japan/>

E.mevzuat (2011) Mevzuat Bilgi Sistemi 2011, Kanunlar, Tüzükler, Yönetmelikler, <http://www.mevzuat.gov.tr/Kanunlar.aspx>, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin>, Erişim Tarihi: 23.02.2011.

ETİ (2009) ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Bor Madeni Sektör Raporu 2009, ss. 1- 12. <http://www.enerji.gov.tr>., Erişim Tarihi: 25.02.2011.

EC 109, Final COM (2011) European Commission, COM (2011) 109 Final Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions, Energy Efficiency Plan 2011, (2011 Enerji verimliliği Planı) Erişim Tarihi: 20.02.2010, <http://www.energy-community>.

EC (2011) “Energy 2020 - A Strategy For Competitive, Sustainable And Secure Energy” (Enerji 2020- Bir Rekabet, Sürdürülebilirlik ve Güvenli Enerji Stratejisi) European Commission’s Communication, (COM (2010) 639 final of 10 November 2010).

EC (2010) Nuclear energy, Nuclear Power Plants in the European Union-2010, including “Enrichment, Reprocessing & Fuel Fabrication Plants” and “Reactors in operation”,(Avrupa Birliği’nde 2010 yılında Nükleer Enerji ve Nükleer Tesisler; Zenginleştirme, Üretim ve Yakıt Üretme ve Kullanılan Reaktörler) [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress\\_tests\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress_tests_en.htm)

EC SEC-131 final (2011) “European Commission: Renewable Energy: Progressing Towards The 2020 Target” (Avrupa Komisyonu; 2020 hedefine Doğru İlerleme), {COM(2011) 31 final Commission Staff Working Document Review of European and national financing of renewable energy in accordance with Article 23(7) of Directive 2009/28/EC Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament and the Council Brussels, 31.1.2011, SEC(2011)131final, <http://ec.europa.eu>.

ECS (2004) *The Energy Charter Treaty and Related Documents A Legal Framework for International Energy Cooperation*, (Enerji Şartı ve İlgili Dökümanlar: Uluslararası Enerji İşbirliği İçin Yasal Çerçeve) Energy Charter Secretariat, <http://www.encharter.org>, Erişim Tarihi: 25.07.2010.

- EEPR (2010) European Energy Programme for Recovery, EUROPA, Summaries of EU Legislation, (Avrupa Ekonomik Toparlanma Enerji Programı; AB Yasamasının Özetleri) <http://europa.eu/legislation>. Erişim Tarihi: 19.02.2011.
- Ediger, V. Ş., Akar, S. ve Uğurlu, B. (2006) “Forecasting Production of Fossil Fuel Sources in Turkey Using A Comparative Regression and ARIMA Model”, *Energy Policy*, c. 34 ss. 3836-3846.
- Ediger, V. Ş. (2009) “Türkiye’nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi”, *TÜBA, Günce, Alternatif Enerji Kaynakları*, c. 39, ss. 15-23.
- Ediger, V. Ş. (2008) “Yeni Yüzyılın Enerji Güvenliğinde Karşılıklı Bağımlılık Bir Zaruret”, *Doğal Gaz Dergisi*, c. 132, ss. 59-62.
- Ediger, V. Ş. ve Akar, S. (2007) “ARIMA Forecasting Of Primary Energy Demand By Fuel in Turkey”, *Energy Policy*, c.35, ss.1701–1708.
- Ediger, V. Ş. (2003) “Classification and Performance Analysis of Primary Energy Consumers During 1980–1999”, *Energy Conversion and Management*, c. 44, ss. 2991-3000.
- EIA (2008) Energy Information Administration, International Energy Outlook 2008, (Enerji Bilgi Yönetimi 2008 Uluslararası Enerji Görünümü) 2008, DOE/EIA-0484 (2008). [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov).
- EİEİ (2009) Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2009 Yılı Faaliyet Raporu, Nisan 2010, <http://www.eie.gov.tr>.
- EİEİ (2010-a) Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türkiye’de Jeotermal Enerji, Erişim Tarihi: 25.03.2010. [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/10jeotermal\\_enerji.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/10jeotermal_enerji.html)
- EİEİ (2010-b) Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Hidrometrik Değerlendirme Çalışmaları, Erişim Tarihi: 25.03.2010. <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/HES/hidroloji/deger.html>.
- Erdal, G., Erdal, H. ve Esengun, K. (2008) “The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey”, *Energy Policy*, c.36. ss.3838-3842.
- Elkind, J. (2010) “Energy Security, Call for a Broader Agenda”, *Energy Security, Economics, Politics, Strategies and Implications* (Derl: Carlos Pascual ve

- Jonathan Elkind), Bölüm 6, ss. 119-149, Brookings Institution Press, Washington, D.C.
- Elbaradei, M. (2009) Ministerial Conference on Nuclear Energy in the 21st Century in Beijing, China (21. Yüzyılda Nükleer Enerji, Sözlü Bildiri, *Uluslararası Bakanlar Konferansı*, 20 Nisan 2009, Pekin,Çin) China International Atomic Energy Agency (IAEA), Erişim Tarihi: 10.04.2011, <http://www.iaea.org/Publications/Reports/Anrep2009/perspective.pdf>
- Engle, F. R. ve Granger, C.W. (1987) “Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing”, *Econometrica*, c. 55, s. 2 ss. 251-276.
- ENTSO-E (2011) Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, Erişim Tarihi: 10.04.2011, <http://www.teias.gov.tr/ENTSOE/index.htm>
- ETKB (2009) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2009 Yılı Faaliyet Raporu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, ss.68. <http://www.enerji.gov.tr>, Erişim Tarihi: 10.04.2011.
- ETKB (2010) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “*Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı*”, s. 1-63. <http://www.enerji.gov.tr>.
- ETKB (2011) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Kaynakları, Erişim Tarihi: 30.02.2011, <http://www.enerji.gov.tr>.
- EPDK (2009) Doğal Gaz Raporu 2009, s: 84, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu <http://www.epdk.gov.tr>., Erişim Tarihi: 30.12.2010.
- EPDK (2010), Elektrik Piyasası Raporu 2009, ss.124 <http://www.epdk.gov.tr/default.asp>, Erişim Tarihi: 30.12.2010.
- EPDK (2011) Elektrik Piyasası Raporu 2010, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, ss.140, <http://www2.epdk.org.tr/Belgeler/ElektrikPiyasasiRaporu2010.pdf>. Erişim Tarihi: 30.03.2011.
- EU (2009) European Commision, Directorate General for Energy and Transport– Statical Pocketbook 2009, “*Europe’s Energy Position, Present and Future*”, First Annual Report of the European Commission’s Market Observatory for Energy, (2009 AB Komisyonu Enerji ve Ulaşım İstatistik Yıllığı, Avrupa’nın Enerji Durumu, Bugünü ve Geleceği) <http://ec.europa.eu>.
- EREC (2011) European Renewable Energy Council, Renewable Energy (Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi, Yenilenebilir Enerji) <http://www.erec.org>.

- EU (2011) European Union, 2011, European Commission’s communication ‘Energy Infrastructure Priorities for 2020 and Beyond — A Blueprint For an Integrated European Energy Network’, (AB, 2020 ve Sonrası için Enerji Altyapısı Öncelikleri; Entegre Avrupa Enerji Ağı için Yol Haritası) (COM(2010) 677 final of 17 November 2010) and a foreword by Commissioner Günther Oettinger.
- EU (2009-a) European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, “Energy and Transport in Figures”, Statistical Pocketbook 2009, (2009 Enerji ve Ulaşım İstatistikleri) ss.1-222, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>, Erişim Tarihi: 23.02.2010.
- EU (2009-b) Official Journal of the European Union 5.6.2009, (AB 2009 Resmi Dergisi) “Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council” of 23 April 2009.
- Eurostat (2011) Wind Power, Barometer, (Rüzgâr Enerjisi), Erişim Tarihi: 13.02.2011, <http://www.eurostat.ec.europa.eu/>.
- Eurostat (2010) 10.th Eurostat, Report, “The State of Renewable Energies in Europe”, (Avrupa’da Rüzgar Enerjisinin Durumu) ss.200, Erişim Tarihi: 29.12.2010, <http://www.eurostat.ec.europa.eu/>.
- Eurostat (2009) Energy and Environment Indicators, Pocketbooks, (Enerji ve Çevre Göstergeleri, 2009 AB Yayınları ) ISSN 1725- 4566, Publications of the European Union 2009, Erişim Tarihi: 23.03.2010, <http://europa.eu>.
- Eurostat (2010-a), Statistical Office of the European Communities, (Avrupa Toplulukları İstatistik Ofisi), <http://ec.europa.eu/eurostat>. Erişim Tarihi: 17.10.2010
- Eurostat (2010-b) Eurostat Energy, Transport And Environment Indicators, Eurostat pocketbooks, (Eurostat, Enerji Ulaşım ve Çevre Göstergeleri), Erişim Tarihi: 22.10.2010, <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- EÜAŞ (2009) Elektrik Üretim Anonim Şirketi, *Elektrik Üretim Sektör Raporu*, ss.145, <http://www.enerji.gov.tr>. Erişim Tarihi: 17.03.2010
- Evrendilek, F. ve Ertekin, C. (2003) “Assessing the potential of renewable energy sources in Turkey”, *Renewable Energy*, c. 28, ss. 2303–2315.

- Florini, A. (2010) "Global Governance and Energy", Energy Security, Economics, Politics, Strategies and Implications Chapter Seven, (Derl.: Carlos Pascual ve Jonathan Elkind), ss.149-176, Brookings Institution Press, Washington, D.C.
- Frondel, M. ve Schmidh, C. M. (2008) "Measuring Energy Security- A Conceptual Note", *Ruhr Economic Papers*, c.52, ss.1-19.
- Fouquet, D.ve Johansson, T. B. (2008) "European Renewable Energy Policy at Crossroads Focus on Electricity Support Mechanisms", *Energy Policy*, c. 36, ss. 4079-4092.
- FY 2011 (2010) "100 Actions to Launch Japan's New Growth Strategy Maximize the Market's Function through Reimagined Public-Private Cooperation", (Japonya'nın Yeni Büyüme Stratejisini Artırmak için, Kamu ve Özel Sektör İşbirliği ile Piyasa İşlerliğini Büyütmeye Yönelik 100 Yeni Eylem Planı) FY 2011 Key Policies of Ministry of Economy, Trade and Industry, August 2010, Ministry of Economy, Trade and Industry, <http://www.meti.go.jp>, Erişim Tarihi: 14.03.2011.
- Garg, A. ve Shukla, P. R. (2009) "Coal and Energy Security for India: Role of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Capture", *Energy Policy*, c. 34, sayı: 8, ss.1032-1041.
- Gielen, D. ve Taylor, P. (2009) "Indicators for Industrial Energy Efficiency in India", *Energy Policy*, c. 34, ss. 962-69.
- Gnansounou, E. ve Dong, J. (2010) "Vulnerability of the Economy to the Potential Disturbances of Energy Supply: A Logic-Based Model with Application to the Case Of China", *Energy Policy*, c. 38, ss. 2846-2857.
- Gsnanounou, E. (2008) "Assessing the Energy Vulnerability: Case of Industrialised Countries" *Energy Policy*, c. 36, ss. 3734-3744.
- Gökçen, G.(2009) "Jeotermal Enerji; Yerkürenin Bize Armağanı", *Bilim Teknik*,c.42, s.498, ss.46-49.
- Gökçek, M. ve Genç, M. S. (2009) "Evaluation of Electricity Generation and Energy Cost of Wind Energy Conversion Systems (WECCS) in Central Turkey" *Applied Energy*, c. 86, s. 12, ss. 2731-2739.
- Greene, D.L. (2010) "Measuring Energy Security: Can the United States Achieve Oil Independence", *Energy Policy*, c. 38, ss: 1614–1621.
- Greenberg, M. (2009) "Energy Sources, Public Policy and Public Preferences: Analysis

- of US National and Site-specific Data”, *Energy Policy*, c. 37, ss. 3242-3249.
- Green Paper (2004) Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the Promotion of Cogeneration Based on a Useful Heat Demand in the Internal Energy Market and Amending Directive 92/42/EEC, L 52/50, EN, Official Journal of the European Union, 21.2.2004. <http://www.energy.eu/directives>, Erişim 24.06.2010,
- Guliyev, F. ve Akhrarkhodjaeva, N. (2009) “The Trans-Caspian Energy Route: Cronyism, Competition and Cooperation in Kazakh Oil Export”, *Energy Policy*, c. 37, s. 8, ss. 3171-3182.
- Gupta, E. (2008) “Oil Vulnerability Index Of Oil-Importing Countries”, *Energy Policy* c. 36, s. 3, ss.1195-1211.
- GWEC (2009) “Indian Wind Energy”, (Hindistan Rüzgâr Enerjisi ) *Global Wind Energy Council Outlook*, <http://www.gwec.net>, Erişim Tarihi: 21.02.2010
- Hacısalıhoğlu, B. (2008) “Turkey's Natural Gas Policy”, *Energy Policy*, c. 36, ss. 1867–1872.
- Harris, R. (1995) “Using Cointegration Analysis in Econometric Modelling”, *Prentice Hall*, London.
- Hutchings, Robert, Wrobel, P., Zhongping, F., Kumar, R., Sidiropoulos, E. ve Zagorski A. (2009) “Global Security in A Multipolar World”, Derl: Luis Peral, Bölüm 7, “The United States and the emerging global security agenda”, European Union Institute For Security Studies (EUISS), Chaillot Paper, no:118, ss.105-123. Erişim Tarihi: 12.01.2010.,[www.iss.europa.eu](http://www.iss.europa.eu).
- HOC (2008) House of Commons Business and Enterprise Committee, “Keeping the Door Wide Open: Turkey and EU Accession”, (Avam Kamarası İşletme ve Girişimci Kurulu “Kapıları Açık Tutmak: Türkiye ve AB Müzakeresi) Seventh Report of Session 2007–2008, Volume I, Report together with formal minutes Ordered by The House of Commons to be printed 23 Haziran, 2008, Erişim 25.06.2010,<http://www.publications.parliament.uk>.
- IEEE-U.S.A. (2010) “National Energy Policy Recommendations”, IEEE-USA Policy Position Statement, (ABD Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü, Ulusal Enerji Politikası Önerisi Açıklaması), <http://www.ieeeusa.org/> Erişim Tarihi:15.02.2011,

- IMF (2011) World Economic and Financial Surveys, “Tensions from the Two-Speed Recovery Unemployment, Commodities, and Capital Flows”, (IMF Dünya Ekonomik ve Finansal Ölçümleri “İşsizlik, Mal ve Sermaye Akımı Toparlanmasında İki Yönlü Gerilimi”) *World Economic Outlook*, 2011. International Monetary Fund, Publication Services Washington, D.C. <http://www.imf.org> , Erişim Tarihi: 12.02.2011.
- IMF (2010) World Economic and Financial Surveys, “Rebalancing Growth”, *World Economic Outlook*. (IMF Dünya Ekonomik ve Finansal Ölçümleri; Büyümeyi Yeniden Dengelemek), 2010 World Economic Studies Division, Research Department, International Monetary Fund, Washington, D.C. Erişim Tarihi: 12.01.2011., <http://www.imf.org>.
- IEA (2011) Electricity/Heat in Brazil in 2008, Statistics, Electricity, Heat Data for Brazil, (Brezilya 2008 Elektrik/Isı İstatistikleri), Erişim Tarihi: 12.01.2011., <http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?>.
- IAEA (2007) International Atomic Energy Agency, Mission Report, Volume I, Engineering Safety Review Services Seismic Safety Expert Mission “Preliminary Findings and Lessons Learned From The 16 July 2007 Earthquake at Kashiwazaki-Kariwa Npp”, “The Niigataken Chuetsu-Okii Earthquake” Kashiwazaki-Kariwa Npp and Tokyo, (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, 2007 Kashiwazaki-Kariwa Nükleer Enerji Tesisi Depremi İlk Bulgular ve Öğrenilenler) Japan, 6-10 August 2007, Erişim Tarihi: 12.09.2010.
- IEEJ (2011), Institute Energy Economics of Japan, Japan Energy Brief, (Japonya Enerji Ekonomisi Enstitüsü, Japonya Kısa Enerji Özeti) No 12, Mart 2011. Erişim Tarihi: 23.04.2011, <http://eneken.ieej.or.jp/en/jeb/1103.pdf>.
- İşcan, İ. H. (2007) “Türkiye-Avrupa Birliği İlişkilerinin Geleceği Açısından Avrupa Birliği Enerji Güvenliği Sorunu”, *Uluslararası Ekonomi ve Dış Ticaret Politikaları*, c.1, s. 2, ss. 113-168.
- Jamasb, T. ve Pollitt, M. (2008) “Security of Supply and Regulation of Energy Networks”, *Energy Policy*, c. 36, s. 12, ss. 4584-4589.
- Jansen J.C. ve Seebregts, A.J. (2010) “Long-term Energy Services Security: What is it and How can it be Measured and Valued?”, *Energy Policy*, c. 23, ss.1654-1664.



- Jansen, J.C., Arkel, W.G.V. ve Boots, M.G. (2004) "Designing Indicators of Long-term Energy Supply Security", ss.1-35. ECN Policy Studies, 1/1/2004, <http://www.ecn.nl/docs/library> Erişim Tarihi: 17.05.2010
- Ji, Y. (2007) "Dealing with the Malacca Dilemma: China's Effort to Protect its Energy Supply", *Strategic Analysis*, c. 31, s. 3, ss. 467-489.
- Jobert, T. ve Karanfil, F. (2007) "Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey", *Energy Policy*, c. 35, ss. 5447-5456.
- Johansen, S. (1988) "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, c.12, s.1, ss. 54-231.
- Johansen, S. ve Juselius, K.(1990), "Maximum Likelihood Estimation and Inference On Cointegration with Application to the Demand For Money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, c. 52, ss. 69-206.
- Karadağ Ç., Gülsaç I.I., Ersöz A., Çalışkan M.(2009) "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", *Bilim Teknik*, c.42, s.498, ss.24-32.
- Karakaya, E. ve Özçağ, M. (2003) "Türkiye Açısından Kyoto Protokolü'nün Değerlendirilmesi ve Ayrıştırma (Decomposition) Yöntemi ile CO<sub>2</sub> Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi", *VII. ODTÜ Ekonomi Konferansı*, 6-9 Eylül 2003, Ankara, ss 1-31.
- Kaygusuz, K. (2009) "Energy and Enviromantal Issues Relating to GreenhouseGas Emissions for Sustainable Development in Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c.13, ss. 253-270.
- Keskin, T. (2007) "Enerji Verimliliği Kanunu ve Uygulama Süreci." *Mühendis ve Makine*, c. 48, sayı: 569, ss. 106-112.
- Kılıç, N. (2006) "Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketimine Genel Bakış", *İzmir Ticaret Odası AR&GE Bülten / Ekonomi-Bölge-Sektör*, c.2, s.19, ss.8-11.
- Krewitt, W., Teske, S., Simon, S., Pregger, T., Graus, W., Blomen, E., Schmid, S. ve Schafer, O. (2009) "Energy [R]evolution 2008-A Sustainable World Energy Perspective", *Energy Policy*, c. 37, s. 12, ss. 5764-5775.
- Kumar, R. (2009) "India's Potential Role in A New Global Security Consensus", *Global Security in A Multipolar World*, Edited: Luis Peral, Chaillot Paper, ss.49-65, Institute for Security Studies.

- Kruyt B., Vuuren D.P., Van de Vries H.J.M. ve Groenenberg H. (2009) “Indicators for energy security”, *Energy Policy*, c. 37, ss. 2166–2181.
- Lai, H. H. (2007) “China’s Oil Diplomacy: Is It A Diplomacy Treat?”, *Third World Quarterly*, c. 28, s. 3, ss. 519-537.
- Lalwani, M. ve Singh, M. (2010) “Conventional and Renewable Energy Scenario of India: Present and Future”, *Canadian Journal on Electrical and Electronics Engineering*, c.1, s. 6, ss.122.
- Lia F. Dong S., Lia X., Liang Q. ve Yang W.(2011) “Energy Consumption- Economic Growth Relationship and Carbon Dioxide Emissions in China” *Energy Policy*, c.39, ss. 568–574.
- Le Coq C. ve Paltseva E. (2009) “Measuring the Security of External Energy Supply in The European Union”, *Energy Policy*, c.37,ss. 4474–4481.
- Leiby, P. N. (2007) “Estimating the Energy Security Benefits of Reduced U.S. Oil Imports”, ORNL/TM-2007/028. Rapor . Oak Ridge National Laboratory, United States.
- Liao, H. B., Fana, Y. Ve Wei, Y.M. (2007) “What Induced China’s Energy Intensity To Fluctuate: 1997–2006”, *Energy Policy*, c.35, ss. 4640-4649.
- Lin, B. Jiang, Z. (2010) “Estimates of Energy Subsidies in China and Impact of Energy Subsidy Reform”, *Energy Economics*, c.33, ss.273-283.
- Lise, W., Benjamin, F. H.ve Oostvoorn, F. V. (2008) “Natural Gas Corridors Between The EU And Its Main Suppliers: Simulation Results With The Dynamic GASTALE Model”, *Energy Policy*,c.36,ss.1890-1906.
- Löschel A., Moslener U. ve Rubbelke, D.T.G. (2010) “Indicators Of Energy Security in Industrialised Countries” *Energy Policy*, c.38, ss.1665-1671.
- Ma, C. ve Stern D.I. (2008) “China's Changing Energy Intensity Trend: A Decomposition Analysis”, *Energy Economics*, c.30, ss. 1037–1053.
- Mavrakis, D., Thomaidis, F. ve Ntroukas, I. (2006) “An Assessment Of The Natural Gas Supply Potential Of The South Energy Corridor From The Caspian Region To The EU”, *Energy Policy*, c.34, ss. 1671–1680.
- Mastepanov, A. M.( 2009) “Energy Strategy of The Russian Federation to The Year 2020”, ss.1-23. <http://ec.europa.eu/energy/russia/presentations>.

- Morales, J. (2008) “Russia as an Energy Great Power: Consequences for EU Energy Security, Energy Security”, *Visions from Asia and Europe*, Derl.: Antonio Marquina, ss.24-34. Palgrave Macmillan, NewYork.
- METI (2009) Japan Policy proposal by Urban Heat Energy Committee of Advisory, Committee for Natural Resources and Energy, Desirable Gas Utility Business in Low-Carbon Society, (Japonya Ekonomi Ticaret ve Endüstri Bakanlığı, Düşük Karbon Toplumu Doğal Gaz Aparatları, Doğal Kaynaklar ve Enerji Komitesi, Şehir Isı-enerjisi Danışma Komitesi Politika Önerileri) July 15, 2009, Erişim Tarihi: 23.02.2010.<http://www.meti.go.jp>.
- METI (2010) Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan, (2010), “The Strategic Energy Plan of Japan-Meeting Global Challenges and Securing Energy Futures (Revised in June 2010), (Japonya Ekonomi Ticaret ve Endüstri Bakanlığı; Küresel Tehditler ve Geleceğin Enerji Güvenliği) <http://www.meti.go.jp>.
- METI (2011) Preliminary Report on Petroleum Statistics, Ministry of Economy, Trade and Industry, (Japonya Ekonomi Ticaret ve Endüstri Bakanlığı Petrol İstatistikleri Ön-raporu), January 2011, <http://www.meti.go.jp>, Erişim Tarihi: 24.03.2011.
- MNRE (2011) The Ministry of New and Renewable Energy (MNRE), Annual Report 2010-2011, (Hindistan Yenilenebilir Enerji Bakanlığı, 2010-2011 Yıllık Raporu), ss.164. Erişim Tarihi: 24.03.2011, <http://www.mnre.gov>.
- Mutioglu, H. ve Özdemir, A.(2008) “Küreselleşmenin Jeoekonomi ve Enerji Politikalarına Etkisi”, Genel Kurmay Başkanlığı Stratejik Araştırmalar Dergisi Ankara, s.11, ss. 99-112.
- Narayan P.K., Narayan S. ve Popp S. (2010) “Energy Consumption At The State Level: The Unit Root Null Hypothesis From Australia”, *Applied Energy*, c.87, ss. 1953–1962
- Nilsson, M. Nilsson L.J. ve Ericsson K.(2009) “The Rise And Fall of GO Trading in European Renewable Energy Policy: The role of advocacy and policy framing”, *Energy Policy*, c.37, ss. 4454-4462.
- Nuttall, W. J.ve Manz, D. L. (2008) “A New Energy Security Paradigm For The Twenty-First Century”, *Technological Forecasting & Social Change*, c.75, s. 8. ss.1247–1259.

- NBSC (2011) Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2010 National Economic and Social Development, National Bureau of Statistics of China 2011-02-28, (Çin Ulusal Enerji İstatistik Ofisi) <http://www.stats.gov.cn/english/>, Erişim: 24.01.2011.
- NEPG (2001) National Energy Policy Development Group Reliable, Affordable, and Environmentally Sound Energy for America's Future, (ABD Ulusal Enerji Politikası Geliştirme Grubu, "Amerika'nın Geleceği İçin Güvenilir, Ekonomik ve Çevreye Duyarlı Enerji Raporu) Report of the National Energy Policy Development Group, U.S Government Printing Office, Internet: bookstore.gpo.gov, Washington, DC 20402-0001, Erişim Tarihi: 23.02.2010.
- OECD/IEA (2008) Organisation for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency International Energy Agency, "Energy Efficiency Indicators for Public Electricity Production from Fossil Fuels" (OECD/IEA, Fosil Yakıt Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretimi, Enerji Verimliliği Göstergeleri ) IEA Information Paper, In Support of the G8 Plan of Action, ss.1-23, Erişim Tarihi:05.03.2010, [www.iea.org](http://www.iea.org).
- OECD/IEA (2009-a) Organisation for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency "Cleaner Coal in China", (OECD/IEA "Çin'de Temiz Kömür") ss.322, Erişim Tarihi: 22.05.2010, [www.iea.org](http://www.iea.org).
- OECD/IEA (2009) Organisation for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency "Progress With Implementing Energy Efficiency Policies in The G8", (OECD/IEA, G8 Ülkeleri Enerji Verimliliği Uygulamaları İlerleme) Erişim Tarihi: 22.05.2010, [http://www.iea.org/G8/docs/Efficiency\\_progress\\_g8july09.pdf](http://www.iea.org/G8/docs/Efficiency_progress_g8july09.pdf).
- OECD/IEA (2010) Organisation for Economic Co-operation and Development/ The International Energy Agency, Clean Energy Progress Report, IEA input to the Clean Energy Ministerial, (OECD/IEA Temiz Enerji İlerleme Raporu) ss.1-77. [www.iea.org](http://www.iea.org), Erişim Tarihi: 05.07.2010.
- OECD/IEA (2011) Organisation for Economic Co-operation and Development /The International Energy Agency (IEA), Overseas Investments by China's National Oil Companies, Assessing the Drivers And Impacts Information Paper, Julie Jiang and Jonathan Sinton, ss1-52. (Uluslararası Enerji Ajansı, "Çin Ulusal Petrol

- Şirketleri Denizaşırı Yatırımları” Yatırımların Etkileri) International Energy Agency 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France, [www.iea.org](http://www.iea.org), Erişim Tarihi: 23.03.2011.
- OECD (2004) Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency, “Security of Gas Supply in Open Markets, LNG and Power at a Turning Point”, (OECD/IEA, Açık Piyasalarda Doğal Gaz Güvenliği; LNG ve Enerjide Dönüm Noktası) ss.495, [www.iea.org](http://www.iea.org), Erişim Tarihi: 23.07.2010.
- OME (2008) Mediterranean Energy Perspectives, (2008), OME (Observatoire Méditerranéen de l’Energie), Bölüm 10: Turkey, ss.315-375.103-105 rue des Trois Fontaines 92000 Nanterre, France, [www.ome.org](http://www.ome.org).
- Özgür, M. A. (2008) “Review of Turkey’s Renewable Energy Potential”, *Renewable Energy*, c.33, s.11, ss. 2345–2356.
- Onat N. ve Bayar H. (2010) “The Sustainability Indicators of Power Production Systems”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c.14, ss.3108-3115
- Osterwald-Lenum (1992) “A quantiles of note with asymptotic distribution of the maximum likelihood cointegration rank test statistics” *Oxford bulletin of Economic and statistics*, c.54, ss. 461-471.
- Pamir, N. (2007) “Enerji Arz Güvenliği ve Türkiye”, *ASAM, Stratejik Analiz*, Mart 2007, ss.14-24.
- PAJ (2009) Petroleum Industry in Japan 2009, Petroleum Association of Japan, (Japonya, Petrol Birliği; 2009 Japonya Petrol Endüstrisi), September 2009, Erişim Tarihi: 23.09.2010, <http://www.paj.gr.jp/english/data/paj2009.pdf>.
- Prange-Gstöhl H.(2009) “Enlarging the EU’s internal energy market: Why would third countries accept EU rule export?”, *Energy Policy*, c. 37, s. 12, pages 5296-5303.
- Pascual C. ve Elkind J. (2010) *Energy Security Economics, Politics, Strategies, and Implications*, (editor: Pascual C. ve Elkind J.), ss.288, brookings institution press Washington, D.C. [www.brookings.edu](http://www.brookings.edu).
- Pascual C. ve Zambetakis E. (2010) *The Geopolitics Of Energy From Security To Survival, Bölüm 1, ss,1-27 Energy Security Economics, Politics, Strategies, and Implications*, (editor: Pascual C. ve Elkind J.), ss.288, brookings institution press Washington, D.C. [www.brookings.edu](http://www.brookings.edu).

- Payne J.E. (2009) “On the dynamics of energy consumption and output in the US”, *Applied Energy*, c. 86, ss.575–577.
- REN21 (2010) The Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) Renewables 6 2010 Global Status Report, ss.80, Erişim Tarihi: 23.01.2011, <http://www.ren21.net/>
- RIVM (2001) The IMAGE Project, Department of International Environmental Assessment National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), RIVM report 461502024, Technical Documentation, (Hazırlayanlar: de Vries Bert J.M., van Vuuren D. P., den Elzen M. G.J. ve Janssen M. A.), November 2001, ss.188. Erişim Tarihi: 23.10.2010, <http://www.rivm.nl>.
- Roberts, J. (2003) “The Turkish Gate: Energy Transit and Security Issues”, *Turkish Policy Quarterly*, c.3, s.4, ss.17-49, Erişim Tarihi: 21.02.2009 <http://www.esiweb.org>.
- Sabah, E., Mart, U.ve Çelik, M. S. (2002) “1970-2000 Yılları Arası Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kömürün Yeri”, *Madencilik*, c. 41, s.2, ss. 31-42.
- Sadorsky, P. (2009) “Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies”, *Energy Policy*, c.37, sayı 10, ss. 4021-4028.
- Sarı, R., ve Soytaş, U. (2007) “The Growth Of Income And Energy Consumption in Six Developing Countries”, *Energy Policy*, c.35, ss.889-898.
- Satman A. (2007) İTÜ Rapor: Türkiye’de Enerji ve Geleceği, İTÜ Görüşü, Nisan 2007 İstanbul, Derl: Abdurrahman Satman, Raporu Hazırlayanlar: Ahmet Arısoy Gündüz Ateşok Ahmet Bayülken Taner Derbentli Figen Kadırgan Haluk Karadoğan Filiz Karaosmanoğlu Sermin Onaygil Mustafa Onur Güven Önal Bihrat Önöz Atilla Özgener Abdurrahman Satman Umran Serpen Mete Şen Altuğ Şişman Süleyman Tolun İstemi Ünsal, Ofis: Ebru Acuner Meylani Emre Erkin, ss:182, Erişim Tarihi: 23.08.2010, [www.itu.edu.tr](http://www.itu.edu.tr).
- Sebitosi, A.B. (2008) “Energy Efficiency, Security of Supply and The Environment in South Africa: Moving Beyond The Strategy Documents”, *Energy*, c.33, ss.1591–1596.
- SEC (2009) 1295, Commission Staff Working Document, , A Technology Roadmap for the Communication on Investing in the Development of Low Carbon Technologies (SET-Plan), (SET-Plan Düşük Karbon Teknolojileri Geliştirmeye

- Yönelik Yatırımları İçin Yol Haritası), Brussels, 7.10.2009, Erişim Tarihi: 23.10.2010, <http://setis.ec.europa.eu>.
- SEC (2011) 131 final, Commission Staff Working Document, Review of European and National Financing of Renewable Energy in Accordance with Article 23 (7) of Directive 2009/28/EC, Brussels, (AB, 2009/28/EC, 23 (7) nolu Direktifi Doğrultusunda Yenilenebilir Enerji Avrupa ve Ulusal Finansmanı) Erişim Tarihi: 31.1.2011, <http://setis.ec.europa.eu>.
- SETIS (2009), SMART GRIDS, Technological State of The Art and Anticipated Developments, (Akıllı Şebekeler, Teknolojik Gelişmelerin Durumu) Erişim Tarihi: 23.09.2010, <http://setis.ec.europa.eu>.
- SETIS (2011-a) Ocean Wave Power, Technological State of The Art and Anticipated Developments,( SETIS, Dalga Enerjisi, Teknolojik Gelişmelerin Durumu) Erişim Tarihi: 27.04.2011, <http://setis.ec.europa.eu>
- SETIS (2011-b) European Commission Directorate-General Joint Research Centre, SET-Plan Information System (SETIS), Technology Map Chapter on Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emission Reduction in the Iron and Steel Industry, (Avrupa Komisyonuortak Araştırma Merkezi Direktörlüğü, SETIS, Enerji Verimliliği ve Demir Çelik Endüstrisinde CO<sub>2</sub> Emisyon Azaltımı ile İlgili Teknoloji Haritası) ss.1-9, Erişim Tarihi: 26.04.2011, <http://setis.ec.europa.eu>
- Şahiner, S.(2009) “Türkiye Cumhuriyeti Enerji Politikasına Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği Enerji Politikaları Bağlamında Genel Bir Bakış ve Elektrik Enerjisi Özelleştirme Politikası ile Çevresel ve Hukuksal Alt Yapı Yaklaşımları” Türkiye 11. Enerji Kongresi 21-23 Ekim 2009, Tepekule-İzmir.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2007), *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, ss.305-363.
- Shafiee, S. ve Topal, E. (2008) “An Econometrics View Of Worldwide Fossil Fuel Consumption and The Role Of US” *Energy Policy*, c.36, ss. 775–786
- Sohn, I. (2008) “Energy-Supply Security and Energy Intensity: Some Observations from the 1970-2005”, *Interval',Minerals & Energy - Raw Materials Report*, c. 23, s. 4, ss. 145- 161.

- Steinhäusler, F., Furthner, P., Cruz, A. D. L., Palade, B.ve Soares, P. (2009) “Applying Advanced Technology for Threat Assessment: A Case Study of the BTC Pipeline” *Journal of Energy Security*, <http://www.ensec.org>
- Soytaş, U.ve Sarı, R. (2003) “Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries And Emerging Markets”, *Energy Economics*, c. 25, ss. 33-37.
- Stiller, C., Seydel, P., Bunger, U.ve Wietschel, M. (2008) “Early Hydrogen User Centres and Corridors As Part Of The European Hydrogen Energy Roadmap (Hyways)”, *International Journal Of Hydrogen Energy*, c.33, s. 41, ss. 4193-4208.
- Shunping, J., Baohua, M., Shuang, L.ve Qipeng, S. (2010) “Calculation and Analysis of Transportation Energy Consumption Level in China”, *Journal Of Transportation Systems Engineering And Information Technology*, c. 10, s. 1, ss.22–27.
- TAEK (2010) Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Raporu, Bölüm 07. Nükleer Enerjinin Ekonomisi Nükleer Enerji ve Reaktörler - Günümüzde Nükleer Enerji (Rapor) 24 Ağustos 2010, <http://www.taek.gov.tr/>, Erişim 25.02.2011.
- TEİAŞ (2008) Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Üretim İletim İstatistikleri, 2008, Erişim Tarihi: 09.09.2009. <http://www.teias.gov.tr/istatistik2008/index.htm>
- TEİAŞ (2011) TEİAŞ’ın Kuruluşu ve Tarihçesi, Türkiye Elektrik Kurumunun (Tek) Kuruluşu, Erişim Tarihi: 23.03.2011, <http://www.teias.gov.tr>.
- TEİAŞ (2009) Sektör Raporu 2009, Türkiye Elektrik İletim AŞ, Erişim Tarihi: 05.09.2010, <http://www.teias.gov.tr>.
- TKİ (2009) Türkiye Kömür İşletmeleri, Kömür (Linyit) Sektör Raporu-2009, Erişim Tarihi: 25.02.2011, <http://www.enerji.gov.tr>.
- TKİ (2011) Türkiye Kömür İşletmeleri, Erişim Tarihi: 17.03.2011, <http://www.enerji.gov.tr>.
- Toth F. L. ve Rogner H.H. (2006) “Oil and Nuclear Power: Past, Present, and Future”, *Energy Economics*, c.28, ss:1- 25.
- Trudeau, N.ve Murray, I. (2011) “Development of Energy Efficiency Indicators in Russia”, *Working Paper*, OECD/IEA, 2011 *International Energy Agency*, 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France, [www.iea.org](http://www.iea.org)
- TTEV (2008 ) Enerji Verimliliği ve Tasarrufu Paneli Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı,



- Enerji Verimliliği ve Tasarrufu Paneli, Erişim Tarihi: 17.03.2010, <http://www.tutev.org.tr>.
- TTK (2010) Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü, Taşkömürü Sektör Raporu, Mart 2010, s.1-40. Erişim 25.02.2011, <http://www.enerji.gov.tr/>
- TÜİK (2011) Türkiye İstatistik Kurumu, Ulusal ve Uluslararası Seçilmiş Göstergeler, Seçilmiş Endeksler, Büyüme Rekabet Endeksi Sıralaması, Erişim Tarihi: 15.02.2011, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/ulusalgostergeler/menuAction.do>
- TÜİK (2011) Türkiye İstatistik Kurumu, Enerji İstatistikleri, Erişim Tarihi: 05.02.2011, <http://www.tuik.gov.tr/>.
- TPAO (2008) Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü, 2008 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, ss.12. Mart 2008, Erişim Tarihi: 14.03.2011.
- TPAO (2010) Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü, 2009 Yılı Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, ss.17, Mart 2010, Erişim Tarihi: 17.03.2011.
- TPAO (2011) Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü, 2010 Yılı Ham petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, ss.18. Mart 2011, Erişim Tarihi: 17.03.2011.
- Ulubay, H. (2008) İmparatorluk'tan Cumhuriyet'e Petropolitik, De Ki Basım Yayım Ltd Şti. Ankara, 3. Baskı. ss. 464.
- Umbach, F. (2008) “German Debates on Energy Security and Impacts on Germany’s 2007 EU Presidency”, *Energy Security: Visions From Asia And Europe*, Edi: Antonio Marquina, ss. 1-24.
- UN ESCAP (2010) Economic and Social Commission for Asia and the Pacific “Energy Security and Sustainable Development in Asia and the Pacific, Policy Options for Energy Security and Sustainable Development”, (Asya pasifik bölgesinde, Enerji Güvenliği ve Sürdürülebilir Gelişme: Enerji Güvenliği ve Sürdürülebilir Gelişme Politika Tercihleri), <http://www.unescap.org/esd/energy>. Erişim Tarihi: 17.11.2010.
- UNEP (2011) United Nations Environment Programme, Green Economy Report “Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication” (Birleşmiş milletler Çevre Programı, Yeşil Ekonomi Raporu, “Yeşil Ekonomiye Doğru: Sürdürülebilir Gelişme ve Yoksulluğun Azaltılması”) Renewable energy, Investing in Energy and Resource Efficiency, 2011, <http://www.unep.org>, Erişim Tarihi: 17.04.2011.

- US DOE-USGS (2011) Assessment of Moderate- and High-Temperature Geothermal Resources of the United States, (Birleşik Devletler’de Gelişmiş Yüksek Sıcaklıklı Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi), USGS - United States Geological Survey, <http://www.usgs.gov/> Erişim Tarihi: 17.04.2011.
- US DOE (2011-a) Trends in Renewable Energy Consumption and Electricity 2009 (ABD Enerji Bakanlığı 2009 Yenilenebilir Enerji ve Elektrik Tüketimi Eğilimleri), U.S. Energy Information Administration Renewable Analysis Team U.S. Department of Energy Washington, DC 20585, ss 49, Erişim Tarihi: 12.03.2011, <http://www.usgs.gov/>.
- US DOE (2011-b) “A National Offshore Wind Strategy: Creating an Offshore Wind Energy Industry in the United States”, Energy Efficiency and Renewable Energy, (Ulusal Kıyıötesi Rüzgar Stratejisi: Birleşik Devletlerde kıyıötesi Rüzgar enerjisi Endüstrisi oluşturulması) Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Wind & Water Power Program, February 7, 2011, ss.52. Erişim Tarihi: 14.03.2011.
- U.S. EIA (2011-a) Annual Energy Outlook with Projections to 2035, (ABD Enerji Bakanlığı, 2035 Projeksiyonları ile Yıllık enerji Görünümü), DOE/EIA-0383 | Nisan 2011. AEO2011 Early Release Overview, ss.12, <http://www.eia.doe.gov>. Erişim Tarihi: 28.04.2011.
- U.S. EIA (2011-b) Country Analysis Brief, Brazil Energy Data, Statistics and Analysis Oil, Gas, Electricity, Coal file, (Kısa Ülke Analizleri; Brezilya Enerji Verileri, Petrol, Doğal Gaz, Elektrik, Kömür İstatistik ve Analizleri) Erişim Tarihi: 10.05.2011 [www://S:/NewCABs/V6/Brazil/Full.htm](http://www://S:/NewCABs/V6/Brazil/Full.htm).
- Van Der Meulen, E.F. (2009) (2009) “Gas Supply and EU-Russia Relations”, *Europe-Asia Studies*, c. 61, s.5, ss. 833-856.
- Vivoda, V. (2009) “Diversification of Oil Import Sources and Energy Security: A Key Strategy or an Elusive Objective?”, *Energy Policy*, c. 37, s. 11, ss. 4615-4623.
- Wang, O. (2010), “Effective Policies for Renewable Energy-The Example of China's Wind Power-Lessons For China's Photovoltaic Power”, *Renewable and Sustainable Energy*, c.14, s.2, ss. 702-712.

- Wang, O. (2009) “China Needing a Cautious Approach to Nuclear Power Strategy”, *Energy Policy*, c. 37,ss 2487–2491.
- WEC (2007) Dünya Enerji Konseyi (World Energy Council) Türk Milli Komitesi, 2005–2006 Türkiye Enerji Raporu. s.66, DEK-TMK Yayın No:0004/2007, Aralık 2007, Ankara. Erişim 02.08.2009.
- WEC (2009) Dünya Enerji Konseyi (World Energy Council), “World Energy and Climate Policy: 2009 Assessment”, (Dünya Enerji ve İklim Politikası 2009 Değerlendirmesi ) <http://www.worldenergy.org>. Erişim 25.06.2010.
- WEC (2010) Dünya Enerji Konseyi (World Energy Council) Enerji Raporu 2010, DEK-TMK YAYIN NO: 0017/2010, ss.201, Türk Milli Komitesi, Aralık 2010, Ankara., Erişim 22.08.2010.
- WHW (2011) White House Webpage,“Energy & Environment”, (Beyaz Saray Web Sayfası, “Başkan Obama’nın “ Enerji ve Çevre” Açıklaması), Statement of President Obama, June 15, 2010, <http://www.whitehouse.gov/issues/energy-and-environment>, Erişim 12.03.2011.
- Wonglimpiyarat, J. (2010) “Technological Change of Energy Innovation System: From Oil-based to Bio-based Energy.” *Applied Energy*, c. 87, s.3, ss. 749-755.
- Wrobel Paulo, Hutchings Robert, Zhongping Feng, Kumar Radha, Sidiropoulos Elizabeth ve Zagorsi Andrei, (Derl.: Luis Peral), (2009), “Global Security in A Multiolar World”, (Bölüm 2),“ Brazil’s Approach To Security in The 21st Century ”, European Union Institute For Security Studies (EUISS), Chaillot Paper, no:118, 15-30, [www.iss.europa.eu](http://www.iss.europa.eu).
- Yoo S.H. ve Kwak S.Y.(2010) “ Electricity Consumption and Economic Growth in Seven South American Countries”, *Energy Policy*, c. 38, s.1, ss. 181-188.
- Yuan, C., Liu, S. ve J. Wu (2010): “The relationship between energy prices and energy consumption in China”. *Energy Policy*, c. 38, ss. 197-207.
- Yuan C. Liu S. ve Wu J., (2009-a) “The Relationship Among Energy Prices and Energy Consumption in China” *Energy Policy*, c. 38, ss. 2345-2367.
- Yuan C. Liu S. ve Wu J. (2009-b) “Research on The Energy-Saving Effect of Energy Policies in China:1982–2006”, *Energy Policy*, c. 37, ss. 2475–2480.

- Zhongping F. ,Wrobel P., Hutchings R., Kumar R., Sidiropoulos E., ve Zagorski A.,  
(Luis Peral Editör), (2009), “Global Security in A Multipolar World (section  
3),“ China’s New Security Perceptions and Practice”, European Union Institute  
for Security Studies (EUISS), Chaillot Paper, no:118, ss. 31-47.  
[www.iss.europa.eu](http://www.iss.europa.eu).
- Zhou S. ve Zhang X., (2010), “Nuclear Energy Development in China: A Study of  
Opportunities and Challenges”, *Energy*, c. 35, s. 11, ss. 4282-4288.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı                      Leman ERDAL  
Doğum Tarihi ve Yeri        01.01.1970 /ANKARA

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi              Orta Doğu Teknik Üniversitesi,  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,  
Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü-1994

Yüksek Lisans Öğrenimi    Adnan Menderes Üniversitesi,  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
İktisat Anabilim Dalı-2005

**Bildiği Yabancı Diller**    İngilizce

**İş Deneyimi**                   Adnan Menderes Üniversitesi,  
Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
Kamu Yönetimi Bölümü  
Öğretim Görevlisi (21/06/2002 – devam ediyor)

**İletişim**                        Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İ.İ.B.F.  
Kamu Yönetimi Bölümü, Nazilli-AYDIN

**e-posta adresi**                lerdal@adu.edu.tr