

**T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İktisat Anabilim Dalı
İktisat Politikası Bilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

**AVRUPA BİRLİĞİ'NİN
ENERJİ POLİTİKALARI
VE
TÜRKİYE'NİN UYUMU**

**Mutlu TÜRER
2501050314**

**Tez Danışmanı
Doç.Dr. Seyhun DOĞAN**

İstanbul 2008

ÖZ

İnsanoğlu, bütün yaşamı boyunca enerjinin farklı formlarının kesin ve sürekli bir şekilde akışının sağlanması için doğal çevreye bağımlıdır. Enerji, bol ve yeterli olduğunda; refah, büyüme ve gelişme kolaylaşmakta; enerji, ülkelerin sanayileşmesinde hayati derece önem arz etmektedir. 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleri bu durumu açıkça ortaya koymuştur. Yaşamın her alanında enerjiye duyulan ihtiyaç, çevreden arz güvenliğine kadar, enerjinin çok boyutlu karakterini ortaya çıkarmaktadır. Bu durum, enerji konusunda alınacak kararları karmaşık hale getirmektedir. Enerji politikaları, enerjinin çok boyutlu karakterini göz önünde bulundurarak bu boyutlar arasında bir denge kurmalıdır. Türkiye ve AB de, dünyadaki diğer ülkeler gibi enerjinin önemini farkındadır. Enerjinin farklı boyutlarını dikkate alarak, birincil enerji kaynaklarına odaklanan ve üç bölümden oluşan bu çalışmada, AB ve Türkiye’nin enerji tablosu incelenmiş; AB’nin, enerjinin farklı boyutlarının dikkate alındığı bir enerji politikası geliştirme çabası içinde olduğu; ancak, AB ve Türkiye için uygulanması güç politika hedefleri bulunduğu sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Throughout the life, humanbeing is dependent on nature for an absolutely continuous supply of energy in one or other of its numerous forms. When the supply of energy is ample, prosperity, expansion and development get easier; energy is extremely vital for industrialising of countries. This was clearly revealed by the 1970s oil shocks. The necessity of energy in every field in life, exposes the characteristic of energy, which has many different dimensions, which are from the environment to the security of supply. This situation renders energy decisions more complex. Energy policies should take account of the different dimensions of energy and establish a balance among them. Turkey and the EU are aware of the importance of energy as well as the other countries in the world. This study, which consists of three parts and considers the different dimensions of energy, investigates the energy outlook of the EU and Turkey, and concludes that the EU is in search of developing an energy policy, which takes many different dimensions of energy into account, but is ambitious to be implemented by the EU and Turkey.

ÖNSÖZ

Günümüz dünyasında enerjinin önemi giderek artmaktadır. Sanayileşen ve şehirleşen her ülke, enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu durum, enerjiyi jeopolitik tartışmaların merkezine yerleştirmektedir. Gelişmiş dünyanın en önemli temsilcilerinden AB ülkelerinin enerji konusuna verdikleri önem, enerji açısından dışa bağımlılıkları dolayısıyla daha da fazladır. Bu açıdan enerji, AB ülkeleri için çok daha önemli hale gelmektedir. Zira, AB sadece enerji kaynaklarına sahip olmayı değil, bu kaynakların temiz olmasını da arzulamaktadır. Enerji kaynakları, AB için olduğu kadar dünyanın diğer büyük ekonomileri için de kritik derecede önem arz etmektedir. Yaşamın sağlıklı bir şekilde işlemesi için gerekli olan tüm süreçlerin enerji gereksinimi, enerji konusuna birbiri ile bağlantılı çok boyutlu bir nitelik kazandırmaktadır. Bu durum, enerji politikalarının belirlenmesinde enerjinin farklı boyutlarının göz önünde bulundurulması gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye, sanayileşmekte olan pek çok ülke gibi enerjiye ihtiyaç duymaktadır. AB'ye üyelik müzakereleri çerçevesinde Türkiye'nin AB ülkeleri ile pek çok açıdan karşılaştırılması gerekmektedir. Karşılaştırma alanlarından birisi de enerjidir. Bu çalışmada yalnız Türkiye'nin değil, AB ve küresel ölçekte enerji konusuna müdahil olan bütün ülkelerin durumu incelenmiştir. Birincil enerji kaynaklarının temel özellikleri bilinmeden enerji konusunda net bir tablonun oluşturulmasının güçlüğü düşünülerek birincil enerji kaynakları ile ilgili kapsamlı bir değerlendirme ortaya konulmaya çalışılmıştır. Enerji tüketimi konusunda etkili olduğu düşünülen nüfus, ekonomi, ulaşım altyapısı gibi pek çok değişken, çevreden, ekonomi, politika ve teknolojiye kadar enerjinin farklı boyutları göz önünde bulundurularak inceleme konusu yapılmıştır.

Bu çalışmayı sürdürürken, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen başta anne ve babam olmak üzere, danışmanım Doç.Dr.Seyhun Doğan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZ/ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ.....	ix
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR	xvi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI

1.1. ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI.....	4
1.2. FİZİKSEL BOYUT.....	12
1.2.1. Fiziksel Bir Kavram Olarak Enerji.....	12
1.2.2. Enerjinin Temel Formları.....	14
1.2.3. Yeryüzünün Temel Enerji Kaynakları	16
1.2.4. Enerji Sistemi ve Enerji Kaynakları	18
1.2.5. Enerji Kaynaklarının Temel Fiziksel Özellikleri.....	23
1.2.6. Modern Enerji Sistemi ve Sınırlar	35
1.3. ÇEVRESEL BOYUT	39
1.3.1. Enerji ve Çevre.....	39
1.3.2. Küresel İklim Değişikliği.....	45
1.3.2.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	45
1.3.2.2. Temel Sera Gazları ve Etkileri.....	47
1.3.2.3. İklim Değişikliğinin Politik İktisadı	51
1.3.2.3.1. Dışsallık ve Belirsizlikler	51
1.3.2.3.2. Sera Gazlarının Küresel Karakteri.....	53

1.3.2.3.3. Sera Gazları ve Zaman Faktörü	53
1.3.2.3.4. Maliyet ve Kazançların Paylaşım Problemi	55
1.4. EKONOMİK BOYUT	64
1.4.1. Enerji ve Ekonomi	64
1.4.2. Petrol Endüstrisi ve Dünya Ekonomisi	72
1.4.3. Enerji Fiyatları ve Dünya Ekonomisi.....	79
1.5. TOPLUMSAL BOYUT	85
1.5.1. Enerji ve Toplumsal Gelişme	85
1.5.2. Enerji ve Nüfus.....	91
1.6. SİYASİ BOYUT	95
1.6.1. Enerji Güvenliği	95
1.6.2. Enerji Kaynakları ve Enerji Güvenliği.....	98
1.6.2.1. Petrol ve Doğal Gaz.....	98
1.6.2.2. Kömür	107
1.6.2.3. Nükleer Enerji	109
1.7. TEKNOLOJİK BOYUT.....	112
1.7.1. Enerji ve Teknoloji.....	112
1.7.2. Hidrokarbonlar ve Teknoloji.....	115
1.7.3. Temiz Kömür Teknolojileri	117
1.7.4. Nükleer Teknoloji	122
1.7.5. Elektrik Üretim Teknolojileri	130

İKİNCİ BÖLÜM

AVRUPA BİRLİĞİ (AB)'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

2.1. AB VE ENERJİ YAKLAŞIMI	137
2.1.1. AB'nin Kuruluşu ve Genişlemesi.....	137
2.1.2. AB'de Temel Antlaşmalar ve Kurumlar	139
2.1.3. AB'nin Enerji Yaklaşımı	146
2.2. AB'NİN ENERJİ TABLOSU.....	158
2.2.1. Dünya Enerji Tablosu İçinde AB	158

2.2.2. AB Enerji Tablosu	180
2.3. AB'DE ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI.....	195
2.3.1. Fiziksel Boyut	195
2.3.2. Çevresel Boyut.....	203
2.3.3. Ekonomik Boyut.....	212
2.3.4. Toplumsal Boyut	220
2.3.5. Siyasi Boyut	227
2.3.6. Teknolojik Boyut.....	240
2.3.6.1. Teknoloji ve AB.....	240
2.3.6.2. Yeni Enerji Teknolojileri ve AB	242
2.3.6.2.1. Rüzgâr Enerjisi	242
2.3.6.2.2. Güneş Enerjisi	246
2.3.6.2.3. Biyo Yakıtlar	253

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE AB ENERJİ POLİTİKALARINA UYUMU

3.1. TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ	258
3.1.1. Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi Artışı.....	258
3.1.2. Türkiye'nin Enerji Tablosu	273
3.2. TÜRKİYE'DE ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI	286
3.2.1. Fiziksel Boyut	286
3.2.2. Çevresel Boyut.....	292
3.2.3. Ekonomik Boyut.....	293
3.2.4. Toplumsal Boyut	296
3.2.5. Siyasi Boyut	297
3.2.6. Teknolojik Boyut.....	300
3.3. TÜRKİYE'NİN AB ENERJİ POLİTİKALARINA UYUMU	301
3.3.1. AB'nin Enerji Politikasının Temel İlkeleri.....	301
3.3.2. Kyoto Protokolü	307

3.3.3. Sanayi Devriminden Karbon Devrimine	319
SONUÇ	321
KAYNAKÇA	330

TABLolar LİSTESİ

1.1. Petrolün Kimyasal Analizi	18
1.2. Enerji Sistemi	19
1.3. Enerji Varlıkları ve Enerji Sistemi	20
1.4. Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2004	22
1.5. Nükleer Enerji ve Enerji Yoğunluğu.....	25
1.6. Yıl Boyunca Taşınan Toprak ve Kaya Miktarı	39
1.7. Yakıt Emisyon Değerleri.....	40
1.8. Dünyanın Büyük Ekonomileri ve Toplam CO ₂ Emisyonları 1800-2004.....	56
1.9. CO ₂ Emisyonlarının Bölgesel Dağılımı 1980-2005	57
1.10. Dünya Ekonomisinin Karbon Yoğunluğu.....	60
1.11. Dünya GSYİH ve Enerji Tüketimi 1700-2000	66
1.12. Dünya Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu 2005	69
1.13. Üretim Faktörlerinin Ekonomik Büyümeye Katkısı 1980-2001.....	71
1.14. Ham Petrolün Fiyat Elastikiyeti	80
1.15. Petrolün Gelir Elastikiyeti	81
1.16. OECD Ülkelerinde İGE ve Enerji Tüketimi 2005	89
1.17. Dünya Nüfusu ve Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi	94
1.18. Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2007	100
1.19. Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Bölgelerarası Dağılımı.....	100
1.20. Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Ülkeler Gruplarına Göre Dağılımı 2007	
1.21. Dünya Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri.....	101
1.22. Petrol Rezerv-Üretim-Tüketim Tablosu 2007	102
1.23. Petrol Üretim Tüketim Dengesi 2007	102
1.24. Doğal Gaz Rezerv-Üretim-Tüketim Tablosu 2007.....	103
1.25. Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 2007.....	104
1.26. Kömür Rezerv-Üretim-Tüketim Tablosu 2007.....	108
1.27. Kömür Üretim Tüketim Dengesi 2007	109
1.28. Dünya Uranyum Rezervleri 2007	110
1.29. Kömür ve Doğal Gaz Atmosferik Emisyonlar.....	118

1.30. Karbon Bazlı Yakıtların Doğrudan CO ₂ Emisyonları.....	119
1.31. Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi İlk On Ülke 2005.....	126
1.32. Elektrik Üretim Maliyetleri.....	132
2.1. AB Ülkelerinin Toplam Enerji Tüketimi 2006.....	182
2.2. AB Elektrik Kurulu Gücü 2006.....	187
2.3. AB'nin Elektrik Üretimi 2006.....	188
2.4. AB'de Bulunan Nükleer Santraller 2006.....	190
2.5. AB'de Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Tüketimi 2006.....	191
2.6. AB'de Modern Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Tüketimi 2006.....	192
2.7. Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervleri ve AB 2008.....	195
2.8. Avrupa Ülkelerinin Kanıtlanmış Petrol Rezervleri 2008.....	196
2.9. Avrupa Petrol Üretim Tüketim Dengesi 2007.....	197
2.10. Dünya Doğal Gaz Rezervleri ve AB 2008.....	198
2.11. Avrupa Ülkelerinin Doğal Gaz Rezervleri 2008.....	199
2.12. Avrupa Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 2007.....	200
2.13. AB Ülkeleri ve Taş Kömürü Rezervleri 2006.....	202
2.14. AB Ülkeleri ve Linyit Rezervleri 2006.....	202
2.15. AB ve Dünyada CO ₂ Emisyonları 2005.....	203
2.16. AB ve Dünyada Karbon Yoğunluğu 2004.....	206
2.17. AB Sera Gazı Emisyon Tablosu.....	208
2.18. AB ve Dünya Ekonomisi.....	212
2.19. AB Ülkeleri Ekonomi ve Enerji Görünümü 2006.....	219
2.20. AB Ülkeleri ve İGE.....	221
2.21. AB Nüfusu ve Büyük Ekonomiler.....	225
3.1. Türkiye Birincil Enerji Tüketimi Artışı 2003-2020.....	260
3.2. Türkiye ve Dünyada Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020.....	261
3.3. Türkiye ve AB'de Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020.....	263
3.4. Türkiye ve AB'de Enerji Tüketimi 2006.....	277
3.5. Türkiye Elektrik Kapasite Projeksiyonu 2008-2017.....	285
3.6. Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Potansiyeli.....	290

GRAFİKLER LİSTESİ

1.1. Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2004	21
1.2. Enerji Kaynakları ve Enerji Yoğunlukları	25
1.3. Dünya Konvansiyonel Ham Petrol Rezervleri 2005 Yılı Sonu	36
1.4. Dünya Konvansiyonel Doğal Gaz Rezervleri 2005 Yılı Sonu	37
1.5. Dünya Kömür Rezervleri 2005 Yılı Sonu.....	37
1.6. İnsan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları 1970-2004.....	49
1.7. Kişi Başına Fosil Yakıt Bağlantılı CO ₂ Emisyonları 2005	58
1.8. OECD, OECD-Dışı CO ₂ Emisyonları 2005-2030.....	59
1.9. Bazı Ülkelerin Tarihi CO ₂ Yoğunlukları.....	63
1.10. Dünya GSYİH ve Enerji Tüketimi 1700-2000	65
1.11. Dünya GSYİH ve Birincil Enerji Tüketimi 1965-2003	66
1.12. Dünya GSYİH ve Birincil Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki 1965-2003	67
1.13. Dünya Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu 1700-2000	68
1.14. Ham Petrol Fiyatları 1861-2006	75
1.15. Nominal Fiyatlar ile Petrol Fiyatı 1997-2008	77
1.16. Uluslararası Piyasalarda Kömür Fiyatları 1985-2006.....	82
1.17. Uluslararası Piyasalarda Doğal Gaz Fiyatları 1985-2006.....	82
1.18. Petrol Yoğunluğu ve Petrol Talebi 1965-2003	83
1.19. Kişi Başına Düşen Milli Gelir ve Enerji Tüketimi İlişkisi 2005.....	87
1.20. OECD Ülkelerinde Kişi Başına Düşen Milli Gelir ve Enerji Tüketimi İlişkisi 2005.....	88
1.21. İGE ve Kişi Başına Enerji Tüketimi İlişkisi 2005	90
1.22. OECD Ülkelerinde İGE ve Kişi Başına Enerji Tüketimi İlişkisi 2005.....	90
1.23. İGE ve Kişi Başına Elektrik Tüketimi 2005	91
1.24. Dünya Nüfusu ve Toplam Enerji Tüketimi 1700-2000	92
1.25. Dünya Nüfusu ve Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi 1700-2000.....	92
1.26. Şehirleşme Oranı ve Kişi Başına Elektrik Tüketimi 2005	93
1.27. UEA Referans Senaryoya Göre Dünya Birincil Enerji Talebi 2005-2030	99

2.1. Dünya ve AB’de Birincil Enerji Tüketimi 1965-2006.....	159
2.2. AB ve OECD Dünya Enerji Tüketimlerindeki Payları 1965-2006.....	159
2.3. Büyük Ekonomilerin Dünya Birincil Enerji Talebi 1990	160
2.4. Büyük Ekonomilerin Dünya Birincil Enerji Talebi 2005	161
2.5. Dünya ve AB’de Günlük Petrol Tüketimi 1965-2006	161
2.6. Büyük Ekonomilerin Yıllık Petrol Talebi 1990	162
2.7. Büyük Ekonomilerin Yıllık Petrol Talebi 2005	163
2.8. Dünya ve AB’de Yıllık Doğal Gaz Tüketimi 1965-2006	163
2.9. Büyük Ekonomilerin Yıllık Doğal Gaz Tüketimi 1990	164
2.10. Büyük Ekonomilerin Yıllık Doğal Gaz Tüketimi 2005	165
2.11. Dünya ve AB’de Kömür Tüketimi 1965-2006	165
2.12. Büyük Ekonomilerin Yıllık Kömür Tüketimi 1990.....	166
2.13. Büyük Ekonomilerin Yıllık Kömür Tüketimi 2005.....	166
2.14. Dünya ve AB’de Nükleer Elektrik Tüketimi 1965-2006.....	167
2.15. Büyük Ekonomilerin Nükleer Enerji Tüketimi 1990.....	168
2.16. Büyük Ekonomilerin Nükleer Enerji Tüketimi 2005.....	168
2.17. Dünya ve AB’de Nükleer Elektrik Tüketimi 1990-2006.....	169
2.18. Büyük Ekonomilerin Elektrik Üretimi 1990.....	170
2.19. Büyük Ekonomilerin Elektrik Üretimi 1990.....	170
2.20. Dünya Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2005.....	171
2.21. Büyük Ekonomilerin Yenilenebilir Elektrik Üretimi 1990.....	172
2.22. Büyük Ekonomilerin Yenilenebilir Elektrik Üretimi 2005.....	172
2.23. Büyük Ekonomilerin Yenilenebilir Elektrik Üretimi 2005.....	173
2.24. Büyük Ekonomiler ve Rüzgâr Santralleri Kurulu Gücü 2007	174
2.25. Büyük Ekonomilerin Enerji Tüketimlerinde Kaynakların Payları 2005.....	174
2.26. Büyük Ekonomilerin Karşılaştırmalı Enerji Tüketim Tablosu 2005	175
2.27. Büyük Ekonomilerin Enerji Talebinde Değişim Oranı 1990-2006	176
2.28. UEA’nın Referans Senaryosuna Göre Büyük Ekonomilerin Enerji Talebi 2005- 2030.....	177
2.29. UEA’nın Referans Senaryosuna Göre Dünya Enerji Talebi 2005-2030	178
2.30. AB Enerji Tüketiminde Kaynakların Gelişimi 1990-2006	180
2.31. AB Ülkelerinin Enerji Tüketimlerinin Artış Oranı 1990-2006.....	181

2.32. AB Üye Gruplarının Enerji Tüketim Artış Oranı 1990-2006	181
2.33. AB Ülkelerinin Enerji Tüketimlerinde Kaynakların Payları 2006	183
2.34. Enerji Kaynaklarının AB Enerji Tüketimindeki Payı 1990	184
2.35. Enerji Kaynaklarının AB Enerji Tüketimindeki Payı 2006	185
2.36. Enerji Kaynaklarının AB Enerji Tüketimindeki Payı 1990-2006.....	186
2.37. AB Ülkelerinin Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2006.....	189
2.38. AB Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2006	193
2.39. B.Krallık'ın Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1997-2007	200
2.40. B.Krallık'ın Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1997-2007.....	201
2.41. AB ve Dünya CO ₂ Emisyonlarının Artış Hızı 1990-2005	204
2.42. AB Ülkelerinde CO ₂ Emisyonlarının Gelişimi 1990-2006.....	205
2.43. AB'de Üye Grupları ve CO ₂ Emisyonlarının Gelişimi 1990-2006.....	206
2.44. AB ve Dünyada Karbon Yoğunluğunun Gelişimi 1971-2004.....	207
2.45. AB'de Üye Gruplarının Karbon Yoğunluğunun Gelişimi 1990-2004.....	209
2.46. AB'de Karbon Yoğunluğu 1990-2004.....	210
2.47. AB Sera Gazı Emisyonlarında Sektör Payları 2006	211
2.48. AB Sera Gaz Emisyonlarının Sektörel Gelişimi 1990-2006.....	212
2.49. AB Enerji Yoğunluğu ve Dünya Ekonomisi.....	213
2.50. AB Üye Grupları Reel Ekonomik Büyüme Değerleri 200-2006.....	214
2.51. AB Ülkelerinin Ekonomik Büyümeleri	215
2.52. AB Üye Gruplarının Ekonomik Büyüme Oranı 2000-2006	215
2.53. AB 27 Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi 1999-2006	216
2.54. AB 15 Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi 1999-2006	216
2.55. AB 12 Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi 1999-2006	217
2.56. AB Enerji Yoğunluğundaki Değişimi 1990-2006	217
2.57. AB Üye Gruplarında Enerji Yoğunluğu 2006	218
2.58. AB Ülkeleri ve İGE Puanları	222
2.59. AB Ülkeleri ve Kişi Başına Enerji Tüketimleri	223
2.60. AB Ülkeleri Kişi Başına Enerji Tüketimleri ve İGE	224
2.61. AB Ülkeleri Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Milli Gelir	224
2.62. AB Üye Grupları Nüfus Artışı 1970-2007.....	226
2.63. AB Nüfus Artışı ve Enerji Tüketimi 1990-2006.....	226

2.64. AB Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1965-2006	227
2.65. AB Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1965-2006.....	228
2.66. AB Kömür Üretim Tüketim Dengesi 1965-2006	229
2.67. AB Fosil Yakıtlardan Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı 1965-2006	230
2.68. AB Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1990-2030	230
2.69. AB Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1990-2030.....	231
2.70. AB Kömür Üretim Tüketim Dengesi 1990-2030	232
2.71. AB Ülkelerinin Enerjide Dışa Bağımlılık Oranı 2006.....	232
2.72. AB Ülkelerinin Petrolde Dışa Bağımlılık Oranı 2006	233
2.73. AB'nin Petrol İthalat Kaynakları 2006	234
2.74. AB Ülkelerinin Doğal Gazda Dışa Bağımlılık Oranı 2006	234
2.75. AB'nin Doğal Gaz İthalat Kaynakları 2006.....	235
2.76. AB Ülkelerinin Kömürde Dışa Bağımlılık Oranı 2006	237
2.77. AB'nin Kömür İthalat Kaynakları 2006	238
2.78. AB'nin Uranyum Kaynakları 2006.....	239
2.79. AB'nin Rüzgâr Santralleri Kapasite Kullanım Oranı 1990-2006	244
2.80. ABD Nükleer Santrallerin Kapasite Kullanım Oranı 1973-2007	245
2.81. ABD Nükleer Santrallerin Kurulu Güç ve Kapasite Kullanım Oranı Gelişimi 1973-2007	246
2.82. AB ve Dünya Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı.....	254
3.1. Türkiye Birincil Enerji Tüketimi 1965-2006	259
3.2. Türkiye'nin Enerji Tüketimi Artışı 1965-2006.....	259
3.3. Türkiye ve Dünyada Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020	262
3.4. Türkiye ve AB'de Enerji Tüketimi 1990-2020	263
3.5. Türkiye ve AB'nin Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020	264
3.6. Türkiye ve AB'de Enerji Tüketimi 2005	265
3.7. Türkiye ve AB'de Enerji Tüketimi 2020	265
3.8. Türkiye ve AB'de Nüfus 2020	266
3.9. Türkiye ve AB'de Ekonomik Büyüme 2000-2006	267
3.10. Türkiye ve AB'de Ortalama Ekonomik Büyüme Oranı 2000-2006	268
3.11. Türkiye ve AB'de GSYİH 2020	269

3.12. Türkiye Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1969-2006	270
3.13. Almanya Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1966-2003	271
3.14. Japonya Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1966-2003	271
3.15. ABD Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1971-2006	272
3.16. Türkiye ve AB’de Enerjide Dışa Bağımlılık 2006.....	274
3.17. Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılık 1970-2020	275
3.18. Türkiye Birincil Enerji Üretimi 1970-2020	275
3.19. Türkiye Birincil Enerji Üretimi Kaynakların Payları 1970-2020	276
3.20. Türkiye ve AB’de Birincil Enerji Tüketimi Kaynaklar 2006	277
3.21. Türkiye ve AB’de Nihai Enerji Tüketimi Sektör Payları 2006.....	278
3.22. Türkiye’de Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 1970-2007	279
3.23. Türkiye ve AB’de Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2006	280
3.24. Türkiye’nin Elektrik Talebi 2007-2020	280
3.25. Türkiye ve AB’de Elektrik Talebi 2007-2020	281
3.26. Türkiye ve AB’de Elektrik Talebinde Artış 1990-2020	282
3.27. Türkiye’nin Elektrik Enerjisi Projeksiyonu İşletmede Olan Santraller	283
3.28. İşletme ve İnşaat Halinde Olan Santraller.....	283
3.29. İşletmede İnşaat Halinde ve Lisans Almış Santraller	284
3.30. İşletmede İnşaat Halinde Lisans Almış ve İlave Kapasite	284
3.31. Türkiye’nin Petrol Rezervleri	287
3.32. Türkiye CO ₂ Emisyonları ve GSYİH 1968-2004.....	292
3.33. Türkiye GSYİH Değişimi 1999-2005	294
3.34. Türkiye’nin Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1993-2007	298
3.35. Türkiye’nin Petrol İthalat Miktar ve Faturasında Artış 1997-2006	299
3.36. Türkiye’nin Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1993-2007	299
3.37. Türkiye’nin Kömür Üretim Tüketim Dengesi 1994-2007	300

KISALTMALAR

ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
AB	:Avrupa Birliği
AET	:Avrupa Ekonomik Topluluğu
AKÇTA	:Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu Antlaşması
AKÇT	:Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
AL	:Almanya
AT	:Avrupa Topluluğu
A.e.	:Aynı eser
a.g.e.	:adı geçen eser
A.P.I.	:American Petroleum Institute (Amerikan Petrol Enstitüsü)
AV	:Avusturya
a.y.	:aynı yer
BDT	:Bağımsız Devletler Topluluğu
BE	:Belçika
BGR	:Berufsgenossenschaftliche Regein Für Sicherheit und Gesundheit bei der Ablt (Alman Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü)
BK	:Birleşik Krallık
BP	:British Petroleum (Briton Petrol)
Btep	:Bin ton petrol eşdeğeri
BTU	:British Termal Unit (Briton Isı Brimi)
BU	:Bulgaristan
CZ	:Çek Cumhuriyeti
Çev.	:Çeviri
DA	:Danimarka
DG TREN	:Directorate General of Transport and Energy (Avrupa Birliği Ulaşım ve Enerji Yöneticisi)
\$:ABD Doları
DTM	:Dış Ticaret Müsteşarlığı
€	:Euro

EAB	:Emisyon Azaltma Birimi
EB	:Eksiltme Birimi
EIA	:Energy Information and Administration (Enerji Enformasyon ve Yönetim)
ENI	:Ente Nazionale Idrocarburi (Ulusal Hidrokarbon Şirketi)
İE	:Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EJ	:Ekza Joule (10^{18} Joule)
ES	:Estonya
ETKB	:Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS	:Emisyon Ticaret Sistemi
EU	:European Union
EUR	:Estimated Ultimate Recovery (Tahmin Edilen Çıkarılabilir)
Fİ	:Finlandiya
FR	:Fransa
GJ	:Giga Joule (Milyar Joule)
GK	:Güney Kıbrıs
GSYİH	:Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GSMH	:Gayri Safi Milli Hasıla
GWs	:Gigawattsaat (Milyarwattsaat)
HO	:Hollanda
IAEA	:International Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı)
İDÇS	:İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
IEA	:International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
IPCC	:Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
İR	:İrlanda
İS	:İsveç
İT	:İtalya
J	:Joule
Kcal	:Kilokalori
kWs	:kilowattsaat

LE	:Letonya
Lİ	:Litvanya
LNG	:Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
LPG	:Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
LÜ	:Lüksemburg
MA	:Macaristan
M€	:Milyon Euro
MJ	:Mega Joule (Milyon Joule)
ML	:Malta
Mtep	:Milyon ton petrol eşdeğeri
MW	:Megawatt (Milyon watt)
MWe	:Megawatt elektrik
OECD	:Organization for Economic Cooperation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı)
OPEC	:Organization of Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Organizasyonu)
p.	:page
PO	:Polonya
pp.	:pages
PMO	:Petrol Mühendisleri Odası
PT	:Portekiz
RO	:Romanya
RWE	:Rheinisch Westfalishches Elektrizitatwerk
S.	:Sayı
s.	:sayfa
SEA	:Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı
SL	:Slovenya
SK	:Slovakya
SP	:İspanya
ss.	:sayfalar
TAEK	:Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
Tep	:Ton petrol eşdeğeri

TKM	:Temiz Kalkınma Mekanizması
TWs	:Terawattsaat (Trilyonwattsaat)
UEA	:Uluslararası Enerji Ajansı
U	:Uranyum
UNFCCC	:United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)
W	:Watt
W.T.I.	:West Texas Intermediate (Batı Teksas Orta Kalite)
YMB	:Yüklenilen Miktar Birimleri
YU	:Yunanistan

GİRİŞ

Ekonomik, güvenli ve çevre açısından sürdürülebilir enerji tedariki, ülkeler açısından büyük önem taşımaktadır. İnsanlık tarihinin kaydettiği en önemli dönüşümlerden biri olan Sanayi Devrimi ile birlikte, sanayileşme olgusu insanoğlunun yaşamını değiştirmiş, artan sanayileşmeyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç da giderek artmıştır. Ekonomik gelişmenin motor gücü enerjidir. Modern dünyada, insanoğlunun rahat ve konforlu yaşamı, yüksek enerji tüketimi üzerine kuruludur ve enerji tüketimi, ekonomik gelişmeyle birlikte artmaya devam etmektedir.

Yüz elli yıldır artan refah ve yaşam kalitesi, Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artmasını sağlamıştır. 1880 yılında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1965 yılında, 5 milyara ulaşmıştır. 21. yüzyılda 6 milyarı aşan dünya nüfusunun, 2030 yılında, 8 milyara ulaşması ve bu artışın yüzde 90'lık bir kısmının gelişmekte olan ülkelere gelmesi beklenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümelerinin günümüz sanayileşmiş ülkelerinden iki kat daha hızlı olacağı tahmin edilmektedir. Sanayileşmekte olan her ülkeyle birlikte, dünya enerji talebinin de daha büyük oranda artış göstereceği öngörülmektedir. Bu durum, gelecek yıllarda enerjinin stratejik bir girdi olarak önemini arttırarak devam ettireceğini göstermektedir. Dünya üzerindeki enerji kaynaklarının tespiti, enerjinin üretimi ve üretilen enerjinin tüketimi sürecinin anlaşılması önem kazanmaktadır. Sanayileşme, ekonomik büyüme, nüfus artışı ve şehirleşme gibi gelişmeler ile birlikte, insanoğlunun çevre üzerindeki artan etkisi ise, 20. yüzyılın son çeyreğinde, çevre konusundaki kaygıların ön plana çıkmasına neden olmuştur. Yeryüzünde yaşayan 8 milyar insana uygun yaşam şartları sunulurken dünya ekosisteminin bütünlüğünün muhafaza edilmesi ise enerji politikaları açısından önem arz eden diğer bir konu olarak ön plana çıkmaktadır.

Dünya ekonomisinin işleyişindeki enerjinin kilit rolü, yaşanan petrol krizleri ile derinden hissedilmiş ve hükümetler için enerji güvenliği, en önemli politikalardan

biri haline gelmiştir. Geleneksel enerji kaynakları olarak kabul edilen petrol, doğal gaz ve kömüre alternatif olabilecek enerji kaynakları arayışına hız verilmiştir. Bunun yanında, enerji üretimi kadar enerjiyi verimli kullanma olgusu da ön plana çıkmıştır. Var olan enerji kaynaklarının temel özelliklerinin anlaşılması ve dünya üzerindeki enerji kaynaklarının dağılımı önem kazanmıştır. Enerjinin insan ve toplum yaşamındaki önemi yanında, enerji strateji ve politikalarını karmaşık hale getiren çok boyutlu karakteri, enerji konusunun farklı boyutlarıyla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Enerji yatırımlarının teknoloji ve sermaye yoğun karakteri ise, enerji sistemlerinin yavaş değişmesine neden olmakta; bu durum ise, enerji politikaları konusunda yapılacak tercihlerin önemini arttırmaktadır.

II. Dünya Savaşı'nın ardından, savaşın yıkıntıları üzerine üye ülkeler arasında barış ve işbirliğini sağlamaya yönelik olarak birkaç ürün kaleminde başlatılan ortak pazar projesi, günümüzde nüfusu 500 milyona ulaşan AB'nin oluşumunu sağlamıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra kurulan AB, yüzyılın sonunda, 10 trilyon €'luk ekonomik büyüklüğe ulaşmıştır. Sürdürülebilir bir enerji sistemi, dünyanın bütün ekonomilerinde olduğu gibi, AB için de büyük önem arz etmektedir. Bu açıdan, AB'nin enerji strateji ve politikalarının anlaşılması önemlidir. Türkiye ise, 1963 yılında başlayan AB üyelik sürecini, 2005 yılında açılan tam üyelik müzakereleri ile yeni bir aşamaya kavuşturmuştur. Türkiye enerji tablosunun, Dünya enerji sistemi içindeki yeri ve AB karşısındaki durumu, gelecek yıllarda Türkiye'nin enerji politikalarının alacağı şekil açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, enerji strateji ve politikalarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken değişkenler belirlenmeye çalışılmıştır. Enerjinin çok boyutlu yapısından yola çıkılarak, 21. yüzyılda AB ve Türkiye'nin enerji tablosunun şekillenmesinde etkili olabilecek faktörler, enerjinin temel boyutları itibarıyla incelenmiştir.

Birinci bölümde; enerji strateji ve politikalarının belirlenmesinde etkili olan enerjinin temel boyutları belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra, enerji kaynakları, enerjinin temel boyutları itibarıyla ele alınmıştır.

İkinci bölümde, ilk bölümde kurulan çerçeveden yola çıkılarak AB'nin enerji görünümü incelenmiştir. İlk olarak, AB'nin, kuruluşu ve temel yapısı ele alınmıştır. Daha sonra, kuruluşundan başlayarak enerjiye, AB'nin yaklaşımı tarihsel bir süreç içinde açıklanmaya çalışılmıştır. AB'nin, dünya enerji tablosunda yeri ve AB üye ülkelerinin enerji profilleri incelenerek, enerjinin temel boyutları itibarıyla AB'nin durumu ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, ilk bölümde oluşturulmaya çalışılan çerçeve kapsamında, Türkiye analiz edilmiştir. Türkiye'nin dünya enerji tablosundaki yeri ve Türkiye'nin enerji görünümü incelenerek, AB'nin enerji politikalarına Türkiye'nin uyumu ele alınmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ STRATEJİSİ VE POLİTİKASININ TEMEL BOYUTLARI

1.1. ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI

Enerji farklı formlarıyla evrende varlık ve yaşamın temellerini oluşturmaktadır. Yeryüzündeki yaşamın devamı Güneş'ten gelen enerji sayesinde mümkün olmaktadır. Doğa'da canlılığın devamını sağlayan enerji, toplumsal yaşamın da en önemli ögesidir. Beslenme, ısınma, aydınlanma ve ulaşım gibi yaşamsal ihtiyaçlar devamlı enerji tedariki olmadan karşılanamaz¹. Nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşme gibi değişimler ile birlikte artan ve çeşitlenen ihtiyaçlar, enerjinin önemini daha da arttırmıştır. Bu nedenle, ateşin ilk kez kullanıldığı ilkel toplumlardan günümüzün modern dünyasına kadar yaşam kalitesini arttırdığı düşünülen tüm değişimler, enerji alanındaki gelişmelerle birlikte mümkün olabilmiştir². Bu açıdan enerji, insanoğlunun yaşamında iki önemli işlevi gerçekleştirmektedir. İlk olarak, diğer canlılarla birlikte insanoğlunun biyolojik varlığının devamı kesintisiz bir enerji akışına ihtiyaç duymaktadır. İkincisi, toplumsal yaşamın sağlığı ancak sürekli ve güvenilir enerji tedariki ile mümkündür.

Enerji, evrende farklı formlarıyla var olur. İhtiyaçların karşılanması, farklı enerji formlarının arzu edilen amaçlara hizmet edecek şekilde dönüşümden geçirilmesi ve tüketime uygun hale getirilmesi ile mümkündür. Dolayısıyla, enerjinin tespiti, üretimi, iletimi, dağıtımı ve ihtiyaç duyulduğunda tekrar depolanması gerekmektedir³. Enerjinin uygun yer, zaman ve formda temin edilmesi, enerji

¹ IEA (IEA), **The Link Between Energy and Human Activity**, Paris, OECD/IEA,1997, p.11.

² German Advisory Council on Global Change, "World in Transition Towards Sustainable Energy Systems", (Çevrimiçi) [http // www.wbgu.de/wbgu_jg2003-engl.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2003-engl.pdf),10 Kasım 2007, p.13.

³ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2007 Fourth Assessment Report Working Group III Report:Mitigation of Climate Change", (Çevrimiçi) [http// www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter4.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter4.pdf), 12 Aralık 2007, p.259.

konusunda yapılacak bütün çalışmaların temelini oluşturmaktadır⁴. Enerji tedarikinde kullanılacak kaynak (fosil yakıtlar) ve akımların (rüzgâr, güneş) tespit edilmesi; enerjinin üretilmesi, iletilmesi ve dağıtılması, ilk olarak enerjinin fiziksel boyutuyla ilgilidir.

Fiziksel açıdan önemli olan bir diğer nokta da, enerji tedarikinde kullanılacak kaynak ve yöntemlerin sahip olduğu farklı özelliklerdir. Enerji kaynaklarının nitelik ve nicelik açısından farklı özellikleri, enerji konusunda alınacak kararların belirleyicisi olmaktadır. Örneğin, petrol günümüz enerji sisteminin en önemli yakıtı olarak doğada sınırlı miktarda bulunmaktadır. 2006 yılı sonu itibarıyla yaklaşık %61'i Orta Doğu'da bulunan dünya kanıtlanmış petrol rezervlerinin, aynı yılın tüketim seviyesine göre 40,5 yıllık ömrü kalmıştır⁵. Bu sebeple, belirlenecek bir enerji stratejisi başta petrol olmak üzere enerji kaynaklarının fiziksel varlığının sınırlarını mutlaka hesaba katmalıdır. Buna karşın, miktarında petrole benzer sıkıntılar yaşanmadığı rüzgâr enerjisi, arzu edilen bütün amaçlara hizmet etmekte yetersiz kalabilir. Örneğin, 2005 yılında 59,3 GW (Gigawatt,Milyarwatt) kurulu güç kapasitesi ile yeryüzündeki rüzgâr santralleri, ortalama olarak %23 doluluk oranı ile 119 TWh (Terawatt-saat,Trilyonwatt-saat) elektrik üretebilmiştir⁶. Bu değer, söz konusu santrallerin yılda 2015 saat elektrik üretebildiğini göstermektedir. Oysa, bir nükleer elektrik santrali yılda 7570 saat, bir linyit santrali ise 7300 saat çalışarak %80'in üzerinde doluluk oranlarına ulaşabilmektedir⁷.

Doğal çevre, insanoğlunun yaşamını devam ettirmesini sağlayan kaynakları içinde barındırır. Toprak, su ve hava, çevrenin cansız bileşenleri olarak bitki ve hayvan gibi canlı unsurlar ile birlikte doğal çevreyi oluşturur. İnsanoğlu her ne kadar bitki ve hayvanlar gibi canlı aleminin bir parçası olsa da, faaliyetleri ve çevreye olan

⁴ J.R. McNeill, **Something New Under the Sun:An Environmental History of the Twentieth Century World**, New York, W.W.Norton&Company Inc, 2001, p.10.

⁵ British Petrol (BP), "BP Statistical Review of World Energy 2006", (Çevrimiçi) <http://www.bp.com/multipleimagesection.do?categoryId=9017892&contentId=7033508>, 11 Mart 2008, p.6.

⁶ IPCC, **a.g.e.**, p.274.

⁷ RWE Power, "Power Perspectives:2005 Innovations to Prevent Climate Change in Fossil-Fueled Power Plant Engineering", (Çevrimiçi) <http://www.rwe.com/generator.aspx/konzern/fue/property=Data/id=340356/power-perspektvien-english-pdf.pdf>, 11 Aralık 2007, p.26.

etkisi nedeniyle farklı bir konumda düşünülmesi gerekir. Zira, insanoğlu doğal çevreyi kendi arzusu doğrultusunda diğer canlıların çok ötesi bir boyutta değiştirir ve kendine göre suni bir çevre inşa eder. Canlı ve cansız unsurlarıyla birlikte inşa edilmiş bu suni çevre de, ekosistemin bir parçasıdır⁸.

Yaşamın devamını sağlayan diğer bütün kaynaklarla birlikte ihtiyaç duyulan enerji de, ekosistemden tedarik edilmek zorundadır. Bu yüzden, enerji konusunda alınacak kararlarda bütün unsurların karşılıklı etkileşim halinde olduğu ekosistem üzerindeki etkiler hesaba katılmalıdır. Enerji üretiminden tüketimine kadar her sürecin çevre üzerinde etkisi, enerjinin çevresel boyutunu ön plana çıkarmaktadır. Sözü edilen etkiler yerel ve bölgesel boyutta olabildiği gibi (küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi) bütün yeryüzünü etkileyebilecek ölçekte de olabilir. Günümüzde küresel ısınmadan sorumlu olduğu düşünülen sera gazlarının %84'ü, enerjinin üretiminden tüketimine kadar geçen süreçler sonucunda atmosfere salınmaktadır⁹. Bu nedenle, küresel ısınma ve iklim değişikliği, çevre açısından sürdürülebilir bir enerji stratejisinin oluşturulmasında mutlaka dikkate alınmalıdır.

İnsanoğlunun çevresinde bulduğu kaynaklar ile ihtiyaçları arasında her zaman bir ahenk bulunmayabilir. Arzu edilen mal ve hizmetlerin çevrede bulunan kaynaklar vasıtasıyla karşılanması, ihtiyaçlar ve kaynaklar arasında bir dengeleme çabasını gerektirir. İşte karşılaşılan bu ahenksizlikleri gidermek için alınan karar ve yöntemler, ekonomik faaliyetleri meydana getirir¹⁰. Ekonomik faaliyetlerin temelini oluşturan mal ve hizmet üretimi, çevrede bulunan toprak, işgücü, sermaye gibi geleneksel üretim faktörlerinin işleminden geçirilmesi vasıtasıyla gerçekleştirilir. Enerji, diğer faktörlerin yanında üretim sürecinin en önemli girdilerinden birisini oluşturur¹¹. Bu açıdan üretim sürecinin bir bileşeni olarak enerji, üretilen mal ve hizmetlerin maliyet unsurlarından birisi olarak ekonomik bir değere sahiptir.

⁸ Charles L. Redman, **Human Impact on Ancient Environments**, Tucson, The University of Arizona Press, 1999, p.35.

⁹ IEA, **CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2004**, Paris, OECD/IEA, 2006, p.XVIII.

¹⁰ Ali Özgüven, **İktisat Bilimine Giriş**, 7.Basım, İstanbul, Filiz Kitapevi , 1997, s.1.

¹¹ Howard T.Odum, **Environment Power and Society for the Twenty First Century:The Hierarchy of Energy**, New York, Columbia University Press, 2007, p.259.

Enerji kaynaklarının ekonomik değerinin olması, söz konusu kaynakları ülkelerin en önemli gelir kaynağı haline getirmiştir. Örneğin, petrol; doğadan gelen bir kaynak olarak onu elinde bulduranlara geleneksel üretim faktörlerinin verebileceği kabul edilebilir bir geri dönüşüm oranının üstünde bir gelir, dolayısıyla rant sağlamaktadır¹². Böyle bir rant, ona sahip olan devletlerin ekonomik varlığının en önemli güvencesini teşkil etmektedir. Örneğin petrolden elde edilen gelirler 2004 yılı itibarıyla Suudi Arabistan'ın GSYİH'sinin %40'ını, ihracatının %90'nını ve hükümet bütçesinin üçte birini oluşturmuştur. 2004 yılında petrol ihracatı Suudi Arabistan'a \$106 milyar gelir getirmiştir¹³. Isınma, aydınlatma, ulaşım gibi ihtiyaçların karşılanması için gerekli olan enerji hizmetlerinin sunumu da ekonomik faaliyetin sınırları içinde yer almaktadır. Enerjinin ekonomik büyümenin sebebi mi yoksa sonucu mu olduğu tartışmaları yaşansa da, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında görülen korelasyon, enerjiyi ekonomik büyümenin vazgeçilmez unsurlarından biri haline getirmiştir¹⁴. Bu nedenle, gerek ihtiyaç duyulan enerjinin tedariki için kullanılan yöntemlerin ekonomik yönden uygulanabilirliği, gerekse enerjinin diğer ekonomik faaliyetler ile olan ilişkisi enerjinin ekonomik boyutunu enerji stratejisinin bileşenlerinden biri haline getirmektedir.

Enerjinin hedeflenen ekonomik amaçları gerçekleştirmedeki aracı rolü, onu toplumsal yaşamın da önemli bir parçası haline getirmektedir. Nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşme gibi gelişmeler, enerji sistemini etkileyen temel değişkenler olmaktadır. Avcı-toplayıcı topluluklardan modern dünyanın sanayileşmiş toplumlarına kadar, farklı sosyal özelliklere sahip toplumların enerji ihtiyaçlarının farklı olması beklenen bir sonuçtur¹⁵. Mülkiyet fikrinin olmadığı, üretim ve bölüşümün farklı bir zihniyet temel alınarak düzenlendiği avcı-toplayıcı toplumların materyal gereksinimlerinin, dolayısıyla enerji ihtiyaçlarının kısıtlı olduğu açıktır¹⁶.

¹² Mary Kaldor, Terry Lynn Karl, Yahia Said, **Oil Wars**, Ed.by.Mary Kaldor, Terry Lynn Karl, Yahia Said, London ,Pluto Press, 2007, p.12.

¹³ IEA, **World Energy Outlook 2005**, Paris, OECD/IEA, 2005, p.487.

¹⁴ Robert U Ayres, Benjamin Warr, "Accounting for Growth:The Role of Physical Work", (Çevrimiçi) <http://www.iea.org/Textbase/work/2004/eevp/Ayres-paper.pdf>, 3 Şubat 2007, p.2.

¹⁵ Vaclav Smil, **Energy in World History**, Colorado, Westview Press, 1994, p.223.

¹⁶ John Gowdy, **Limited Wants Unlimited Means**, Ed by.John Gowdy, Washington, Island Press, 1998, pp.xxi,xxiii.

Tarım ve yerleşik yaşam, şehirleşme ve sanayileşme gibi değişimler giderek daha fazla materyalin işlemden geçirilmesini ve hareketini gerekli kılmış, dolayısıyla enerji ihtiyacını arttırmıştır¹⁷. Zihniyet açısından modern ekonomik düşüncenin gelir, tüketim ve mutluluk üçgeni üzerine kurulu olduğunu söylemek mümkündür¹⁸. Dolayısıyla, günümüz toplumlarında tüketime dayalı yaşam biçiminin enerji tüketimi üzerindeki etkisi hesaba katılmalıdır. Kişisel tercihler yanında sosyal çevre ve yapı tarafından da etkilenen yaşam biçimi ve tüketim kalıplarının, enerji tüketimi üzerindeki etkileri gözden kaçırılmamalıdır¹⁹. Bunun yanında, daha fazla enerji tüketiminin toplumsal gelişmişliğin daha ileri bir seviyesini temsil ettiği düşüncesi, sorgulanan bir önerme olarak kabul edilmektedir²⁰. Nüfus, ortalama ömür, beslenme ya da konfor gibi unsurlarda, artan enerji tüketiminin olumlu etkisini görmek mümkündür. Ancak, enerjinin insanoğlunun yok etme kapasitesini arttırdığı da bir gerçektir²¹.

Ekonomik ve sosyal düzenin sağlıklı işleminin sürekli ve güvenilir enerji tedarikine bağlı olması, enerjiyi devletlerin yaşamında önemli bir unsur haline getirmektedir. Çağın en stratejik hammaddesi olarak kabul edilen petrole sahip olma mücadelesi, 20. yüzyıla damgasını vurmuştur²². Petrol ve kömürün Dünya Savaşları'nda oynadığı rol, nükleer güç dengesi üzerine kurulu Soğuk Savaş, Arap-İsrail savaşları, ABD'nin Irak işgali gibi örnekler enerjinin siyasi ve askeri boyutunun önemini ortaya koymaktadır. Soğuk Savaş'ın ardından tarihin sonu tezleriyle birlikte, başta petrol ve doğal gaz olmak üzere, enerji kaynaklarını ekonomik bir emtia olarak değerlendiren görüşler ağırlık kazanmıştır²³. Ancak 21. yüzyılın başında 11 Eylül saldırıları, Çin ve Hindistan gibi hızla gelişen ülkelerin artan enerji ihtiyacı, İran'ın nükleer teknoloji geliştirme çabaları ve Rusya'nın enerji

¹⁷ Smil, **a.g.e.**, p.224.

¹⁸ E.K. Hunt, **İktisadi Düşünce Tarihi**, Çev.Müfit Günay, 1.Basım, Ankara, Dost Kitabevi, 2005, s.31.

¹⁹ German Advisory Council on Global Change, **a.g.e.**, p.16.

²⁰ Smil, **a.g.e.**, p.252.

²¹ **A.e.**, p.224.

²² Daniel Yergin, **Petrol:Para ve Güç Çatışmasının Epik Öyküsü**, Çev.Kamuran Tuncay, 3.Basım, Ankara, Türkiye İş Bankası Yayınları, 2003, s.11.

²³ Frank Umbach, "Europe's Next Cold War:The European Union Needs A Plan To Secure Its Energy Supply", **Internationale Politik:Global Issues**, Summer 2006, (Çevrimiçi) <http://www.dgap.org/midcom-serve>, 2 Şubat 2008, pp.64-71.

kaynaklarını politik bir araç olarak kullanma arzusu gibi gelişmelerin uluslararası sistemde meydana getirdiği dalgalanmalar, enerjinin siyasi boyutunun ön plana gelmesine neden olmuştur²⁴. Günümüzde ABD ve Avrupa Birliği'nden (AB) Japonya'ya kadar, Batı dünyasında enerjinin jeopolitik ve stratejik boyutunun önemini vurgulayan görüşler dile getirilmektedir²⁵. Bu açıdan enerji güvenliği, başta bu kaynaklara sahip olmayan ülkeler açısından siyasi gündemin ilk sırasını işgal etmektedir.

Günümüzde yine petrol ve doğal gaz başta olmak üzere enerji kaynakları küresel ticarete konu olan temel ürünler olarak ortaya çıkmaktadır. 2005 yılında günlük 81 milyon varil olan ham petrol üretiminin 49,9 milyon varili, yani yaklaşık %61'i ihraç edilmiştir²⁶. Dolayısıyla, enerji kaynaklarının üretim alanlarından tüketim merkezlerine ulaştırılması da önemli hale gelmiştir. Bu açıdan, enerji kaynaklarına sahip olmanın yanında iletilmesini sağlayan kilit geçiş güzergâhlarında bulunmanın önemi de artmıştır. İstanbul Boğazı'ndan çoğunluğu ham petrol olmak üzere günde 3 milyon varil petrol ve petrol ürünü taşınmaktadır. Basra Körfezi'nin çıkışı Hürmüz Boğazı'ndan günde 15 milyon, Çin'in en önemli tedarik rotası olan Malacca Boğazı'ndan ise günde 11 milyon varil petrol tankerle taşınmaktadır²⁷. Temelde Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya Pasifik olarak üçe bölünen doğal gaz pazarlarını birleştirebilecek LNG ticaretinde gelişmeler yaşansa da, doğal gazın tüketim merkezlerine boru hatları vasıtasıyla iletimi doğal gaz ticaretinde ağırlıklı bir paya sahiptir. Kaynak ve kullanıcı ülkeleri transit ülkeler vasıtasıyla birbirine bağlayan ve tankerlerin sunduğu esnekliği yüksek ilk yatırım maliyetleri nedeniyle sunamayan boru hatları, enerji jeopolitiğinin önemli konusunu teşkil etmektedir²⁸. Siyasi ve askeri açıdan diğer bir önemli nokta ise nükleer enerji başta olmak üzere

²⁴ Femke Hoogeveen, Wilbur Perlot, "Tomorrow's Mores: The International System Geopolitical Changes and Energy", **Clingendael International Energy Programme**, 2005, (Çevrimiçi) http://www.clingendael.nl/publications/2006/20060117_clep_study_hoogeveen_perlot.pdf, 11 Mart 2007, pp.13-14.

²⁵ Peter C. Evans, "The Brookings Foreign Policy Studies Energy Security Series: Japan", **The Brookings Institution**, December 2006, (Çevrimiçi) <http://www.brookings.edu/reports/2006/12japan.aspx>, 3 Mart 2007, p.1.

²⁶ BP, **a.g.e.**, p.20.

²⁷ IEA, **World Energy Outlook 2004**, Paris, OECD/IEA, 2004, p.118.

²⁸ IEA, **Natural Gas Market Review 2006: Towards A Global Gas Market**, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.19-21.

enerji kaynaklarının orduların savaş kabiliyeti üzerindeki etkisidir. Örneğin, İkinci Dünya Savaşı'nda bir Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Tümeni Birinci Dünya Savaşı'na göre yaklaşık 47 kat daha fazla beygir gücü kullanmıştır²⁹. Günümüzde ise, enerji olmaksızın modern bir ordunun hareket edebilmesi mümkün değildir. ABD donanmasına ait Nimitz sınıfı bir uçak gemisi enerjisini sağladığı iki nükleer reaktörü ile saatte 60 km maksimum hıza ulaşabilmekte ve 18 yıl boyunca yakıt yüklemesine ihtiyaç duymamaktadır³⁰. Nükleer enerjinin sivil amaçlar dışında ülkelerin askeri gücünün bir unsuru olması, günümüzde enerjinin siyasi ve askeri boyutunun en önemli yönünü teşkil etmektedir. 2008 yılı itibarıyla çoğunluğu ABD (5400) ve Rusya'ya ait (14.000) olmak üzere 9 ülkenin (Rusya, ABD, Fransa, İngiltere, Çin, İsrail, Pakistan, Hindistan, Kuzey Kore) 20.390 adet nükleer silaha sahip olduğu bildirilmektedir³¹. Dünya'da sürdürülebilir ve adil bir nükleer güç sistemi oluşturabilmek, günümüzde uluslararası siyasetin en önemli problemlerinden birisini teşkil etmektedir.

Düşünme, konuşma ve bilinçli olarak alet yapıp kullanma gibi insanoğlunu diğer canlılardan ayıran temel özellikler, onun hayatta kalmasını ve yeryüzünün her köşesine yerleşmesini sağlamıştır³². İnsanoğlunun sahip olduğu bu özellikler, onun doğal çevresinde bulmuş olduğu kaynakları değiştirerek ihtiyaçlarına uygun nesne ve yapıları inşa etmesini mümkün kılmıştır. Geleneksel yaklaşıma göre, insanoğlunun hayatta kalmasını sağlayan ve yaşamını kolaylaştıran bu nesne ve yapılar teknolojiyi oluşturmaktadır³³. İnsanoğlunun inşa etmiş olduğu bu nesne ve yapılar içinde en önemli rolü doğal olarak çevresindeki kaynaklardan daha fazla enerjiyi tedarik etmesini sağlayanlar oynamıştır. Teknolojik gelişmeler, enerji sisteminin büyük ölçüde değişmesine neden olmuştur. Sanayi öncesi devirlerinin kas kuvvetinden, günümüzün içten yanmalı ve elektrik motorlarına ya da ilkel toplulukların ısı ve ışık

²⁹ Yergin, **a.g.e.**, s.363.

³⁰ The USA Navy, "United States Navy Fact File Aircraft Carriers", (Çevrimiçi) <http://www.navy.mil/navydata/index.php?id=871&secid=75>, 4 Mart 2008.

³¹ Federation of American Scientists, "Status of World Nuclear Forces", (Çevrimiçi) <http://www.fas.org/programs/ssp/nukes/nukestatus.html>, 12 Mart 2008.

³² Clive Ponting, **A Green History of The World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations**, The United States of America, Penguin Books, 1991, p.24.

³³ George Basalla, **Teknolojinin Evrimi**, Çev.Cem Soydemir, 6.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 1998, s.2.

kaynağı biyo-kütleden, 20. yüzyılın nükleer reaktörleri ve elektrik enerjisine kadar yaşanan dönüşüm, teknolojinin enerji tedarikinde oynamış olduğu bu rolü açıkça göstermektedir. Örneğin, ünlü İngiliz şair William Shakespeare'in yaşadığı dönemden günümüze kadar İngiltere'de tüketilen suni ışık miktarı 350.000 kat artarken, birim başına aydınlatma maliyeti 6.000 kat azalmıştır³⁴.

Enerjinin insan ve toplum yaşamındaki kritik önemi, tartışılmaz bir gerçek olarak kabul edilmelidir. Bu durum günümüz modern dünyası için, dünya tarihinin daha önceki bölümleri ya da topluluklarıyla karşılaştırılmayacak kadar açıktır. Üretimden tüketimine kadar bütüncül bir enerji stratejisinin oluşturulması, enerjinin temel boyutlarının göz önünde bulundurulmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu açıdan oluşturulacak enerji stratejisinin sürekli, sürdürülebilir ve ekonomik bir enerji sistemini mümkün kılması enerjinin temel boyutlarıyla yakından ilgilidir. Bu boyutlar altı ana başlık altında ifade edilebilir³⁵.

- I. Fiziksel Boyut
- II. Çevresel Boyut
- III. Ekonomik Boyut
- IV. Toplumsal Boyut
- V. Siyasi Boyut
- VI. Teknolojik Boyut

Enerjinin temel boyutları, hiçbir şekilde birbirlerinden bağımsız değildir. Aynı şekilde enerjinin temel boyutlarının ele alınış sırası da, bu boyutların önem derecesine göre sıralandığı ya da tek yönlü bir neden sonuç ilişkisinin bulunduğu şeklinde yorumlanmamalıdır. Enerjinin, en küçük tek hücreli canlıdan insanoğlunun kurmuş olduğu kompleks ve modern toplumsal yapılara kadar oynamış olduğu yaşamsal rol, enerjinin bütün boyutlarının karşılıklı ve çok yönlü etkileşim halinde olduğu bir sistem çerçevesinde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Ancak, bu

³⁴ IEA, **Light's Labour's Lost: Policies for Energy Efficient Lighting**, Paris, OECD/IEA, 2006, p.25.

³⁵ F.Behçet Yücel, **Enerji Ekonomisi**, 1.Basım, İstanbul, Febel Ltd Şti, 1994, s.5.

karmaşık ilişkiler ağının ortaya konulması soyut bir kavram olarak enerjinin temel boyutlarının mümkün olduğunca sınırlarının belirlenmesini de gerektirmektedir. Bu çaba, enerjinin farklı boyutlarının birbirinden bağımsızlığından ziyade, farklı boyutlar arasındaki etkileşimin yön ve derecesinin saptanmasında etkili olacaktır. Enerji stratejisinin oluşturulmasında, enerjinin farklı boyutları ve bu boyutlar arasındaki karşılıklı etkileşimin varlığı, enerji konusunda alınacak kararlarda bütüncül bir yaklaşımın tercih edilmesi gerektiği hususunu ön plana çıkarmalıdır.

1.2. FİZİKSEL BOYUT

1.2.1. Fiziksel Bir Kavram Olarak Enerji

Fizik biliminde enerjinin tanımı, genellikle kuvvet, iş ve güç gibi enerji kavramıyla yakından ilgili diğer fiziksel terimlerle birlikte yapılmaktadır. Çoğunlukla, birbirinin yerine de kullanılan bu kavramlar arasındaki ilişki, kuvvet kavramı ile başlayan bir döngüsellik içermektedir³⁶. Fiziksel olarak kuvvet, m kütleli bir cisme a ivmesini kazandıran etki olarak tanımlanmaktadır³⁷. Yine, aynı şekilde fizik biliminde göre $iş$, bir cisme etki eden kuvvet ile cismin kuvvet doğrultusunda almış olduğu mesafenin çarpımı olarak ifade edilmektedir³⁸. Enerji ise, yaygın olarak iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanır³⁹. Çoğu zaman kuvvet kavramının yerine kullanılan güç, birim zamanda yapılan iş olarak tanımlanmaktadır. Güç kavramının en önemli yanı, yapılan işin zamana karşı oranını ifade etmesidir⁴⁰. Aynı miktarda iş yapılmasına karşın, işlerin tamamlanma süreleri farklı olabilmektedir. Temelde, bir kuvvet, bir cismi etki ettiği doğrultu ve yönde hareket ettirebiliyorsa iş yapıyor; eğer iş yapılıyorsa, herhangi bir ortamdan başka bir ortama kuvvet uygulanmasını sağlayacak enerji dönüşümü gerçekleşiyordur. Enerji ile işin yukarıdaki mekanik yorumu oldukça dar kapsamlı olsa da, özünde enerji kavramının temelini oluşturan

³⁶ E.C. Pielou, **The Energy of Nature**, Chicago, The Chicago University Press, 2001, p.5.

³⁷ David Halliday, Robert Resnick, **Fiziğin Temelleri I**, Çev.Cengiz Yalçın, 3.Basım, Ankara, Arkadaş Yayınevi, 1992, s.72.

³⁸ **A.e.**, s.113.

³⁹ Pielou, **a.y.**

⁴⁰ Halliday, Resnick, **a.g.e.**, s.121.

en önemli ögeyi, yani değişimi barındırmaktadır. Fiziksel iş kavramında bir koşul olarak aranan hareket, sonuç olarak, cismin konumunda meydana gelen bir değişimi ifade etmektedir. Değişim, cismin sıcaklığından şekline kadar pek çok niteliğinde de meydana gelebilir. Buradan hareketle, enerjiyi herhangi bir sistem veya yapıda (organizma, makine, gezegen) değişim ya da dönüşüm (konum, hız, sıcaklık, kompozisyon bakımından) gerçekleştirebilme kapasitesi olarak tarif etmek mümkündür⁴¹.

Madde ve hareket odaklı iş kavramının günlük yaşamda kullanılan iş kavramından daha dar kapsamlı olduğu açıktır. Buna karşın kütle, kuvvet, hız ve mesafe odaklı tanım,^{*} ilke olarak, ekonomik faaliyetler ve enerji arasındaki bağlantının temelini oluşturmaktadır. İlk olarak, ihtiyaçların karşılanması yolunda daha fazla maddenin daha büyük hızlarla daha büyük mesafeler boyunca hareket ettirilmesi, enerji ihtiyacını arttırmıştır. Daha fazla kütle, daha fazla maddeyi ya da materyali, yüksek hız, birim zamanda daha çok hareketi, daha uzun yol ise, alınan daha çok mesafeyi temsil etmektedir. İnsan faaliyetlerinde sözü edilen bu bileşenlerin artışına yönelik değişimler, kaçınılmaz olarak daha fazla fiziksel iş ve enerji anlamına gelir. Bunun yanında, mekanik iş kavramından farklı olarak sıcaklık, şekil gibi diğer özelliklerdeki değişiklikler de enerjiye gereksinim duymaktadır.

Günümüzde, ekonomik faaliyetler ve madde arasındaki bağlantının koparılması (immaterialisation), enerji sisteminin temel amaçlarından biri olarak ifade edilmektedir⁴². Mal ve hizmetlerin değerlerindeki artış yanında, söz konusu mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılacak materyal ve enerjinin azaltılması, ekonomide niceliksel büyüme yanında niteliksel açıdan gelişmeyi temsil etmektedir. Basitçe, enerjinin çok daha verimli kullanılmasını sağlayacak böyle bir gelişme, ideal ve sürdürülebilir bir ekonomik sistemin en temel özelliği olarak sunulmaktadır.

⁴¹ Vaclav Smil, **Energy: A Beginner's Guide**, Oxford, Oneworld Publications, 2006, p.7.

* Kuvvet = Kütle(kg) x İvme(m/sn²), İvme = Hız(m/sn) / Zaman(sn), Hız = Yol(m) / Zaman(sn), İş (Joule) = Kuvvet (kg.m/sn²) x Yol (m), Güç(Watt) = İş (Joule) / Zaman(sn)

⁴² Petri Tapio v.d., "Energy and Transport in Comparison: Immaterialisation Dematerialisation and Decarbonisation in the EU15 between 1970 and 2000", **Energy Policy**, 23.01.2006, (Çevrimiçi) <http://www.elsevier.com/locate/enpol>, 11 Şubat 2007, pp.433-451.

Ekonomide yaşanacak bu dönüşümün, gerçek anlamda ekonomik gelişme anlamına geldiği ifade edilmektedir⁴³. Buna karşın, bilimin madde ve enerjiye dair getirmiş olduğu yaklaşım, böyle bir hedefin gerçekleştirilmesi konusunda sınırlar olduğunu göstermektedir.

1.2.2. Enerjinin Temel Formları

Enerji, evrende pek çok farklı formda var olur. Bu formlar içinden bazıları, yaşamın devamını sağlayan temel süreçlerde baş rolü oynar. Yaşamın devamına katkı yapan enerji formları arasındaki dönüşümün izlerini, Güneş'in merkezinden yeryüzüne kadar sürmek mümkündür. Yeryüzünün temel enerji kaynağı, Güneş'ten gelen ışık enerjisidir. Güneş'in enerji kaynağı ise, yıldızın merkezinde meydana gelen termonükleer reaksiyonlardır. Kütle-çekim enerjisi, yıldızların merkezinde nükleer reaksiyonların başlamasını sağlayacak sıcaklık ve basınç koşullarının oluşumunu sağlayan temel bileşendir⁴⁴.

Bir yıldızın merkezinde nükleer reaksiyonlar sonucu açığa çıkan enerji, ısı akımı yoluyla yüzeye iletilir, ve yıldızın yüzeyinden ışık formunda uzaya yayılır. Yeryüzüne ulaşan ışık enerjisinin çok küçük bir bölümü, fotosentez sonucu bakteri ve bitkilerin bünyesinde kimyasal enerjiye çevrilir. Biyo-kütleden fosil yakıtlara kadar moleküller arasındaki bağlarda depo edilen kimyasal enerji, ısı açığa çıkaran yanma sonucu tekrar mekanik ve ışık enerjisine çevrilebilir. Sindirim ve solunum gibi metabolik faaliyetler ise, kimyasal enerjinin canlı organizmasındaki kaslar vasıtasıyla kinetik enerjiye dönüşümünü sağlar⁴⁵. Bilim adamlarına göre termodinamiğin dört yasası enerjinin temel özelliklerini ve evrende meydana gelen olayları özetlemek için yeterli görülmektedir⁴⁶. İlk olarak, yukarıda bir kaç sayılan evrendeki enerji formları ve bu formlar arasındaki dönüşümlerin temel kuralı,

⁴³ Herman E. Daly, **Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development**, Boston, Beacon Press Books, 1996, p.28.

⁴⁴ William J.Kaufmann III, **Evrenin Evrimi ve Yıldızların Oluşumu**, Çev.Murat Alev, Ankara, Arkadaş Kitabevi, t.y., s.8.

⁴⁵ Redman, **a.g.e.**, pp.39,40.

⁴⁶ Peter Atkins, **Four Laws That Drive the Universe**, New York, Oxford University Press, 2007, p.iv.

enerjinin hiçbir zaman tükenmemesi, sadece form değiştirmesidir. Enerjinin korunumu şeklinde ifade edilen bu durum termodinamiğin birinci yasanını oluşturmaktadır.

Enerjinin korunumu yasanısı ve enerjinin farklı formları arasındaki dönüşümlerin pratik sonucu, farklı enerji formları arasında ihtiyaç duyulan enerji formunun kullanımının mümkün olmasıdır. Örneğin, elektrik enerjisi, gerek son kullanımdaki etkinliği ve temizliği, gerekse yaşam kalitesini arttıran pek çok cihazın çalışmasındaki işlevi ile günümüz enerji sisteminin en önemli bileřenidir⁴⁷. Nitekim, dünyada 1973-2004 yılları arasında, nihai kullanımda elektrik tüketimi 2,8 kat artarken, toplam nihai enerji tüketimi yaklaşık 1,6 kat artmıştır. Sonuç olarak, elektriğin nihai enerji tüketimindeki payı 1973 yılındaki %9,5'den %16,2'ye yükselmiřtir⁴⁸. Nihai enerji tüketiminde bu kadar önemli bir yer tutan elektrik enerjisini, doğada istenilen kalite ve miktarda hazır halde bulmak mümkün değildir. Enerji korunumu yasanısı ve enerji dönüşümleri sayesinde çok farklı enerji kaynakları, nihai ihtiyaca uygun forma dnüşürülebilmektedir. Bir hidroelektrik santrali, potansiyel-kinetik enerji dönüşümünü kullanarak elektrik üretirken, bir basınçlı su nükleer santrali, ısı kaynağı olarak fisyon reaksiyonunu kullanarak buharlaşan suyun kinetik enerjisi ile elektrik üretmektedir.

Termodinamiğin ikinci yasanısına göre ise, her enerji dönüşümü, evrende iş için kullanılabilir enerji miktarında bir azalmaya neden olmaktadır. Gerçekleştirilen her iş karşılığında geri döndürülmesi mümkün olmayan enerji miktarı, ısı olarak açığa çıkar ve enerji dönüşümünü gerektiren bütün reaksiyonların verimliliğini sınırlar⁴⁹. Örneğin, normal bir otomobilin motorunda yakılan yakıtın enerji içeriğinin ancak 8'de biri tekerleklere ulaşırken, 16'da biri aracın hızlanmasını sağlamakta, ve ancak 100'de biri sürücünün ulaşımına katkıda bulunabilmektedir⁵⁰. Enerji içeriğinin çoğu

⁴⁷ IPCC, **a.g.e.**, p.256.

⁴⁸ IEA, **Key World Energy Statistics**, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.28,35.

⁴⁹ McNeil, **a.y**

⁵⁰ Amory B. Lovins v.d., **Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits Jobs and Security**, Colorado, Rocky Mountain Institute, 2005, p.2.

başta hareketli parçalar arasındaki sürtünmeden kaynaklanan kayıplar ile ısıya dönüşmektedir.

Kullanılabilir enerjinin büyük bir bölümünün istenen amaçlara hizmet edemeden kaybedilmesi, günümüz enerji sisteminin çözmesi gereken en temel problemlerden birisidir. 2004 yılında, dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık olarak üçte biri, ilk kaynaklardan nihai kullanıma kadar geçen süreçlerde kaybedilmiştir⁵¹. Bir doğal gaz ya da kömür santralinde, başlangıçtaki enerji girdisinin çok küçük bir bölümü aydınlatma amacıyla kullanılan bir ampüle ulaşabilmekte, ve ancak, 320’de biri faydalı ışık haline dönüşebilmektedir. Santrallerde gerçekleştirilecek verimlilik iyileştirmeleri ile oran 224’de bire düşürülebilmektedir. Ek olarak daha verimli floresan ampüllerin kullanılması ise, ilk enerji girdisinin 64’de birinin ışığa dönüşebilmesini sağlayabilmektedir⁵².

1.2.3. Yeryüzünün Temel Enerji Kaynakları

Yeryüzünde yaşama ev sahipliği yapan biyosfer, yeryüzünün içinden ve uzaydan olmak üzere iki önemli enerji kaynağından beslenmektedir. Bunlardan bir tanesi, gezegenin merkezinden kaynaklanan ısı, diğeri de Güneş’ten gelen ışık enerjisi ya da elektromanyetik enerjidir. Kütle çekim enerjisi ise, Ay’ın Dünya üzerindeki kütle-çekimsel etkisi nedeniyle, okyanuslar üzerinde meydana getirdiği gel-git hareketlerine sebep olmaktadır. Enerjisini büyük oranda Güneş’ten alan yeryüzünde, bütün iklim olaylarının ve biyosferdeki hava ve su dolaşımının nedeni, Güneş’ten gelen enerjidir. Bu nedenle, güneş ışığı başta olmak üzere, rüzgâr, hidrolik gibi enerji kaynak ve akımlarını kullanan bütün teknolojiler, bir anlamda yeryüzünün yaşam kaynağı Güneş enerjisinden faydalanmaktadır. Güneş ışığı, yeryüzündeki besin zincirinin temelini teşkil eden fotosentezin meydana gelmesinde de baş aktör olarak rol oynar. Güneş ışığını kullanarak kimyasal moleküllerin sentezlenmesi, yeryüzünde fotosentetik biyo-kütlenin oluşumunu sağlar. Bu açıdan,

⁵¹ IPCC, a.g.e., p.259.

⁵² A.e. , p.258.

canlılığın temel yapı taşlarının sentezlenmesi de güneş ışığı sayesinde gerçekleşir. Dolayısıyla, insan ve ehlileştirilmiş hayvanlar olmak üzere metabolik süreçleri iş görme yöntemi olarak kullanan bütün enerji sistemleri, gerçekte Güneş enerjisini kullanmaktadır. Biyo-kütle ise, tarih boyunca insanoğlunun temel ısı ve ışık kaynağı olarak diğer biyolojik kaynaklarla (odun, tezek, balina yağı gibi) birlikte kullanılmıştır. Günümüzde Afrika'lı topluluklar, ısınma ve mutfak ihtiyaçları için gerekli yakacak odunu toplamak amacıyla kilometrelerce yürümek zorundadırlar. Sahara-Altı Afrika'da büyük ölçüde kadın ve çocuklar tarafından yürütülen bu faaliyetler esnasında, bir kişinin 20 ila 38 kg arasında odun topladığı ve bunun için bazı durumlarda 10 km kadar yürümek zorunda olduğu görülmektedir⁵³.

Modern dünyanın enerji sisteminin temelini oluşturan petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların oluşumu da Güneş kaynaklı ışık enerjisi ile bağlantılıdır. Güneş enerjisinin fotosentez ile başlayan süreçler sonucu, biyo-kütleyle çevrilmesi, oluşumu başlatan ilk süreçtir. Fosil yakıtların oluşumu, bitki ve hayvan kalıntılarının milyonlarca yıl boyunca yeryüzünün derinliklerinde yüksek sıcaklık ve basınç altında kalmasıyla açıklanmaktadır. Fosil yakıtların yakılması, bir anlamda, milyonlarca yıl önce gerçekleşen ışık enerjisi-kimyasal enerji dönüşümünü tersine çevirmekten başka bir şey değildir⁵⁴. Nükleer fisyon (çekirdek bölünmesi) reaksiyonları, Güneş ile doğrudan bağlantısı olmayan bir enerji kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. Nükleer fisyon, ağır çekirdeklere sahip radyoaktif elementlerin nötronlar ile bombardıman edilerek parçalanması sonucu meydana gelmektedir. Günümüzde U²³⁵ ve Pu²³⁹ fisil (bölünebilir) olan ve yaygın bir şekilde kullanılan radyoaktif elementlerdir⁵⁵. Hidrojen ise, enerji kaynağı olmaktan çok bir enerji taşıyıcısı olarak kabul edilmektedir. Çekirdeğinde 1 proton ve çekirdek çevresindeki 1 elektrondan meydana gelen hidrojen atomu, periyodik cetvelin ilk sırasında yer alan en basit elementtir⁵⁶. Bunun yanında, hidrojen, evrende bilinen kütleinin %75'ini oluşturmaktadır. Hidrojen, Güneş de dahil tüm yıldızların yakıtını oluşturan ana

⁵³ IEA, **World Energy Outlook 2006**, Paris, OECD/IEA, 2006, p.428.

⁵⁴ Paul Roberts, **The End of Oil: The Decline of the Petroleum Economy and the Rise of A New Energy Order**, London, Bloomsbury Publishing, 2004, p.71.

⁵⁵ Nuclear Energy Agency, **Nuclear Energy Today**, Paris, OECD/NEA, 2003, pp.13,14.

⁵⁶ Neşe Eriş, **Geleceğin Yakıtı Hidrojen**, İstanbul, Birsen Yayınevi, 2006, s.15.

elementtir. Oldukça reaktif olan hidrojen atomu, bileşikler oluşturmaya eğilimlidir. Bu yüzden, doğada saf halde hidrojen bulmak mümkün değildir. Buna karşın hidrojen, oksijen ve nitrojen ile bileşikler oluşturarak, sırasıyla, su (H₂O) ve amonyağın (NH₃) yapısında yer alır. Organik yaşamın ana elementi olan karbon ile birlikte, bütün organik moleküllerin yapısında yer alan element yine hidrojendir⁵⁷. Hidrojen, başta petrol olmak üzere doğal gaz ve kömür gibi karbon kökenli yakıtların bileşiminde de yer alır (Tablo 1.1). Hidrojen, diğer elementlerle oluşturmuş olduğu bileşiklerde de enerji taşıyıcısı görevi görmektedir.

Tablo 1.1
Petrolün Kimyasal Analizi

Karbon	%82,2 ile	%87,7 arasında
Hidrojen	%11,7 ile	%14,7 arasında
Kükürt	%0,1 ile	%5,5 arasında
Azot	%0,1 ile	%4,5 arasında
Organik Madde	%0,1 ile	%1,2 arasında

Kaynak: Petrol Mühendisleri Odası, “Petrol Nedir?”, (Çevrimiçi) <http://www.pmo.org.tr> 23 Aralık 2005’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1.2.4. Enerji Sistemi ve Enerji Kaynakları

Enerji sisteminin ilk unsuru, enerji tedarikinde kullanılacak kaynak ve akımlardır. Temelde, doğal çevreden doğrudan elde edilen petrol, kömür, doğal gaz ya da uranyum elementi gibi enerji varlıkları, birincil enerji kaynakları olarak tarif edilmektedir. Doğal çevreden doğrudan tedarik edilmeyen, bunun yerine birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi ile elde edilen enerji kaynakları ise, ikincil enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Fosil yakıtların kullanıldığı santrallerde üretilen elektrik, ham petrolün rafine edilmesiyle elde edilen benzin, motorin, fuel oil gibi yakıtlar, ya da odunun kullanılmasıyla üretilen odun kömürü, ikincil enerji kaynaklarına örnek olarak verilebilir⁵⁸. Enerji kaynaklarına ilişkin olarak kullanılan birincil-ikincil ayrımından farklı olarak, doğadan tedarik edilen enerji kaynaklarının dönüşümüyle elde edilen katı, sıvı ve gaz yakıtlar, elektrik veya ısı enerjisi gibi enerji

⁵⁷ Roberts, a.g.e., p.69.

⁵⁸ IEA, **Energy Statistics Manual**, Paris, OECD/IEA, 2005, p.15.

varlıkları, enerji taşıyıcısı olarak da nitelendirilmektedir⁵⁹. Doğal çevreden tedarik edilen farklı enerji formlarının arzu edilen amaçlara hizmet edebilmesi için, uygun formlara dönüştürülmesi ya da tüketim yer ve zamanında hazır bulundurulması gerekmektedir. Örneğin, ham petrolün rafine edilerek benzin ve motorin gibi uygun yakıtlara dönüştürülmesi veya termal ve hidrolik santraller vasıtasıyla elektriğin üretilmesi gibi pek çok farklı faaliyet, enerji sistemi içinde yer almaktadır. Dolayısıyla, enerji kaynaklarının tespiti, üretimi, iletimi, dağıtım ve gerektiğinde tekrar depolanması için yürütülen bütün çalışmalar, enerji sisteminin bir parçasını teşkil etmektedir. Bu açıdan enerji sistemini, bütün unsurların karşılıklı etkileşim halinde olduğu entegre bir yapı olarak düşünmek gerekmektedir (Tablo 1.2). Böyle bir yapı içerisinde, yalnız doğal çevreden enerjinin tedarik edilmesi değil, tüketim bölgelerine iletimi ve tüketimi gibi unsurlar da sağlıklı bir enerji sisteminin oluşturulmasında önem arz etmektedir⁶⁰.

Tablo 1.2
Enerji Sistemi

Birincil Enerji Kaynakları	Kömür	Petrol	Gaz	Uranyum	Hidro	Rüzgâr	Biyo Kütle	Güneş	Jeotermal	Okyanus
Doğadan Elde Edilen Enerji	Tahmin		Arama		Üretim		Aritma		Dağıtım	
Enerji Taşıyıcıları	Isı		Katı Yakıtlar		Sıvı Yakıtlar		Gaz Yakıtlar		Elektrik	
DEPOLAMA					DAĞITIM					
Isı	Ulaştırma Yakıtları			Kombine Isı ve Elektrik			Elektrik			
Enerji Pazarları	\$/litre			\$/kWs		\$/GJ		\$/ton		
Enerji Hizmetleri	Ulaştırma	İnşaat	Konutlar		Endüstri		Ağır Sanayi		Organik ve Sıvı Yakıtlar	

Kaynak: IPCC, a.g.e., p.256'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Enerji kaynaklarının tedarikinde karşılaşılan zaman faktörü, ilk olarak bazı kaynakların anlık akımlarının, bazılarının ise birikimli hallerinin kullanılmasına imkân sağlamaktadır. Fotovoltaik, rüzgâr, hidrolik enerji gibi akımlar, güneş ışığının neredeyse anlık dönüşümleri iken, biyo-kütle ve metabolik enerji, ışık enerjisinin

⁵⁹ IPCC, a.g.e., p.256.

⁶⁰ A.e., p.260.

dönüşümü ayları ya da yılları alan biçimleridir. Petrol, kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtlar ise güneş ışığının meydana gelmesi milyonlarca yıl süren dönüşümdür. Örneğin, 20-30 yıllık periyotlarla ormanlar, odun kaynağı olarak kullanılabilir. Oysa, fosil yakıtların oluşum süreci yaklaşık olarak 10^7 ila 10^8 yıl sürmektedir. 1990'lı yıllarda, Dünya yıllık fosil yakıt tüketimi hesaba katıldığında, söz konusu yakıtların var olan fotosentetik biyo-kütle oluşum hızıyla ancak 400 yılda oluşabileceği hesaplanmıştır⁶¹. Başka bir deyişle modern enerji sistemi, oluşması 400 yıl alan enerji kaynaklarını bir yılda tüketmektedir. (Tablo 1.3).

Tablo 1.3
Enerji Varlıkları ve Enerji Sistemi

	Birincil		İkincil	
		Yakılabilir		
Yenilenebilir	Isı ve Termal Olmayan Elektrik	Kömür Ham Petrol Doğal Gaz Şist	Petrol Ürünleri Katı ve Gaz Yakıtlar	Isı Ve Elektrik
		Atıklar		
Yenilenemeyen	Nükleer			
		Biyo Yakıtlar	Yenilenebilir Varlıklardan Elde Edilen Tüm Yakıtlar	

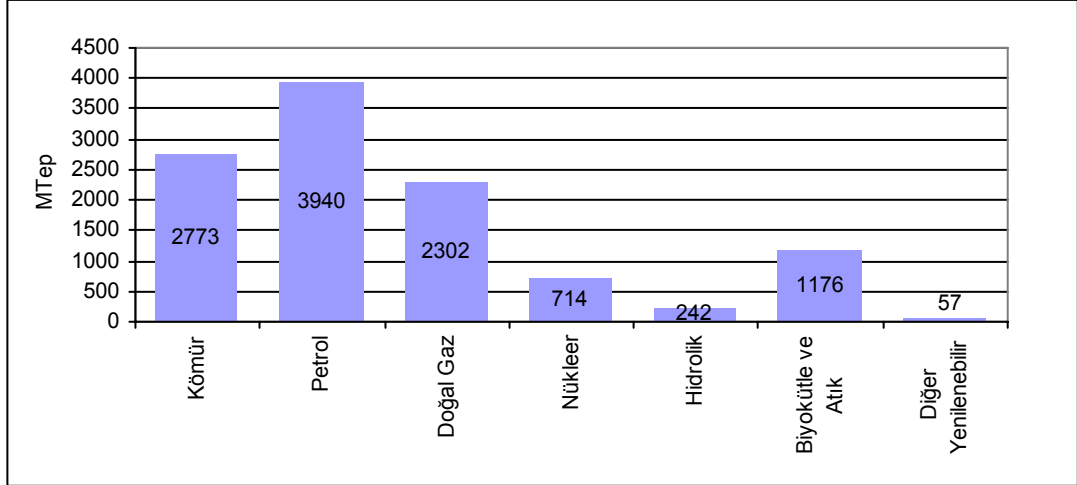
Kaynak: IEA, *Energy Statistics Manual*, p.18'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Günümüzde enerji sisteminin temel birincil enerji kaynakları fosil yakıtlardır (Grafik 1.1). Dünya tarihinin son iki yüz elli yılına damgasını vurmuş olan fosil yakıtlar, kendilerinden önce kullanılmakta olan geleneksel kaynakların yerini almışlardır. Büyük ölçüde 19. yüzyılda yaşanan dönüşüme kadar insanoğlunun mekanik güç ihtiyacı, kas kuvveti ve geleneksel rüzgâr ve hidrolik kaynaklar; ısı ve ışık ihtiyacı ise, büyük oranda ormanlar vasıtasıyla karşılanmıştır⁶². Kömür, 18. yüzyılda İngiltere'de başlayan sanayileşmeyle birlikte odun sıkıntısı yaşayan İngiliz

⁶¹ Vaclav Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, London, The MIT Press, 2008, pp.203,204.

⁶² Ponting, *a.g.e.*, p.268.

ekonomisinin enerji kaynağı problemini çözmüştür⁶³. 20. yüzyılda ise petrol ve doğal gazın yoğun olarak kullanılmaya başlanması ile Hidrokarbon Adam'ın doğuşu gerçekleşmiştir⁶⁴.



Grafik 1.1
Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2004

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.66'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Nükleer fisyon enerjisi ise, insanlık tarihinin daha önceki hiçbir dönemiyle karşılaştırılmayacak bir enerji tedarik biçimi olarak, yine 20. yüzyılda enerji sistemine katılmıştır. Son iki yüz yılda, enerji sisteminde birincil kaynaklarda yaşanan dönüşümün yanı sıra, elektriğin kullanımı ve yaygınlaşması, modern enerji sisteminin oluşumuna katkı sağlamış; elektriğin kullanımı tekstil, buhar gücü ve demiryollarından sonra sanayileşmenin üçüncü dalgasını teşkil etmiştir⁶⁵. Bu açıdan modern enerji sistemini oluşturan kaynaklar, son iki yüz yılda dünya tarihinde yaşanan sanayileşme ve ekonomik büyümenin de temel kaynakları olmuştur.

Sanayileşmenin de bir parçası olarak kabul edilmesi gereken enerji kaynaklarının kullanıma sunulması, ekonominin diğer sektörlerinde yaşanan dönüşüme paralel olarak, geleneksel kaynaklardan farklı süreçleri gerekli kılmıştır. Enerjinin ekonomik değeri, söz konusu kaynakların bir açıdan ekonomik bir varlık

⁶³ Smil, **Energy in World History**, p.159.

⁶⁴ Yergin, **a.g.e.**, s.510.

⁶⁵ Chris Freeman, Luc Soete, **Yenilik İktisadı**, Çev.Ergun Türkcan, 1.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2003, s.78.

olarak değerlendirilmesine neden olmakta, söz konusu kaynakların ticari değerini arttırmaktadır. Bu nedenle, modern enerji sistemini oluşturan temel kaynaklar geleneksel enerji tedarik yöntemlerine göre teknoloji ve sermaye yoğun özellikleriyle çok daha fazla ticari değer arz etmekte, dolayısıyla geleneksel enerji kaynaklarına nazaran ticari enerji kaynakları olarak da nitelendirilmektedirler.

Tablo 1.4
Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2004

Enerji Kaynakları	BP (Mtep)	UEA (Mtep)
Kömür	2.778,2	2.773
Petrol	3.767,1	3.940
Doğal Gaz	2.420,4	2.302
Nükleer	624,3	624,3
Hidrolik	634,4	634,4
Biyo-kütle	0	1.176
Diğer Yenilenebilir	0	57
Toplam	10.224,4	11.506,7

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.66.; BP, “Bp Statistical Review of World Energy 2005”, (Çevrimiçi) [http:// www.bp.com/genericsection.do?categoryId=92&contentId=7005893](http://www.bp.com/genericsection.do?categoryId=92&contentId=7005893), 15 Aralık 2005, p.38’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya üzerinde çoğunluğu gelişmiş ülkelerde yaşayan 2,5 milyar insan, hâlâ modern ya da ticari enerji kaynakları yerine mutfak ihtiyaçlarının karşılanmasında geleneksel enerji kaynaklarından faydalanmaktadır⁶⁶. Geleneksel enerji kaynaklarının enerji sistemleri içindeki ağırlığı, Türkiye’de de yüzyılın son çeyreğine kadar devam etmiştir. Örneğin, 1962 yılında Türkiye’de enerji tüketiminde odunun payı %31,1 iken, aynı yıl tezek tüketimi 12 milyon 705 bin ton olarak verilmektedir⁶⁷. Modern-ticari enerji kaynakları ile geleneksel enerji kaynakları arasındaki farkı, Dünya enerji tüketimine dair yapılan çalışmalarda görmek mümkündür. Örneğin, hesaplamalarında modern-ticari kaynaklara yoğunlaşan BP’nin çalışmasında, geleneksel olarak nitelenen odun, tezek gibi kaynaklar yer almazken, Uluslararası Enerji Ajansı’nın (UEA) çalışmasında bu kaynaklar yer bulmaktadır (Tablo 1.4).

⁶⁶ IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.419.

⁶⁷ Fehmi Yavuz, **Çevre Sorunları:Genellikle ve Ülkemiz Açısından**, Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları, 1975, ss.127,130.

1.2.5. Enerji Kaynaklarının Temel Fiziksel Özellikleri

Enerji kaynak ve akımlarının fiziksel özellikleri, enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında ve enerji sisteminin şekillenmesinde rol oynamaktadır. İlk olarak, eğer yenilenemeyen bir kaynak söz konusu ise, bu kaynağın doğada bulunan toplam miktarı önem arz etmektedir. Bunun dışında, yenilenemeyen enerji kaynakları olarak petrol, doğal gaz ve kömür gibi yakıtların normal şartlar altında katı, sıvı ve gaz fazlarında bulunmaları, bu yakıtların enerji sistemi içinde üretimden tüketime kadar olan tedarik zincirinin yapısını etkilemektedir. Aynı şekilde, nükleer enerjinin temel yakıtı olan uranyumun taşıdığı temel fiziksel özellikler, bu radyoaktif elementin modern dünyanın en konforlu enerji taşıyıcısı elektrik enerjisi formuna dönüşümünü sağlayan temel süreçleri etkiler. Buna karşın, yenilenebilir bir enerji akımının istenen ihtiyaçlara hizmet edebilecek yoğunlukta olup olmadığı, ya da istenen oran ve zamanlarda tedarik edilip edilemeyeceği bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Fiziksel açıdan dikkate alınması gereken ilk nokta, her hangi bir enerji kaynak ya da akımının doğadaki fiziksel varlığıdır. İlk olarak, bu varlığın doğada ihtiyaçlara hizmet edecek miktarda, yoğunlukta ve kalitede olup olmadığı sorusu önemlidir. Enerji kaynak ve akımlarının doğadaki fiziksel varlığı, ve bu varlığın mevcut teknolojik ve ekonomik imkânlar aracılığıyla ihtiyaçlara hizmet edebilecek uygun forma istenen yer ve zamanda dönüştürülebilmesi, enerjinin fiziksel boyutunun yanında diğer boyutlarının da hesaba katılmasını gerektirmektedir. Enerjinin fiziksel varlığı, enerjinin diğer boyutları dikkate alınmaksızın niceliksel olarak kavramın dayanmış olduğu joule, watt gibi ortak fiziksel büyüklükler veya standart birimler kullanılarak ifade edilebilir.

Enerji kaynak ve akımlarının fiziksel varlığı zaman faktörünü temel alarak ya da almayarak değerlendirilebilir⁶⁸. Bu zaman faktörü, Irving Fisher tarafından öne sürülen belirli bir zaman periyodu ile zamanın belirli bir noktası arasındaki farklılık

⁶⁸ Gowdy, a.g.e., p.xx.

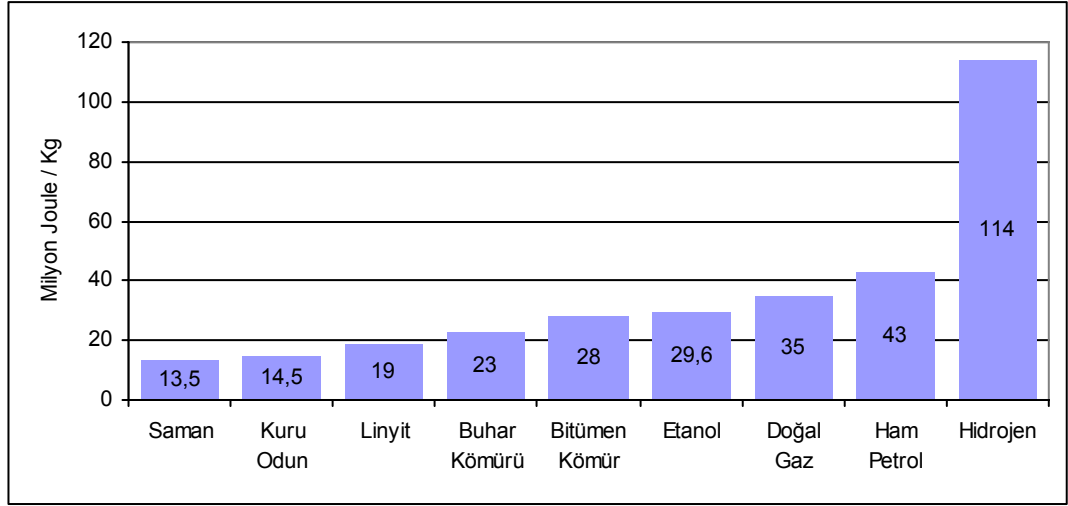
şeklinde ifade edilebilir⁶⁹. Örneğin, Güneş kaynaklı enerjinin uzun vadeli dönüşümünü temsil eden fosil yakıtlar ve ancak evrensel zaman ölçeğinde oluşumu mümkün olan radyoaktif elementler, bir miktar kısıtı ile karşı karşıyadır. Bu miktar kısıtının ortaya çıkmasının temel nedeni, söz konusu enerji kaynaklarının yenilenmelerini sağlayacak enerji dönüşümlerinin gerçekleşmesinin ancak evrensel zaman ölçeğinde mümkün olmasıdır. Bu nedenle, insanoğlu yenilenemeyen enerji kaynaklarını belli bir zaman periyodu boyunca kullanabilme şansına sahiptir. Rüzgâr, güneş, hidrolik, biyo-kütle gibi yenilenebilir enerji akımlarının ise, bu türden bir zaman kısıtı bulunmamaktadır. Ancak, bu akımlar zamanın belli bir noktası veri olarak alındığında, arzu edilen nicelik ve nitelikte olmayabilir ki, bu durum söz konusu yenilenebilir akımların zamanın belli bir noktası ile sınırlı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Örneğin, rüzgâr tribünlerinin çalışması, rüzgârın esişine bağlı olduğu için istenen yer ve zamanda elektrik üretimi gerçekleştirilemeyebilir. Aynı şekilde, yeryüzüne ulaşan Güneş ışığı miktarı, bazı astronomik değişikliklerin neden olduğu küçük dalgalanmalar dışında sabittir. Bu oranı değiştirmek mümkün olmadığı ve Güneş pilleri vasıtasıyla üretilecek elektrik, ilk olarak gelen Güneş ışığı miktarına bağlı olduğuna göre, zamanın istenen bir noktasında güneş ışığından elektrik üretmek mümkün olmayabilir.

Fiziksel açıdan, zaman faktörü göz önünde bulundurulmadığı taktirde, enerji kaynak ve akımlarının fiziksel özelliklerini değerlendirmede güncel büyüklükler ve daha önemlisi ölçeksel büyüklükler önem kazanır. Böyle bir değerlendirmede zaman faktöründen bağımsız olarak enerji kaynak ve akımlarının kütle, alan veya hacim başına enerji içeriklerinin hesaplanması yöntemi kullanılabilir⁷⁰. Örneğin, enerji yoğunluğu birim kütle ya da alan başına enerji olarak ifade edilmektedir. 1 kg ham petrol 42 ila 44 MJ (Mega Joule-Milyon-joule), doğal gaz 33 ila 37 MJ, en iyi bitümen kömür 27 ila 29 MJ, kurutulmuş odun 14 ila 15,4 MJ enerji içermektedir. Elbette, ağırlık baz olarak alındığında, normal şartlarda gaz halde bulunan doğal gaz ve önemli bir enerji taşıyıcısı olarak kabul edilen hidrojenin 1 kg'si çok daha fazla

⁶⁹ Nicholas Georgescu-Roegen, **The Entropy Law and the Economic Process**, London, Harward University Press, 1999, p.221.

⁷⁰ Ian Rutledge, **Addicted To Oil: America's Relentless Drive for Energy Security**, New York, I.B.Tauris&Co Ltd, 2006, p.1.

(114 MJ) enerji içermektedir⁷¹. Daha yoğun enerji kaynakları, daha fazla miktarda enerjinin daha küçük bir alandan elde edilebileceği anlamına gelmektedir. Eğer enerji yoğunluğu kriteri gelenekselden modern yakıtlara doğru değerlendirilirse, modern enerji sisteminde daha yoğun yakıtların kullanıldığı görülebilir (Grafik1.2) .



Grafik 1.2
Enerji Kaynakları ve Enerji Yoğunlukları

Kaynak: Vaclav Smil, *Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*, London, The MIT Press, 1999, p.xvi'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1.5
Nükleer Enerji ve Enerji Yoğunluğu

Yakıt	Yaklaşık Enerji Yoğunluğu (Milyar Joule/Ton)
Odun	14
Kömür	29
Petrol	42
Doğal Gaz (Sıvılaştırılmış)	46
Uranyum	630.000

Kaynak: Nuclear Energy Agency, *a.g.e.*, p.15'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Enerji sistemine 20. yüzyılda katılan nükleer fisyon enerjisi ise, kendisinden önce gelen enerji formlarının hepsinden daha yoğun enerji üretimini mümkün kılmaktadır. Örneğin, 1 kg Uranyum günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan bir basınçlı su reaktöründe 22.000 kg kömüre eş değerde enerji açığa çıkarmaktadır⁷² (Tablo 1.5). Yakıt çevriminden, reaktör dizaynına ve atık yönetimine kadar pek çok

⁷¹ Smil, *Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*, p.xvi.

⁷² Nuclear Energy Agency, *a.g.e.*, p.15.

farklı sürecin gerekliliği, söz konusu enerji formunun yoğunluğuna bağlanabilir. Bu nedenle, nükleer fisyon enerjisi gibi yüksek yoğunluktaki bir enerji üretim biçiminin, farklı nitelik ve boyuttaki problemleri ortaya çıkarması beklenen bir sonuç olarak görülmelidir.

Enerji yoğunluğu dikkate alındığında, özellikle fosil yakıtlar ve geleneksel enerji kaynakları (odun, tezek, geleneksel su ve rüzgâr gibi) arasında ortaya çıkan fark, günümüz enerji sisteminin en önemli özelliklerinden biri haline gelmiştir. Bu farka dayanarak, modern enerji sistemini geleneksel enerji sisteminden ayırt etmek mümkündür. İlk olarak, daha yoğun enerji kaynakları olarak nitelendirebilecek fosil yakıtların, belli bölgelerde yer alan sınırlı sayıdaki üretim alanlarından daha geniş alana yayılmış çok sayıdaki tüketim bölgesine dağıtımını dikkati çekmektedir.

Fotosentetik biyo-kütle oluşumunun termodinamik yasalar gereği verimlilik sınırları oldukça düşüktür. Optimum koşullarda hızlı büyüyen bitkiler, kısa dönemler itibarıyla güneş ışığının ancak %4 ila %5'ini biyokütleye çevirebilmektedir. Dünya ortalaması ise %0,6 olarak hesaplanmaktadır⁷³. Dolayısıyla, yeryüzüne ulaşan güneş ışığının çok küçük miktarı, bitkiler tarafından fotosentez süreci sonucu biyo kütleyle çevrilebilmektedir. Bu durumda, ilk olarak ısınma ve aydınlanma gibi ihtiyaçların karşılanmasında büyük ölçüde biyo-kütleye dayanan bir enerji sisteminin artan enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalacağı söylenebilir. Bu açıdan, geleneksel bir Orta Çağ şehrinin enerji sistemi de modern bir şehirden farklılık gösterir. Hızlı büyüyen ağaç türlerinin sulak bir iklimde ortalama hektar başına 15 ton, yavaş büyüyen ağaç türlerinin ise kurak bir iklimde ortalama hektar başına 5 ton odun üretebildiği hesaplanmıştır⁷⁴. Buna göre, geleneksel bir şehrin çevresindeki ormanların yıllık büyüme oranı, şehrin odun ihtiyacının ancak %1 ila 2'sini karşılayabilir. Bu durumda geleneksel bir şehir, artan odun ihtiyacı karşısında kendi alanının 50 ila 100 misli büyük bir orman alanına gereksinim duymaktadır⁷⁵. Bütün diğer unsurlar (su,

⁷³ Smil, *Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*, p.44.

⁷⁴ Smil, *Energy in World History*, p.12.

⁷⁵ A.e., p.7.

yiyecek, nüfus. vs) uygun olduğunda bile, modern bir şehrin odun ihtiyacı şehrin büyümesindeki en önemli engel olarak durmaktadır.

Yoğun enerji ihtiyacı karşısında biyokütleyle dayalı bir enerji sisteminin durumu, güncel enerji tüketim değerlerine göz atıldığında daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Örneğin, 2004 yılında Dünya kömür tüketimi 2.773 Mtep (Milyon ton petrol eşdeğeri) olarak gerçekleşmiştir (Grafik 1.1). Bu değer, yaklaşık olarak 116 EJ (Ekza Joule; 1 EJ=10¹⁸ J) enerjiye tekabül etmektedir*. Yıllık odun üretiminde hektar başına 15 tonluk iyimser değer dikkate alınırsa, 116 EJ büyüklüğünde enerjinin üretimi için 552.000.000 hektar alana ihtiyaç duyulacaktır**. Bu durumda, sadece yıllık kömür tüketimine (yıllık kömür tüketimi Dünya toplam birincil enerji tüketiminin yaklaşık olarak %24'üne denk gelmektedir) eşdeğer büyüklükteki enerjinin elde edilebilmesi amacıyla mevcut ekilebilir araziye kıyasla çok büyük alanların bu amaç için ayrılmasına ihtiyaç duyulacaktır. Bu büyüklükte bir alan Türkiye'nin toplam ekilebilir arazisinin (23.826.000 hektar) yaklaşık olarak 24 katı, Dünya'daki toplam ekilebilir arazinin (1.397.656.000 hektar) ise %40'ı anlamına gelmektedir⁷⁶.

Fosil yakıtlarla birlikte modern enerji sistemi, sözü edilen enerji-şehir denklemini tersine çevirmiştir. Dar bir alana yoğunlaşmış şehir ve geniş alanlardan tedarik edilen enerji kaynakları yerine, daha küçük bir alanda yoğunlaşmış kaynağın büyük bir alana yayılmış şehre dağıtımının mümkün olması, modern ve merkezileşmiş bir enerji sisteminin en önemli özelliği haline gelmiştir. Böylesi bir gelişme, doğal olarak daha yoğun enerji kaynakları olan fosil yakıtlar sayesinde mümkün olmuştur. Örneğin, Dünyanın en büyük petrol sahası olan Suudi El-Ghawar ve Kuveyt El-Burkan petrol sahası, orijinal olarak sırasıyla 550 ve 470 EJ ham petrol rezervlerine sahiptir. Bu değerler Dünya toplam birincil enerji tüketiminden daha

* 1 Tep = 42x10⁹ J

** 1Ton odun 14.000.000 Joule enerji içermektedir.1 hektardan 15 x 14.000.000 =21x10¹⁰ J enerji alınabilirse 116x10¹⁸ J enerji 116x10¹⁸ / 21x10¹⁰ =552x10⁶ hektardan alınabilir.

⁷⁶ Food and Agriculture Organization (FAO), "FAO Statistical Yearbook 2005-2006", (Çevrimiçi) http://www.fao.org/statistics/yearbook/Vol_1_1/index_en.esp., 22 Mayıs 2008, p.18.

fazladır* . El-Ghawar petrol sahası için söz konusu değerler metrekare başına 100 GJ (Giga Joule-Milyar Joule) Kuveyt El-Burkan sahası için 1 TJ (Tera Joule Trilyon Joule) enerji anlamına gelmektedir⁷⁷.

Fosil yakıtlar ve uranyum gibi yoğun enerji kaynaklarını kullanarak elektrik üretimi yapan termal santraller, enerji üretiminde daha az alana ihtiyaç duyan kompakt santraller olarak öne çıkmaktadır. Örneğin, 600 MW (Megawatt-Milyonwatt) kurulu güç kapasitesine sahip bir doğal gaz kombine çevrim santrali 7 hektar, kömür santrali 25 hektar genişliğindeki bir alana kurulabilmektedir⁷⁸. Aynı şekilde, İngiltere'nin en büyük kömür santrallerinden birisi olan 2 GW (Gigawatt-Milyarwatt) kurulu güç kapasitesi bulunan Ferry Santrali, kazanı, üretim binası, soğutma kuleleri, santralin kömürünü taşıyan katarların manevra alanı dahil, 70 hektarlık bir alanı işgal etmektedir. Santralin atık küllerinin depo edildiği 165 hektarlık alan dahil edildiğinde bile bu dev kömür santral kompleksi, rüzgâr santralinden çok daha az bir alana ihtiyaç duymaktadır⁷⁹. Rüzgâr santralleri ortalama olarak karada 7200, kıyıda 4800 ve denizin ortasında ise 2400 hektarlık bir alana ihtiyaç duymaktadır⁸⁰.

Rüzgâr, güneş ve hidro gibi yenilenebilir enerji akımlarının düşük yoğunlukları, bu enerji varlıklarının fosil yakıtlardan farklı olarak sınırsız ancak kesintili akım değerlerine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu anlamda yenilenebilir enerji akımları dışsal bir zaman kısıtından bağımsızdır. Çünkü, bu akımlar güneş enerjisinin kısa vadeli dönüşümünü temsil ettikleri için, güneş parlamaya devam ettiği müddetçe akmaya devam edeceklerdir. Ancak, dağınık ve düşük yoğunluklu olmaları nedeniyle, yenilenebilir enerji akımları yoğun enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalabilmektedir. Örneğin Güneş ışığını kullanarak elektrik üretimini sağlayan fotovoltaik güneş pillerinin ortalama verimlilikleri %6

* 2004 yılı Dünya Birincil Enerji Tüketimi 464 EJ

⁷⁷ Smil, **Energy in Nature and Society:General Energetics of Complex Systems**, p.216.

⁷⁸ Nevin Selçuk, "Türkiye Hidroelektrik ve Termik Santrallere Yönelmeli", **2023 Dergisi**, Sayı:71,15 Mart 2007, s.17.

⁷⁹ Smil, **Energy in Nature and Society:General Energetics of Complex Systems**, p.312.

⁸⁰ Selçuk, a.y.

düzeylerinden başlayarak %15'lere kadar yükselmiştir⁸¹. Ancak, Güneş ışığının düşük yoğunluğu ve dağınık karakteri, istenen yoğunlukta elektrik enerjisi üretimini sınırlamaktadır. Havanın açık ve güneşli olduğu bir günde metrekaareye düşen güneş enerjisi miktarı yaklaşık 1 kW (kilowattsaat) olarak gerçekleşmektedir. Ancak, günün her saatinde bu değerde bir güneş ışığı akımı mümkün olmadığı için, belli oranlarda güneş ışığından faydalanılabilir. Günün ortalama bir saatinde metrekaareden 1/6 kW güneş ışığı alınabildiği varsayılırsa, %20 verimlilikle çalışan bir metrekaarelik güneş pili 1/30 kW enerji üretebilecektir. 1/30 kW yaklaşık olarak 120.000 Joule etmektedir*. Bu miktar 75 W'lik bir akkor ampülün bir saatte tükettiği elektrik enerjisinden daha azdır**. Oysa, yukarıda gösterildiği gibi enerji yoğunluklarına göre 4,4 gram iyi bitümen kömür aynı miktarda, yani 120.000 Joule enerji içeriğine sahiptir. Ortalama %30 verimle çalışan bir kömür santralinde bu miktar enerji 13,2 gram kömür yakılarak elde edilebilir⁸².

Enerjinin üretiminde olduğu kadar, tüketim noktasındaki yoğunluk da dikkate alınmalıdır. Ortalama bir çamaşır makinesinin 3000 W'lik bir güce ihtiyacı olduğu varsayılırsa, bu makinenin bir saat çalışmasını sağlayacak elektrik enerjisi*** için yaklaşık 90 m² güneş paneline ihtiyaç bulunmaktadır. Elbette bir evin toplam güç gereksinimi hesaba katıldığı zaman, ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi miktarı daha da büyük olacaktır. Örneğin, ABD'de 400 m² büyüklüğündeki bir evde süper dondurucudan elektrikli ev ocaklarına, klima ve ses sistemlerine kadar uzanan elektrikli aletlerinin toplam kurulu gücünün 30.000 W'yi aştığı düşünülürse, ağır sanayi tesislerinin yüksek enerji ihtiyacı hesaba katılmadan bile enerji yoğun modern yaşam ve yenilenebilir enerji akımları arasındaki fark daha iyi anlaşılabilir⁸³. 400 m² büyüklüğünde ve 30.000 W gücünde elektrikli alete sahip bir evin metrekaare başına

⁸¹ The Economist, "Cleaning Up: Sunlit Uplands", **A Special Report on Business and Climate Change**, 2ND-8TH JUNE 2007, p.20.

* Elektriksel Enerji (Joule)=Elektriksel Güç (Watt) x Zaman (saniye), 33,3 W x 3600 s = 119.880 J

** 75 x 3600 = 270.000 J

⁸² Vural Altın, "Enerji", **Bilim Teknik Dergisi Eki**, Sayı 410, Ocak 2002, s.9.

*** 3000 W gücündeki bir çamaşır makinesi gücün fiziksel tanımına göre saniyede 3000 J enerji tüketmektedir. Böyle bir makine 1 saatte 3 kW (kilowatt-saat) elektrik, 3000 x 3600 = 10.800.000 Joule enerji tüketir.

⁸³ Vaclav Smil, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, London, The MIT Press, 2005, p.57.

güç ihtiyacı, 75 W'ye tekabül etmektedir. Enerji kaynak ve akımlarının güç yoğunlukları yanında, enerjinin tüketiminde ortaya çıkan güç yoğunluğu değerleri yüksek ve kesintisiz enerji tedarikini modern yaşamın temel özelliği haline getirmiştir. Bu çerçevede enerji tüketiminde gelişmiş ülkelerde konutlar, ofis, küçük üretim tesislerindeki enerji tüketimi için 20-100 W/m² olan güç ihtiyacı, süper marketler ve ofis binalarında 200-400 W/m², çelik üretimi yapan fabrikalarda ve rafinerilerde 300-900 W/m², gökdelenlerde ise 3000 W/m²'ye kadar yükselmektedir. Bu durum karşısında, günümüzdeki yüksek yoğunluklu enerji ihtiyacının karşılanmasında büyük miktarda enerjinin yoğunlaştığı enerji kaynakları olan fosil yakıtlar ve nükleer fisyon enerjisi, ideal kaynaklar olarak ön plana çıkmaktadır⁸⁴.

Yoğun bir enerji formu olmayan rüzgâr enerjisinin fiziksel durumu ise rüzgâr santrallerinin gelişimini değerlendirilerek özetlenebilir. 1980'li yıllarda 50 kW (Kilowatt-binwatt) olan rüzgâr tribünlerinin kapasitesi 2003 yılında 5000 kW yani 5 MW'ye (Megawatt-Milyonwatt) kadar yükselmiş; ve 100 katlık bir artış göstermiştir⁸⁵. Günümüzde Avrupa'da, 80 m (metre) kule yüksekliğine sahip tribün kanatlarının 90 m çaplı bir daire alanını süpürdüğü 3 MW'lik rüzgâr tribünleri üretilmektedir⁸⁶. Alman Repower şirketi ise, bugüne kadar yapılmış en büyük rüzgâr tribünlerinden biri olan 5 MW'lik, 100-120 m kule yüksekliği ve 126 m kanat süpürme alanına sahip rüzgâr tribününün üretimini gerçekleştirmiştir⁸⁷. Bu derecede büyük tribünlerin ortalama ağırlıkları 160 ila 235 ton arasında değişmektedir⁸⁸. Artan kule yükseklikleri ve ağırlıkları, bu tip tribünlerin üretilmesinde ortaya bazı teknik ve fiziksel zorluklar ortaya çıkarmakta, rüzgâr tribünlerinin büyüme potansiyellerinin önüne bir sınır çekmektedir. Bu derece büyük tribünlere karşın 600 MW'lik orta büyüklükte bir kömür santralının toplam kapasitesine sahip bir rüzgâr santral kompleksi için 120 adet tribüne ihtiyaç bulunmaktadır.

⁸⁴ A.e.,p. 241.

⁸⁵ European Wind Energy Association (EWEA), "Wind Energy Facts:An Analysis of Wind Turbines in the EU-25", (Çevrimiçi) <http://www.ewea.org/index.php?id=33>, 15 Mart 2008, p.15.

⁸⁶ VESTAS, "V90-3.0 MW:An Efficient Way to More Power", (Çevrimiçi) <http://www.vestas.com/en/wind-power-solutions/wind-turbines/3.0-MW.aspx>,8 Mart 2008.

⁸⁷ RePower, "RePower 5M", (Çevrimiçi) <http://www.repower.de/index.php?id=237&L=1>,11 Mart 2008.

⁸⁸ VESTAS,a.g.e.

Rüzgâr tribünlerinin çalışması ilk olarak rüzgârın esiş hızına bağlı olduğu için, ancak belirli hızlarda enerji üretimi mümkün olabilmektedir. Örneğin, Vestas şirketi tarafından üretilmiş 3 MW'lık dev tribün çalışabilmesi için minimum 4 metre/saniye rüzgâr hızına ihtiyaç duymakta, 25 metre/saniyelik rüzgar karşısında tribünün enerji üretiminin durdurulması gerekmektedir⁸⁹. Güneş ve rüzgâr akımlarında görülen düşük yoğunluğa ek olarak, yenilenebilir enerji kaynakları ile üretim yapan santraller, yıl boyunca kısıtlı zaman dilimlerinde çalıştırılabilmektedir. Buna göre, termal santraller (kömür, linyit, nükleer gibi) toplam 8760 saatin bulunduğu bir yıllık zaman diliminde 6000 ila 8000 saat üretim yapabilirken, hidrolik santraller su ve yağış rejimine bağlı olarak en fazla 4000 saat, rüzgâr santralleri ise 2000-2500 saat üretim yapabilmektedir⁹⁰. Bu durum, fosil yakıtlar başta olmak üzere yenilenemeyen enerji kaynaklarının miktarını bir zaman periyodu itibarıyla sınırlayan zaman faktörünün, yenilenebilir enerjilerin akım değerleri üzerinde zamanın belli bir noktası itibarıyla bir sınırlama getirdiği şeklinde yorumlanabilir.

Merkezi bir enerji sisteminde, doğal olarak enerjinin üretim bölgelerinden tüketim noktalarına iletimi ve dağıtımı önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum, özellikle daha yoğun enerji formları olarak fosil yakıtlar ve nükleer enerjinin tedarik sisteminde etkili olmakta ve yenilenemeyen kaynaklar ve yenilenebilir akımlar arasındaki diğer bir farkı oluşturmaktadır. Örneğin, ABD'de fosil yakıtların üretimi için gerekli olan alan 1000 km² iken, iletim hatları için 30.000 km² alana ihtiyaç duyulmaktadır⁹¹. Özellikle fosil yakıtlar söz konusu olduğunda, bir yakıtın normal şartlar altında bulunduğu fiziksel faz (katı, sıvı ya da gaz) söz konusu yakıtın tedarik sisteminin oluşumunu etkilemektedir. Aynı şekilde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının diğer fiziksel özellikleri, üretim, iletim, depolama, dağıtım ve tüketim gibi enerji sisteminin diğer faaliyetleri açısından önem arz etmektedir.

⁸⁹ A.e.

⁹⁰ Selçuk, a.g.m., s.16.

⁹¹ Smil, **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, p.242.

Ham petrol, enerji yoğunluğu yüksek bir yakıt olması yanında, normal şartlar altında sıvı fazda bulunuşu dolayısıyla, iletimi ve depolanması da kolay bir yakıttır. İletim ve depolama kolaylıkları nedeniyle, petrol ve petrol türevi yakıtlar, enerji sisteminde yer alan diğer enerji kaynak ve akımlarına üstünlük sağlamaktadır. Ham petrol, herhangi bir ek işleme ihtiyaç duymaksızın boru hatları ve tankerler vasıtasıyla iletilebilir. Petrolün tankerler vasıtasıyla taşınmasını sağlayan gelişmeler, petrol endüstrisinin kurulduğu ilk yıllardan itibaren onun küresel bir emtia haline gelmesinde etkili olmuştur⁹². Bunun yanında, petrolün fiziksel özellikleri yakıtın boru hatları ile iletimini kolaylaştırabilmektedir. Örneğin, yüksek kaliteli olarak değerlendirilen Libya ve Cezayir kaynaklı Kuzey Afrika ham petrolü, -21 C ° ila -36 C ° de dahi akışkanlığını koruyabilmektedir⁹³.

Petrolün temel fiziksel özellikler bakımından diğer yakıtlar karşısındaki üstünlüğü, üretiminden tüketimine kadar geçen süreçte uygulanması gereken işlemleri de kolaylaştırmaktadır. Ham petrol, petrol kuyularından işleneceği rafinerilere kadar geçen süreçte %99,5 ila %97 verimliliklerle iletilebilmektedir. Bu durumun anlamı, petrolün başlangıçtaki enerji içeriğinin ancak %3'ünün çıkarma ve iletim safhalarında harcandığıdır. Petrol rafinerileri ise, orta kalitedeki ham petrol girdisinin %4 ila %10'unu enerji olarak tüketmektedir. Pazarlara sunulacak petrol ürünleri, kuyulardan tüketim noktalarına kadar %80 hatta %90 verimliliklerle iletilebilmektedir⁹⁴. Petrolün üretim ve iletim zincirindeki bu verimlilik bile, petrol endüstrisinin kâr marjlarını açıklamakta yeterlidir.

Oda sıcaklığında gaz halinde bulunan doğal gazın ise, iletim ve depolama zorlukları bulunmaktadır. Doğal gazın iletimi genellikle boru hatları ya da sıvılaştırılarak tankerler vasıtasıyla gerçekleştirilir. Boru hatları ile iletilen doğal gazın, içindeki aşındırıcı bileşiklerinden arındırılması gerekir. Bununla beraber, gaz sızıntısını engelleyen ve gazın iletimini sağlayan pompaların bulunduğu basınçlı boru

⁹² Yergin, a.g.e., s.66.

⁹³ Smil, **Energy in Nature and Society:General Energetics of Complex Systems**, p.211.

⁹⁴ Smil, **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, p.76.

hatlarına ihtiyaç vardır⁹⁵. Boru hattı boyunca doğal gazın hareketini sağlayan pompalama istasyonlarına da ihtiyaç bulunmaktadır. Bu istasyonların çalışması için gerekli enerji, genellikle hat boyunca iletilen doğal gaz kullanarak üretilir⁹⁶. Doğal gazın boru hattı boyunca pompalanması, ham petrole nazaran yaklaşık olarak 3 kat daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır⁹⁷. Üretim ve tüketim bölgeleri arasındaki mesafe ve boru hattı sisteminin büyüklüğü göz önünde bulundurulursa, geniş bir doğal gaz iletim sisteminin tüketmiş olduğu doğal gaz, önemli boyutlara yükselebilmektedir. Örneğin, Batı ülkelerine göre daha eski ve verimsiz çalıştığı iddia edilen Rus doğal gaz şirketi Gazprom'un doğal gaz iletim sistemi, yılda 42 milyar m³ ile Türkiye'den daha fazla doğal gaz tüketmektedir⁹⁸.

Doğal gazın tankerler vasıtasıyla iletimi ise gazın sıvılaştırılmasını gerekli kılar. Sıvılaştırılma işlemi için doğal gazın kaynama sıcaklığı olan -161,5 C^o ye kadar soğutulması gereklidir. Bu sayede gaz sıvı hale geçerek, gaz halindeki 600 kat daha az hacim kaplar⁹⁹. Sıvılaştırılmış doğal gazın (LNG) özel olarak inşa edilmiş tankerlerle taşınması ve iletim noktalarında tekrar gazlaştırılması, doğal gaz tedarik zincirinin diğer bir farklı yönünü temsil etmektedir.

Petrol ve doğal gazın normal şartlar altında farklı fiziksel fazda bulunması, bu iki fosil yakıtın enerji sistemi içindeki tedarik zincirinin birbirinden tamamen farklı olması sonucunu doğurur. Petrolün fiziksel özellikleri onun küresel bir yakıt olmasını sağlayan en önemli nedenlerden biri olarak görülebilir. Örneğin 2005 yılında üretilen petrolün %61'i, doğal gazın %26'sı ihraç edilmiştir. İhraç edilen doğal gazın ise, büyük bölümü boru hatları vasıtasıyla yapılmış, doğal gaz ihracatının ancak %26'sı tankerler vasıtasıyla gerçekleşmiştir¹⁰⁰. Bu durumun doğal sonucu olarak, küresel bir

⁹⁵ Yücel, **a.g.e.**, s.255.

⁹⁶ NaturalGas.org, "The Transportation of Natural Gas", (Çevrimiçi) <http://www.naturalgas.org/naturalgas/transport.asp>, 07 Mayıs 2008.

⁹⁷ Smil, **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, p.47.

⁹⁸ IEA, **Optimising Russian Natural Gas:Reform and Climate Policy**, Paris, OECD/IEA, 2006, p.37.

⁹⁹ RWE, "World Energy Report 2005:Determinants of Energy Prices", (Çevrimiçi) <http://www.rwe.com/generator.aspx/property=Data/id=266754/worldenergyreport.2005.pdf>,4 Şubat 2006., p.39.

¹⁰⁰ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2006", pp.20,30.

petrol pazarından bahsetmek mümkün iken, dünya doğal gaz piyasası, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa, Doğu Asya ve Avustralya olmak üzere dört temel bölgeye ayrılmıştır¹⁰¹.

Kömürün temel fiziksel özellikleri, kömür madenciliğini ham petrol üretimine göre daha enerji yoğun bir iş haline getirmektedir. Örneğin, yer altındaki kömürün enerji içeriğinin yaklaşık %10'u kömürün çıkarılması esnasında harcanan enerjiye tekabül etmektedir. Kömürün, yüzeyde yer alan açık bir madenden yakındaki bir santrale iletimi, kömürün enerji içeriğinin %1'ine mal olurken, eğer söz konusu derin bir maden ve uzak bir tüketim merkezi ise, iletilen kömürün toplam enerji içeriğinin yaklaşık %15'i kömürün iletimi için harcanmaktadır¹⁰². Günümüzde, kömür büyük oranda dev kömür yataklarının yanına kurulmuş, veya kömür tedariki demir yolu vasıtasıyla sağlanan elektrik santralleri tarafından tüketilmektedir¹⁰³. Kömürün su ile karıştırılarak boru hatları vasıtasıyla iletimi de bir yöntem olarak kullanılmaktadır¹⁰⁴. Uluslararası ticarete konu olan kömürün payı, diğer fosil yakıtlara oranla daha azdır. Örneğin, 2006 yılında Dünya'da 5,3 milyar ton taş kömürü, 914 milyon ton linyit üretimi gerçekleştirilmiştir¹⁰⁵. Buna karşın, toplam taş kömürü üretiminin ancak %15'i uluslararası ticarete konu olmuştur. Bu ticaretin yaklaşık % 90'ı deniz yoluyla gerçekleştirilmiştir¹⁰⁶.

Nükleer fisyon enerjisi ise, başta nükleer yakıt çevrimi olmak üzere enerji sisteminin bütünüyle farklı bir bölümünü oluşturmaktadır. Günümüzde nükleer fisyon enerjisinin başlıca yakıtı olan uranyum elementinin nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılabilmesi için, madencilik faaliyetleri, arıtma, dönüşüm, zenginleştirme ve yakıt çubuklarının üretimi gibi nükleer yakıt çevriminin temel aşamalarını içeren işlemlere ihtiyaç vardır. Radyoaktif uranyum elementinin fiziksel özellikleri, doğal

¹⁰¹ RWE, **a.g.e.**, p.38.

¹⁰² Smil, **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, p.76.

¹⁰³ **A.e.**, p.15.

¹⁰⁴ World Coal Institute, "Coal Transportation", (Çevrimiçi) <http://www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?PageID=93>, 7 Mayıs 2008.

¹⁰⁵ World Coal Institute, "Coal Facts 2007", (Çevrimiçi) <http://www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?ID=188>, 7 Mayıs 2008.

¹⁰⁶ World Coal Institute, "Coal Transportation".

olarak nükleer yakıt çevriminin ana aşamalarını belirler. Uranyum elementinin doğada genellikle oksijen ile kurmuş olduğu bileşiklerin en kararlılarından biri olan Tri uranyum oktosidin (U_3O_8) uranyum madeninden çıkarılması, arıtılarak sarı pasta üretimi*, sarı pastanın gazlaştırılarak uranyum oksit (UO_2) veya uranyum hekzaflorid (UO_8), üretimi, daha sonra eldeki bileşiğin içindeki fisil olan Uranyum 235 izotopu miktarının artırılmasını amaçlayan zenginleştirme işlemi, ve nükleer santralin çekirdeğinde kullanılacak yakıt çubuklarının üretimi, basit olarak, uranyumun madenden nükleer santrale kadar olan yolculuğunun temel aşamalarını oluşturmaktadır¹⁰⁷. Harcanmış yakıtın depolanması veya tekrar işlemde geçirilerek arzu edilen bileşenlerin yakıttan ayrılarak tekrar kullanılması, nükleer yakıt çevriminin diğer safhalarıdır. Doğada bulunan uranyumun ancak %0,7'si fisil olan Uranyum 235 izotopundan oluşması nedeniyle yakıt olarak kullanılacak uranyumu elde edebilmek için, büyük miktarda doğal uranyumu işlemde geçirmek gerekmektedir. Örneğin, açık bir nükleer yakıt çevriminde nükleer santralde kullanılacak nitelikte 1 tonluk yakıt üretimi için, yaklaşık 10 ton doğal uranyuma ihtiyaç bulunmaktadır¹⁰⁸.

1.2.6. Modern Enerji Sistemi ve Sınırlar

Modern enerji sistemini oluşturan enerji kaynaklarının fiziksel olarak değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan ilk ayırım, enerji kaynakları arasındaki asimetric ilişkidir. Modern ekonomik sistemin iki önemli enerji kaynağından birincisi olan yenilenebilir akımlar (güneş ışığı, rüzgâr, hidrolik gibi) yoğun olmayan kaynaklar iken, fosil yakıtlar ve nükleer enerji yoğun olmalarına karşın yeryüzünde sınırlı miktarda bulunmaktadır. Enerji sistemini oluşturan kaynak ve akımlar arasındaki bu durum, modern ekonomilerin biri akım-limitli (yenilenebilir akımlar),

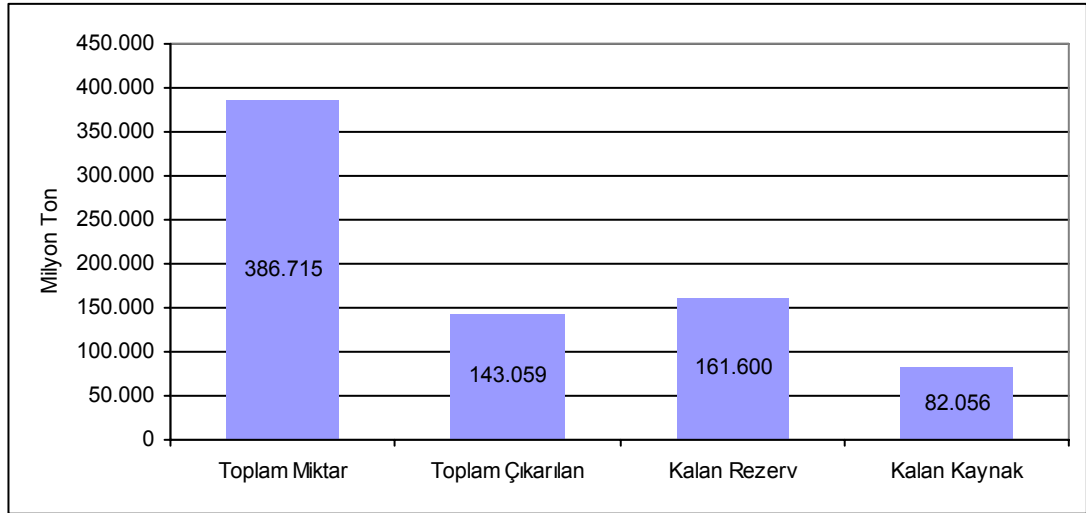
* Sarı pasta (yellow cake), uranyumdan elde edilen ve uranyumun metal haline gelmeden önceki uranyum oksidi yaklaşık %80'e kadar yükseltilmiş maden filizidir. Sarı pastanın %99'u U^{238} den oluşmaktadır. Sarı pasta daha sonra özel işlemlerden geçirilerek toz haline getirilir.

¹⁰⁷ CAMECO, "Uranium 101", (Çevrimiçi) [http // www.cameco.com/uranium_101](http://www.cameco.com/uranium_101), 7 Mayıs 2008, pp.6,9.

¹⁰⁸ Massachusetts Institute of Technology (MIT), "The Future of Nuclear Power:An Interdisciplinary MIT Study", (Çevrimiçi) [http//web.mit.edu/nuclearpower](http://web.mit.edu/nuclearpower), 5 Mayıs 2008, p.30.

diğeri stok-limitli (fosil yakıtlar ve nükleer enerji) olmak üzere iki temel enerji kaynağına bağımlı olduğu şeklinde açıklanmaktadır¹⁰⁹.

Bu ayrıma göre, akım-limitli kaynaklar sınırsız akım değerlerine sahip olmalarına karşın, sabit ve limitli oranlarda kullanılabilirler. Örneğin, fotovoltaik güneş pillerinin, ışık kaynağı milyarlarca yıl daha parlamaya devam edecek Güneş'dir. Buna karşın yeryüzüne ulaşan Güneş ışığı sabit değerdedir ve ancak günün belirli saatlerinde güneş pilleri enerji ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde enerji dönüşümü gerçekleştirebilir. Buna karşın, stok-limitli kaynaklar istenilen oranlarda kullanılabilen ancak doğada sınırlı miktarda bulunan kaynaklardır. Örneğin, 1 ton kömür yakıt olarak birkaç saat içinde de bir yıl süresince de yakıt olarak ısınma ihtiyacını karşılayabilir¹¹⁰.



Grafik 1.3
Dünya Konvansiyonel Ham Petrol Rezervleri 2005 Yılı Sonu

Toplam Miktar:Yerkabuğunda Bulunan Toplam Miktarı

Toplam Çıkarılan:2005 Yılı Sonuna Kadar Yerkabuğundan Çıkarılan Toplam Miktar

Kalan Rezerv:Var Olan Teknoloji ve Ekonomik Koşullar Gereği Kesin Olarak Bilinen Miktar

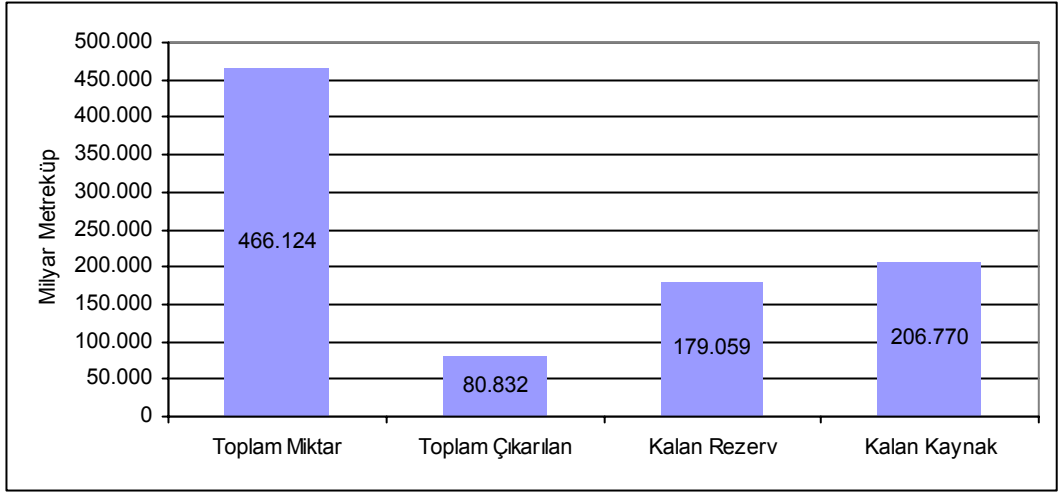
Kalan Kaynak:Var Olan Teknolojik ve Ekonomik Koşullar Gereği Bulunması Yüksek Olasılıklı Miktar

Kaynak: BGR, "Brief Study Reserves,Resources and Availability of Energy Resources 2005", (Çevrimiçi) <http://www.bgr.bund.de>, 11 Şubat 2006, p. 45'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

¹⁰⁹ Roegen, a.g.e., pp.303,304.

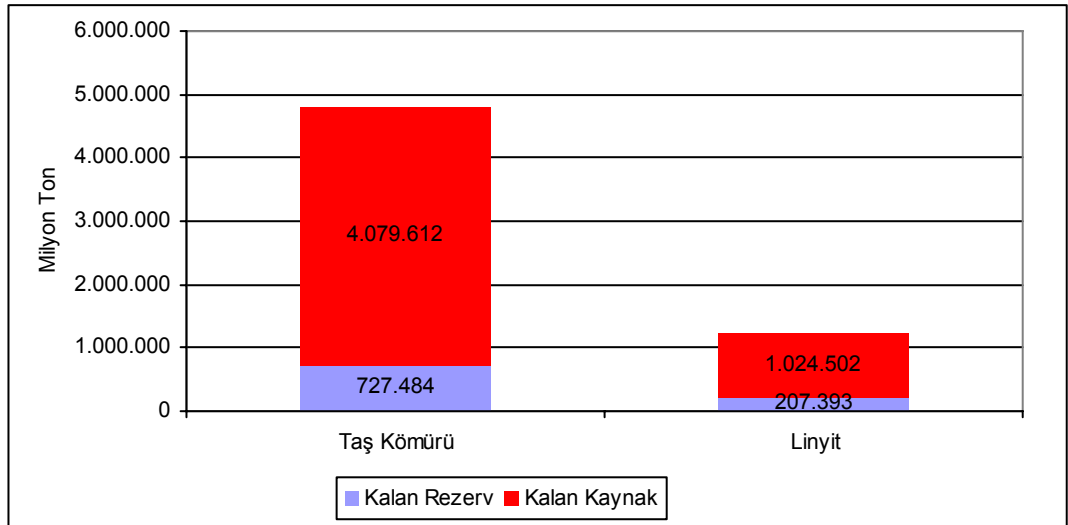
¹¹⁰ Gowdy, a.g.e., p.xxiii.

Modern enerji sistemi büyük oranda yenilenemeyen enerji kaynaklarına dayalı olarak işlemektedir. Bu sistemin yükünü çeken fosil yakıtlar ise doğada sınırlı miktarda bulunmaktadır. Fosil yakıtların kabul edilebilir zaman sınırı içinde yenilenmeleri mümkün olmadıkları göz önünde bulundurulursa, yeryüzünde petrol, doğal gaz ve kömür rezervlerinin belli bir sınırı olduğunu kabul etmek gerekmektedir (Grafik 1.3, 1.4, 1.5).



Grafik 1.4
Dünya Konvansiyonel Doğal Gaz Rezervleri 2005 Yıl Sonu

Kaynak: BGR, a.g.e., p.54'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 1.5
Dünya Kömür Rezervleri 2005 Yıl Sonu

Kaynak: BGR, a.g.e., pp. 60,69'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Enerji formları arasında termodinamik yasaların sınırlarına yaklaşan daha verimli dönüşümlerin başarılması ya da enerjinin çok daha etkin kullanılması, söz konusu kaynakların ömrünü uzatabilir. Ancak bu durum, yer kabuğunda fosil yakıtların sınırlı miktarda bulunduğu gerçeğini değiştirmeyecektir. Buna karşın enerji sistemi, fosil yakıtların tamamı tükenmeden bir dönüşüm yaşayarak daha farklı enerji kaynaklarını (çok daha gelişmiş yenilenebilir veya nükleer teknoloji gibi) kullanabilecek bir yapıya kavuşabilir. Ancak, şimdilik fosil yakıtlar üzerine kurulu modern enerji sisteminin sürdürülebilir olmadığını söylemek mümkündür¹¹¹.

Enerji kaynaklarına fizik bilimi başta olmak üzere tabiat bilimleri açısından yaklaşım ve soyut bir kavram olarak enerjinin matematiksel büyüklüklere sahip enerji birimleri ile ifade edilmesi, kuşkusuz enerji sistemini oluşturan unsurların karşılaştırılmalarını kolaylaştırmaktadır. Ancak, farklı enerji formları arasındaki dönüşümün ortak bir fiziksel büyüklük kullanarak enerji birimleri şeklinde ifade edilmesi, enerji sisteminin niteliksel değerlendirilmesinin ihmal edilmesine neden olmamalıdır. Standart birimlerin enerji kaynak ve akımlarının enerji içeriklerinin karşılaştırılmasında oynadıkları rol, aynı kaynak ve akımların nitelik farklılıklarını ortaya koymakta yetersiz kalmaktadır¹¹². 3 kg yaş odun, 1 kg bitümen kömür, 3 yetişkinin 3 günlük yiyecek ihtiyacı ya da güneşli bir günde 1 sn'de 1 hektarlık mısır tarlasına düşen güneş ışığının enerji içeriği aynıdır ve 30 MJ'dür¹¹³. Ancak, bu enerji kaynak ve akımlarının fiziksel büyüklüklerinin dışında enerjinin çevresel, ekonomik ve sosyal gibi diğer boyutları da göz önünde bulundurulmalıdır. Fiziksel boyut açısından uygun olan bir kaynak, enerjinin diğer boyutları düşünüldüğünde bazı olumsuzluklar taşıyabilir. Stok limiti göz önünde bulundurulduğunda, daha uygun olan bir enerji kaynağı diğer yakıtlara tercih mi edilmelidir? Fosil yakıtların yüksek enerji yoğunlukları, söz konusu yakıtlar karşısında yenilenebilir akımların bir kenara bırakılmasına neden olmalı mıdır? Bu gibi sorular, enerji sistemi ile ilgili yapılacak değerlendirmelerde enerjinin diğer boyutlarının da dikkate alınması gereğini ortaya çıkarmaktadır.

¹¹¹ Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, p.204.

¹¹² Smil, *Energy in World History*, p.8.

¹¹³ Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, p.15.

1.3. ÇEVRESEL BOYUT

1.3.1. Enerji ve Çevre

Modern yaşamın gerektirdiği konfor, refah ve zenginliğin, biyosferin dengesini bozmadan ve ekosistemdeki diğer türlerin yaşam alanlarına zarar vermeden sürdürülmesi, insanoğlunun çözmesi gereken temel problemlerden biri olarak ortaya çıkmaktadır¹¹⁴. Doğal çevreye verdikleri zarardan dolayı, (ormansızlaştırma, erozyon, toprakta tuzlanma ve verimlilik kaybı, yaşam alanlarının yok edilmesi, aşırı avlanma, su kaynaklarının yanlış yönetimi, aşırı nüfus artışı gibi) varlıklarını sürdüremeyen geçmiş medeniyetlerle ilgili yapılan çalışmalar, insan ihtiyaçları ile biyosferin taşıma kapasitesi arasında bir denge kurulması gerekliliğini ön plana çıkarmıştır¹¹⁵. Günümüzde, insanoğlunun doğal çevre üzerindeki etkisi, geçmiş dönemlerin ötesine geçmiş ve biyosferin doğal kuvvetleri ile boy ölçüşmeye başlamıştır (Tablo 1.6).

Tablo 1.6
Yeryüzünde Yıl Boyunca Taşınan Toprak ve Kaya Miktarı

Kuvvetler	Miktar (Milyar Ton)
Rüzgâr Erozyonu	1,0
Buzullar	4,3
Dağ Oluşumu	14
Okyanus Volkanları	30
İnsanoğlu Tarafından	42
Su	53

Kaynak: McNeill, a.g.e., p.30'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Doğal çevreden temin edilen kaynaklar arasında, enerji ilk sırada gelmektedir. Enerjinin doğal çevreden tedarik edilmesi ise, bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu etkiler, farklı enerji sistemleri için farklı boyut ve derecede

¹¹⁴ Redman, a.g.e., p.3.

¹¹⁵ Jared Diamond, **Collapse:How Societies Choose to Fail or Survive**, England, Penguin Books, 2006, p.6.

hissedilmektedir. Fosil yakıtlardan önce, büyük ölçüde biyokütleyle dayalı enerji sistemi, ormanların büyük bir hızla tükenmesine neden olmuştur¹¹⁶. Geçmişte, diğer bir önemli hammadde ve enerji kaynağı olarak kullanılan balina yağına olan ihtiyaç, aşırı avlanmaya neden olmuş; ve bir çok balina türünü yok olmanın eşiğine getirmiştir¹¹⁷. Buhar makinesi, içten yanmalı motor ve elektriğin enerji sistemine katılımından önce, kara yolu ulaşımının ve tarımdan sanayiye kadar üretim süreçlerinin temel güç kaynağı olarak kullanılan ehlileştirilmiş hayvanlar ise, beslenme ve atık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Örneğin İngiltere’de Kraliçe Victoria döneminde Londra’da bulunan at sayısı 300.000’e yükselmiştir. Bu kadar büyük sayıda atın beslenmesi ve üretilen gübre ve dışkı ile ilgilenilmesi önemli bir problem olarak ortaya çıkmıştır¹¹⁸. 19. yüzyıl başlarında Britanya’da kasaba ve şehirlerde, yılda 10 milyon ton gübre birikmektedir. New York sokaklarında, büyük ölçüde ağır çalışma koşulları ve kötü beslenme neticesinde telef olan 15.000 atla ilgilenilmesi gerekmiştir. 1900 yılında, ABD’de ekilebilir arazinin dörtte birinden elde edilen ürün, atlar tarafından tüketilmiştir¹¹⁹.

Tablo 1.7
Yakıt Emisyon Değerleri (1kg/milyar kcal)

Kirletici Maddeler	Doğal Gaz	Fuel Oil	Kömür
Karbondioksit (CO ₂)	210.600	295.200	374.400
Karbonmonoksit (CO)	72	59,4	374,4
Azot Oksitler (NO _x)	165,6	806,4	822,6
Kükürtdioksitler (SO ₂)	1,8	2019,6	4663,8
Partikül Maddeler	12,6	151,2	4939,2
Civa	0	0,0126	0,0288

Kaynak: ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, “Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubu Raporu”, Ankara 2005, (Çevrimiçi) <http://www.ressiad.org.tr/doc/iddk.doc,12.01.2006,s.60>’dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Modern enerji sistemi, daha önceki enerji sisteminin olumsuzluklarını ortadan kaldırmış; fakat başka sorunları ortaya çıkarmıştır. Günümüzde, fosil yakıtların üretimi, iletimi ve yakılması, nükleer enerji ve hidrolik kaynaklardan elektrik üretimi bazı istenmeyen çevresel etkileri beraberinde getirmiştir.

¹¹⁶ Jean Gimpel, **Ortaçağda Endüstri**, Çev.Nazım Özüaydın, 5.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2004, p.77.

¹¹⁷ Pointing, **a.g.e.**, pp.186,187.

¹¹⁸ Smil, **Energy in World History**, p.132.

¹¹⁹ Pointing, **a.g.e.**, pp. 274,358.

Fosil yakıtlarla ilgili en önemli çevre sorunu, yanma sonucu atmosfere salınan gaz ve partiküllerdir. İçten yanmalı motorlardan, elektrik üretimi yapan termik santrallere kadar fosil yakıtlar ve türevlerini kullanan tüm süreçler atmosferi kirleten gaz ve partiküllerin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Yanma sonucu açığa çıkan kirleticiler, hava kalitesini doğrudan etkileyen emisyonlar ve sera gazı emisyonları olarak iki kategoride değerlendirilmektedir. Kükürtdioksit (SO₂), nitrojen oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO), partikül maddeler (kül, kurum, toz ve metalik partiküller), ve ozon (O₃), hava kalitesini doğrudan etkileyen emisyonlar içinde sayılmaktadır (Tablo 1.7). Karbondioksit (CO₂), metan* (CH₄), diazotoksit (N₂O), fosil yakıtların üretiminden tüketimine kadar geçen aşamalarda atmosfere salınan başlıca sera gazlarıdır¹²⁰.

Kömür, fosil yakıtlar içinde, SO₂ ve NO_x emisyonları açısından birinci sırada yer alır. 1 ton kömürün yakılması sonucu, kömürün kalitesine bağlı olarak 2-9 kg SO₂, 8-10 kg NO_x ve 10-20 kg kül açığa çıkmaktadır. Buna karşın, 1 ton fuel-oilin yakılması, 1-5 kg SO₂ emisyonuna neden olmaktadır¹²¹. Boyutları 500 µm'den (µm:mikrometre=10⁻⁶ metre) küçük olan tüm katı ve sıvı parçacıklar fosil yakıtların yanması sonucu oluşan partiküller arasında kabul edilmektedir. 10 µm olanlar kolayca solunmakta, 2,5 µm olan partiküller akciğer alveollerine kadar ulaşmaktadır¹²². Hava kalitesini düşüren tüm bu kirleticiler insan, hayvan ve bitkilerin yaşam ve sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir¹²³. SO₂ ve NO_x tipi kirleticiler, atmosferde gerçekleşen bir takım kimyasal reaksiyonlar sonucu sülfirik asit (H₂SO₄) ve nitrik asit (HNO₃) başta olmak üzere asite dönüşerek asit yağmurlarına neden olmaktadır. Asit yağmurları ise yalnız bitki örtüsü ve canlılar

* CH₄ kömürün oluşumu sırasında açığa çıkmakta ve kömür üretimi esnasında madenden atmosfere salınmaktadır. Bunun dışında CH₄ petrol ve doğal gazın temel bileşenlerinden birisidir. Doğal gazın yaklaşık %90'nını CH₄ oluşturmaktadır.

¹²⁰ Massachusetts Technology Collaborative Renewable Energy Trust, "What are emissions?", (Çevrimiçi) <http://www.masstech.org/cleanenergy/important/envemissions.htm>, 21 Ağustos 2001.

¹²¹ Necmettin Çepel, **Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri**, 1. Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2003, s.25.

¹²² Smil, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, p.106.

¹²³ Çepel, a.y.

üzerinde değil, metal, taş ve ahşap gibi malzemeler üzerinde de zararlı etkilere sahiptir¹²⁴.

CO₂, temel sera gazı olarak, karbon bazlı yakıtların yakılması sonucu açığa çıkmaktadır. İyi kalite kömürün %85'den fazlası karbondan oluşurken, ham petrolün %84-87'sini karbon oluşturmaktadır. Doğal gazın temel bileşeni olan CH₄ ise, %75 oranında karbondan oluşmaktadır¹²⁵. Karbon oranı yüksek olan yakıtların CO₂ emisyonları da yüksek olmaktadır. Örneğin, AB'de yakıt olarak kömür ve linyit kullanan elektrik santralleri arasında en yüksek CO₂ emisyonlarına sahip 30 elektrik santrali kW's elektrik üretimi başına 624 ila 1350 gr CO₂ emisyonuna neden olmaktadır¹²⁶. Doğal gaz daha az karbon içerdiği için, doğal gaz kullanan termik santrallerinin CO₂ emisyonları daha düşüktür. Örneğin ABD'de bulunan doğal gaz santralleri ortalama olarak kW's başına 515 gr CO₂ emisyonu üretmektedir¹²⁷. Nükleer enerji endüstrisinin, yakıt çevriminin farklı aşamalarında üretmiş olduğu radyoaktif atıklar çevre açısından önem arz etmektedir. Uranyumun madenden çıkartılarak nükleer yakıtın üretimi, ve sonrasında kullanılmış yakıtın, santralden çıkartılıp tekrardan işlemden geçirilmesi ya da depolanması, nükleer yakıt çevriminin temel aşamalarını oluşturmaktadır. Nükleer yakıt çevrimi, kullanılmış yakıtla ilişkin yürütülen işlemler açısından iki kategoride değerlendirilmektedir. Açık yakıt çevriminde, kullanılmış yakıt bir kenara ayrılarak depolanmak için bekletilirken, kapalı yakıt çevriminde kullanılmış yakıt, içindeki kullanılabilir fisil materyallerin (filyon sırasında oluşan plutonyum gibi) ayrılması için çeşitli işlemlerden geçirilir. Nükleer yakıtın üretilmesi esnasında yürütülen işlemler de, çeşitli miktar ve derecede radyoaktif atıkların ortaya çıkmasında neden olmaktadır. Örneğin, ABD'de Shirley Basın uranyum madeni, 9640 ton uranyum üretmiş, buna karşın 106 hektar alanı kaplayan 7,1 milyon ton atığa sebep olmuştur. Bir nükleer santralde üretilen atıklar ise, düşük, orta ve yüksek radyoaktivite derecesine sahip atıklar olmak üzere üç

¹²⁴ Smil, **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, p.109,110.

¹²⁵ **A.e.**, p.214.

¹²⁶ World Wild Wife (WWF), "Dirty Thirty:Ranking of the Most Polluting Power Stations in Europe", (Çevrimiçi) http://assets.panda.org/downloads/european_dirty_may_2007.pdf, 11 Ağustos 2008, p.1.

¹²⁷ U.S Environment Protection Agency (EPA), "Natural Gas:Electricity from Natural Gas", (Çevrimiçi) <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html>, 13 Ağustos 2008.

kategoride değerlendirilmektedir. Düşük dereceli atıklar, düşük derecede radyoaktiviteyle temas etmiş materyallerden (önlük, tulum gibi personel giysileri, reaktör suyu ile temas etmiş pompalar, reaktör suyunun depolandığı konteynırlar gibi) oluşmaktadır. Bu tip atıkların, radyoaktiviteyi sızdırmayan bir ortamda 30 yıl kadar depolanması gerekmektedir. Orta dereceli radyoaktif atıklar, nükleer santraldeki yakıt ile birlikte kullanılan malzemelerdir. Nükleer reaktörün harcanmış yakıtı ve bu yakıtın kapalı tip yakıt çevriminde işlemde geçirilmesinden sonra kalanlar yüksek dereceli atıkları oluşturmaktadır. Yüksek derecede radyoaktiviteye sahip atıkların büyük bölümünü nükleer reaktörden çıkarılan katı haldeki harcanmış yakıt oluşturmaktadır. Eğer kapalı yakıt çevrimi söz konusu ise, harcanmış yakıt içinden ayrılan işe yarar radyoaktif elementlerin (plütonyum gibi) dışında kalan diğer ürünler de yüksek derecede radyoaktivite içermektedir. Nükleer reaktörlerin kullanmış olduğu teknolojiye bağlı olarak üretmiş oldukları atıklar farklılık göstermektedir. Tipik bir hafif su reaktörü, yılda; açık yakıt çevriminde 50-100 m³ hafif ve orta dereceli, 45-55 m³ harcanmış yakıt üretirken, kapalı yakıt çevriminde, 70-190 m³ düşük ve orta dereceli, 15-35 m³ yüksek dereceli radyoaktif atık üretmektedir¹²⁸. Düşük ve orta dereceli atıkların nükleer santral sahasında depolanması mümkündür. Ancak, yüksek dereceli atıkların uzun süre depolanma ihtiyacı bulunmaktadır. Dünya’da, yüksek dereceli atıkların uzun süre depolanmasını sağlayacak bir tesis bulunmamaktadır. ABD’de, nükleer atıkların depolanması için yürütülen Yucca Dağı Projesi, üzerinde en çok durulan uzun süreli atık depolama tesislerinden birisidir. 2007 yılında yapılan bir değerlendirmede, Yucca Dağı Projesi’nin, 1983’de inşaatın başlamasından 2133’de tesisin kapatılmasına kadar geçecek 150 yıllık süre için hesaplanan maliyeti 96,18 milyar \$’dır¹²⁹. Nükleer teknolojinin, askeri uygulamalardaki rolü, nükleer malzeme ve atık bilgilerine (özellikle harcanmış yakıt içinde bulunan plütonyumun askeri önemi yüzünden) ulaşılmasına engel olmakta; dünyadaki atık ve radyoaktif materyal miktarı hakkında ancak bazı tahminler yapılabilmektedir. AB Komisyonu için 2003 yılında hazırlanmış bir değerlendirme raporuna göre, AB’de nükleer santraller, 2000 yılı

¹²⁸ Nuclear Energy Agency, **a.g.e.**, pp.23-32

¹²⁹ U.S Department of Energy (DOE), “Analysis of the Total System Life Cycle Cost of the Civilian Radioactive Waste Management Program”, (Çevrimiçi) http://www.ocr.wm.doe.gov/about/budget/pdf/TSLCC_2007_8_05_08.pfd, 15 Ağustos 2008, p.v.

itibarıyla, yıllık 37.000 m³ (31.000 m³' ü düşük dereceli olmak üzere) atık üretmektedir. Üretilen atığın ancak 240 m³'ü yüksek derecede radyoaktivite içermektedir¹³⁰. Bu miktar AB'de yılda üretilen 1 milyar m³ endüstriyel atığa göre çok düşük bir miktardır¹³¹. Uluslararası Atom Enerji Ajansı'na (UAEA) göre ise, 2000 yılı itibarıyla nükleer santrallerin üretmiş olduğu yıllık atık miktarı 153.782 m³ düzeyindedir¹³². ABD devletlerinin santral filosu (ABD'de 2007 yılı itibarıyla 104 nükleer reaktor bulunmaktadır), 1968-2002 yılları arasında 47.023,4 ton harcanmış nükleer yakıt biçiminde nükleer atığa sebep olmuştur¹³³. Bu değer ABD'de nükleer santrallerin, yılda ortalama 1383 ton harcanmış yakıt halinde nükleer atık ürettiği anlamına gelmektedir. 1000 MWe kurulu gücüne sahip bir nükleer santralin, yılda ortalama 20,7 ton harcanmış yakıt ürettiği, buna karşın aynı miktar elektrik üretimi yapan bir kömür santralinin 300.000 ton kül ürettiği hesaplanmaktadır¹³⁴. Nükleer santraller atık miktarı bakımından avantajlı konumda bulunmasına karşın, nükleer atıkların içerdiği yüksek radyoaktivite dolayısıyla uzun süre depolanma ihtiyaçları bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Nükleer santraller, fosil yakıtların kullanıldığı termik santrallerden farklı olarak atmosferik kirleticiler ya da sera gazı emisyonlarına neden olmamaktadır. İngiltere'de bulunan Tornes Nükleer Santrali için yapılan çevre değerlendirme raporunda, yakıt çevriminin bütün aşamaları, göz önünde bulundurulmuştur. Bu rapora göre, söz konusu nükleer santral, faaliyeti sürecince üretmiş olduğu kWh elektrik başına 5,05 gr CO₂, 0,010 gr SO₂, 0,019 gr NO_x, emisyonuna neden olmuştur¹³⁵.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında çevresel açıdan en önemli etkiye hidroelektrik santraller sahiptir. Gerçekte, santralin kendisinden ziyade, büyük

¹³⁰ S.Webster, "Nuclear Safety and the Environment:Fifth Situation Report:Radioactive Waste Management in the Enlarged EU", February 2003, 15 Ağustos 2008, p.iv.

¹³¹ Nuclear Energy Agency, **a.g.e.**, p.33.

¹³² International Atomic Energy Agency (IAEA), "Estimation of Global Inventories of Radioactive Waste and Other Radioactive Materials", (Çevrimiçi) http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1591_web.pdf, 12 Ağustos 2008, p.11.

¹³³ Energy Information Administration (EIA), "Spent Nuclear Fuel", (Çevrimiçi) http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/spent_fuel/ussnfddata.html, 13 Ağustos 2008.

¹³⁴ EIA, "Nuclear Power and the Environment", (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuclearenvissues.html>, 13 Ağustos 2008.

¹³⁵ British Energy, "Environmental Product Declaration" (Çevrimiçi) http://www.british-energy.com/documents/EPD_Doc_-_Final.pdf, 12 Ağustos 2008, pp.14,16.

hidroelektrik santrallerin baraj gölleri, bir takım olumsuz etkilere sahiptir. Büyük baraj gölleri, üstünde buldukları akarsu rejiminde değişikliğe neden olmaktadır. Bölgede buharlaşmayı arttırmakta, baraj gölü çevresinde yer alan arazide tuzlanma ve çoraklaşmaya neden olmaktadır. Bölgenin rüzgâr, yağış ve sıcaklık gibi iklimsel değişkenlerinde bir takım etkilere yol açmaktadır. Baraj gölü nedeniyle yerleşim merkezleri olumsuz etkilenmekte ve geniş kitlelerin göç etmesine neden olan bu durum bölgede yaşayan insanları zor durumda bırakmaktadır¹³⁶. Son araştırmalar, baraj gölü içinde su altında kalan bitki örtüsünün başta CO₂ ve CH₄ olmak üzere sera gazı emisyonları neden olduğunu göstermektedir¹³⁷. Rüzgâr santrallerinin, ihtiyaç duyduğu geniş alanlar, yol açtığı gürültü ve görüntü kirliliği ve kuş ölümlerine neden olması gibi etkenler, rüzgâr santrallerinin çevresel açıdan olumsuz etkileri olarak sayılmaktadır. Görüntü kirliliği ve ihtiyaç duyulan geniş alanlar, güneş panellerinin de olumsuz etkileri arasında dile getirilmektedir¹³⁸. Fakat bu etkilerin fosil yakıt ve nükleer enerji endüstrisinin yol açtığı etkiler gibi büyük boyutlarda olmadığını kabul etmek gerekmektedir. Yukarıda açıklandığı gibi enerji tüketiminin günümüzün modern toplumları ile karşılaştırılamayacak derecede düşük olduğu sanayi öncesi devirde bile enerji sistemlerinin çevre üzerinde etkileri olmuştur. Günümüzde modern enerji sisteminin biyosfer üzerindeki etkileri, yenilenebilir enerji kaynaklarının neden olabileceği yerel bir takım rahatsızlıkların ötesinde biyosferin dengesini bozarak küresel bir iklim değişimini tetikleyebilecek boyutlara ulaşmıştır.

1.3.2. Küresel İklim Değişikliği

1.3.2.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

1990'lı yıllar bin yılın en sıcak on yılı, 20. yüzyıl da en sıcak yüzyılı olmuştur. 1990'larda yedi defa en sıcak yıl rekoru kırılmış ve 1998 yılı bin yılın en sıcak yılı

¹³⁶ Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), “ Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı:Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara,2001, (Çevrimiçi) <http://ekutup.dpt.gov.tr/enerji/oik585.pdf>, 12 Ağustos 2008, pp.5,6.

¹³⁷ Smil, **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, p.249.

¹³⁸ DPT, **a.g.e.**, pp.6,7.

olmuştur¹³⁹. Yeryüzündeki ortalama sıcaklıklardaki artışa, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (HİDP) iklim değişikliği üzerine yayınlamış olduğu son iki raporda da dikkat çekilmiştir. Kurumun 2007 yılında yayınlamış olduğu 4. değerlendirme raporuna göre, 1995-2004 yılları arasındaki 11 yıl, 1850 yılından beri ölçülen en sıcak 12 yıl arasında yer almıştır¹⁴⁰. Aynı kurumun bir önceki değerlendirme raporuna göre, küresel iklim değişikliği ile yakından bağlantılı olan küresel ısınma konusunda yapılan gözlemler, dünyamızın 20. yüzyıl boyunca 1901-2000 yılları arasında ortalama 0.6 C° düzeyinde bir sıcaklık artışı yaşadığını ortaya koymuştur¹⁴¹. Bu duruma ek olarak, yayınlanan 4. ve son rapora göre ise, 1906-2006 yılları arasında yeryüzündeki ortalama yüzey sıcaklığındaki artış devam etmektedir. Buna göre, 1906-2005 yılları arasındaki ortalama yüzey sıcaklığı artışı 0,74 C° dereceye yükselmiştir¹⁴².

HİDP'ye göre *iklim değişikliği* ifadesi, iklim sisteminin temel özelliklerinde (sıcaklık, yağış) istatistiksel çalışmalarla uzun bir zaman sürecince (on yıl ya da daha fazla) tespit edilebilmiş doğal ya da insan etkili değişimleri ifade etmektedir. HİDP'nin bu tanımında kullanılan insan etkisi vurgusu, genel olarak insan aktiviteleri ve iklim değişikliği arasındaki bağlantıyı kurmaktadır¹⁴³. Panel'in kabul etmiş olduğu bu tanım, 1992 yılında Birleşmiş Milletler'in Rio Zirvesi'nde kabul edilen, ve 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (İDÇS), iklim değişikliğini tanımlarken kullandığı, ve insan aktivitelerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak dünya atmosferinde neden olduğu değişimlere vurgu yapan tanımıyla da uyumludur¹⁴⁴. Bu anlamda, yeryüzündeki ortalama yüzey sıcaklığı, dünya enerji dengesindeki değişimin bir sonucu olarak artmaktadır. Küresel ısınma olarak adlandırılan bu süreç,

¹³⁹ Dinyar Godrej, **Küresel İklim Değişimi**, Çev. Ohannes Kılıçdağı, 1.Basım, İstanbul, Metis Yayınları, 2003, s.22.

¹⁴⁰ IPCC, "Climate Change 2007 Synthesis Report:Summary For Policymakers", (Çevrimiçi) http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr_syr_spm.pdf, 12 Mayıs 2008, p.2.

¹⁴¹ United Nations Environment Programme (UNEP), "Climate Change Information Kit", (Çevrimiçi) http://unfccc.int/files/essential_background/application/pdf/infokit_02.pdf, 30 Temmuz 2006, p.1.1.

¹⁴² IPCC, "Climate Change 2007 Synthesis Report:Summary For Policymakers", **a.y.**

¹⁴³ IPCC, "Climate Change 2007:Synthesis Report", (Çevrimiçi) http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf, 10 Haziran 2008., p.30.

¹⁴⁴ UNFCCC, "United Nations Framework Convention on Climate Change", (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>, 21 Temmuz 2008, p.3.

dünya enerji dengesinde meydana gelen değişimin doğal bir belirtisi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan küresel ısınma, yaşanan doğal bir sorunun ilk belirtisi olarak görülmektedir¹⁴⁵. Günümüzde yapılan küresel iklim değişikliği tartışmalarında, insan aktivitelerinin ölçülen ortalama yüzey sıcaklıkları arasındaki bağlantı, ön plana çıkmaktadır. İlk olarak, yeryüzü ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışlar ve bu sıcaklık artışları ile büyük ölçüde insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan sera gazları arasındaki bağlantı, ikinci olarak ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışın iklim sistemleri üzerindeki etkileri, küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminin temelini teşkil etmektedir.

Ortalama yüzey sıcaklıklarındaki yükselmenin iklim sistemlerinde fiziksel değişimlere neden olduğu iddia edilmektedir. İklim sistemlerinde görülen bu fiziksel değişimlerin, diğer fiziksel ve biyolojik sistemleri etkilerken doğal olarak beşeri sistemleri de etkilemesi beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, gerçekleşen dönüşümlerin geri besleme yoluyla bu süreci hızlandıran bir takım sonuçlara yol açması, küresel ısınma ve iklim değişikliği tartışmalarında belirsizliği arttıran diğer unsurlar olarak ön plana çıkmaktadır. Örneğin, sıcaklık artışı sonucu eriyen ve ısıyı yayma özelliği, yani albedosu yüksek buzulların yerini alan su ve kara kütleleri, ısıyı daha çok emerek ısınma sürecini hızlandırmakta, buna karşın ısınma sonucu artan atmosferdeki su buharı miktarı, güneş ışığını daha iyi yansıtan ve soğumaya katkıda bulunan (bulutun cinsine bağlı olarak) bulut oluşumunu kolaylaştırmaktadır¹⁴⁶.

1.3.2.2. Temel Sera Gazları ve Etkileri

Güneş'den gelen ve görünür dalga boyunda bulunan ışığın %30'u atmosfer tarafından uzaya geri yansıtılır. Dünyamıza ulaşan ışığın bir bölümü atmosfer, bir bölümü de dünya yüzeyi tarafından emilir. Emilen enerjinin bir kısmı görünmez

¹⁴⁵ Mikdat Kadioğlu, **Küresel İklim Değişimi Ve Türkiye: Bildiğiniz Havaların Sonu**, 2.Basım, İstanbul, Güncel Yayıncılık, 2007, s.253.

¹⁴⁶ Nicholas Stern, "Stern Review: The Economics of Climate Change", (Çevrimiçi) [http // www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_Report.cfm.](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_Report.cfm), 12 Mayıs 2008, p.8.

dalga boyunda ışık olarak tekrar atmosfere geri verilir. Görünmez dalga boyundaki ışığın bir kısmı atmosfer katmanları tarafından emilirken bir kısmı atmosferin üst katmanlarını geçerek uzaya gider. Atmosferde bulunan bazı gazların, Güneş'den gelen görünür dalga boyundaki ışığa karşı daha geçirgen, fakat yeryüzünden yansıyan görünmez dalga boyundaki ışığa karşı daha az geçirgen olması nedeniyle dünyamız beklenenden daha fazla ısınmaktadır. Dünyamızın ısıl dengesini sağlayan bu doğal süreç, atmosferin sera etkisi olarak adlandırılmaktadır¹⁴⁷.

Bu etkiye neden olan temel sera gazları; su buharı, karbondioksit (CO₂), ozon (O₃), metan (CH₄) diazotoksit (N₂O), halokarbonlar ve diğer endüstriyel gazlardır. Endüstriyel gazların dışındaki gazlar, doğal olarak atmosferde bulunurlar ve atmosferin yaklaşık olarak %1'ini oluşturmaktadırlar. Atmosferdeki gazların sırasıyla %78 ve %21'ini oluşturan azot ve oksijenin sera gazı etkisi bulunmamaktadır¹⁴⁸. Buna karşın, su buharı, atmosferde sera gazı etkisi bakımından diğer bütün sera gazlarından 5 kat daha fazla ısı yutma kapasitesine sahiptir¹⁴⁹. Ancak, insan aktiviteleri, atmosferdeki su buharı miktarının doğrudan artmasına sınırlı derecede katkı yapmaktadır. İnsan faaliyetleri, dolaylı yollardan atmosferdeki su buharı miktarını etkileyerek küresel ısınmaya yol açmaktadır. İlk olarak, insan kaynaklı sera gazları neticesinde yükselen atmosfer sıcaklıkları, atmosferin daha fazla su buharını tutmasını neden olmaktadır. Ayrıca, havadaki su buharının artması sıcaklıkların daha da yükselmesine neden olarak pozitif bir geri besleme mekanizması oluşturmaktadır. İkinci olarak, insan kaynaklı önemli bir sera gazı olan CH₄, atmosferde az miktarda su buharı oluşumuyla sonuçlanan kimyasal tepkimelere maruz kalmaktadır¹⁵⁰. Bu açıdan su buharı, atmosferde sera etkisi bakımından en önemli bileşen olsa da, küresel ısınmaya neden olan insan kaynaklı bir sera gazından ziyade küresel ısınmanın neticesinde ortaya çıkan bir geri besleme olarak görülebilir.

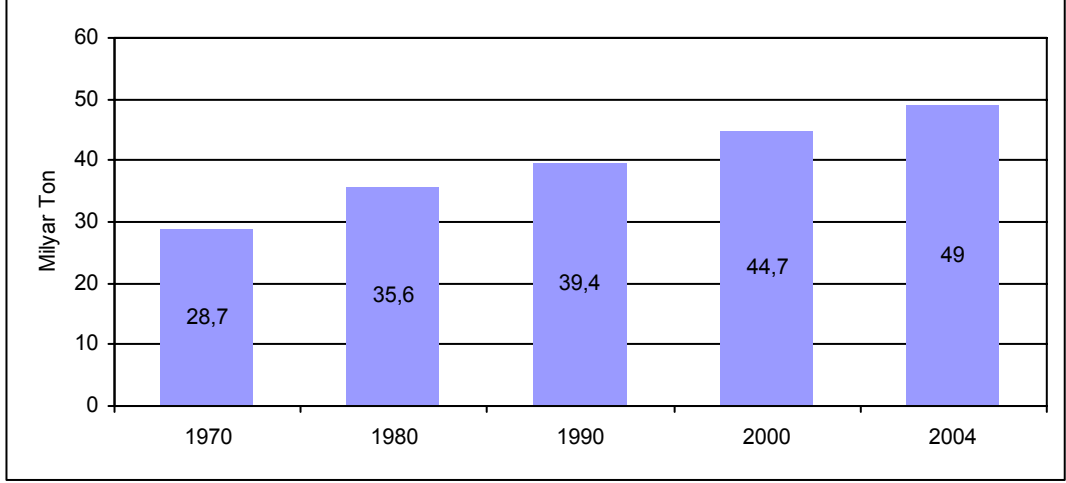
¹⁴⁷ DPT, "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı-İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu", (Çevrimiçi) <http://ekutup.dpt.gov.tr/cevre/oik548.pdf>, 30 Temmuz 2006, s.3.

¹⁴⁸ IPCC, "Climate Change 2007 Fourth Assessment Report Working Group I Report:The Physical Science Basis, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter1.pdf>, 11 Temmuz 2008, p.115.

¹⁴⁹ Kadioğlu, **a.g.e.**, s.68.

¹⁵⁰ IPCC, "Climate Change 2007 Fourth Assessment Report The Working Group I Report:The Physical Science Basis", p.135.

Temel sera gazlarının atmosfer içindeki konsantrasyonları, doğal sera etkisinin oluşumu için yeterlidir. Bu gazlar ve doğal sera etkisi dolayısıyla dünyamız 30 C° kadar daha fazla bir sıcaklığa sahiptir¹⁵¹.



Grafik 1.6
İnsan Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları 1970-2004

Kaynak: IPCC, “Climate Change 2007:Synthesis Report Summary For Policymakers”, p.5’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Sera gazı etkisi yaratan gazlardan farklı olarak, aerosoller, toplamda atmosferde soğutucu etkiye neden olmaktadır. Aerosoller, volkanik patlamalar gibi doğal nedenler yanında, fosil yakıtların yakılması gibi insan aktiviteleri sonucu atmosfere salınan farklı ebat ve kimyasal kompozisyona sahip bileşenlerdir. Aerosollerden bazıları ısıtmaya pozitif yönde katkı yaparken bazıları negatif yönde katkı yapmaktadır. Örneğin, özellikle volkanik patlamalar sonucu atmosfere püskürtülen sülfat bazlı aerosoller, stratosfere yükselerek 2-3 yıl gibi kısa sürede gelen güneş ışığını yansıtarak soğutucu yönde bir etki oluşturmaktadır. Ancak, Dünya genelinde böyle bir etkiyi yapacak volkanik bir patlama, 1991 yılındaki Pinatubo Yanardağı’ndan beri yaşanmamıştır¹⁵². Aerosollerin ömürleri sera gazlarına göre daha kısadır ve etkileri daha yereldir. Bunun yanı sıra aerosoller, asit yağmurları ve

¹⁵¹ UNEP, a.g.e., p.2.1.

¹⁵² IPCC, “Climate Change 2007 Fourth Assessment Report The Working Group I Report:The Physical Science Basis”, pp.136,137.

hava kalitesinde bozulma gibi çözülmesi gereken başka problemlere de yol açmaktadırlar¹⁵³.

Atmosferin doğal sera etkisine ek olarak, enerji, tarım, sanayi ve ulaşım gibi alanlarda artan insan faaliyetleri, atmosferdeki sera gazı emisyonlarını yükseltmekte ve sera gazı etkisini güçlendirmektedir. Genel olarak, fosil yakıtlar ve arazi kullanımındaki değişim (özellikle orman alanlarının daralması), CO₂ emisyonlarının kaynağını teşkil etmektedir. Buna karşın CH₄ emisyon kaynakları ve miktarları konusunda bazı belirsizlikler bulunmaktadır. Yeryüzünde bulunan sulak alanlar (bataklıklar, baraj gölleri gibi), geviş getiren canlılar, pirinç tarımı, az miktarda enerji ile ilgili sektörler (özellikle doğal gaz) CH₄ kaynakları olarak sunulmaktadır. Atmosfere salınan N₂O'nun yaklaşık %40'ı insan kaynaklı olarak kabul edilirken, aynı şekilde söz konusu gazın, kaynak ve miktarları konusunda belirsizlikler bulunmaktadır¹⁵⁴. 1970 yılında, atmosfere insan faaliyetleri sonucu 28,7 milyar ton CO₂-eşdeğeri sera gazı salınırken, 2004 yılında salınan toplam sera gazı miktarı 49 milyar ton CO₂-eşdeğeri^{*}ne yükselmiştir (Grafik 1.6).

Günümüzde, sera gazları, küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği konusunda yapılan tartışmalar çok çeşitli olsa da, 20. yüzyıl boyunca meydana gelen değişikliklerle ilgili yapılan ölçümler, sera gazı konsantrasyonlarında artış olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu 1000-1750 yılları arasındaki 280 ppm(parts per million-milyonda bir molekül) değerinden 2000 yılında 368 ppm'e yükselmiştir. Atmosferdeki CH₄ konsantrasyonunun, 1000-1750 yılları arasındaki 700 ppb (parts per billion-milyarda bir molekül) değerinden, 2000 yılındaki 1750 ppb'e; N₂O konsantrasyonunun ise, 1000-1750 yılları arasındaki 270 ppb değerinden, 2000 yılında 316 ppb'e yükseldiği tespit edilmiştir¹⁵⁵. Temel sera

¹⁵³ UNEP, **a.g.e.**, p.2.2.

¹⁵⁴ IPCC, "Climate Change 2007:Working Group I Report:The Physical Science Basis:Technical Summary," (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts.pdf>, 15 Haziran 2008, pp.26,27.

* Karbondioksit-eşdeğeri:Temel sera gazlarının [CO₂, CH₄, N₂O, PFC_s (perflorokarbonlar),HFC_s (hidroflorokarbonlar),SF₆ (sülfürhekzaflorid)] ısıtma etkilerinin göz önünde bulundurularak karbondioksitin ısıtma etkisi cinsinden değerini veren bir birimdir.

¹⁵⁵ IPCC, "Climate Change 2001:Synthesis Report Summary For Policymakers", (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pub/un/syrenq/spm.pdf>, 30 Temmuz 2006, p.5.

gazlarının atmosfer içindeki konsantrasyonlarındaki artış 2000 yılından sonra da devam etmiştir. 2005 yılında, CO₂ konsantrasyonu, 370 ppm'ye, CH₄ konsantrasyonu ise, 1774 ppb'ye yükselerek, gazların atmosfer içindeki konsantrasyonları son 650.000 yıllık kayıtlar göz önünde bulundurulduğunda en yüksek değerlerine ulaşmıştır¹⁵⁶.

1.3.2.3. İklim Değişikliğinin Politik İktisadı

1.3.2.3.1. Dışsallık ve Belirsizlikler

İnsan kaynaklı sera gazlarının neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliği, modern iktisadın karşılaştığı olduğu en önemli dışsallık problemlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Atmosfere sera gazı salanlar (endüstri, işletme ya da kişiler) küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununun ortaya çıkmasına neden olarak, diğer insanlar ve gelecek nesiller üzerine iklim değişikliğinden kaynaklanan veya kaynaklanabilecek olan sorunların maliyetlerini yüklerken, ne piyasa ne de diğer yöntemler yoluyla hareketlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak bütün sonuçlarına katlanmamaktadır. Aynı durumun tersi olarak küresel ısınma ve iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı durumdan olumlu etkilenebilecek olanlar da sera gazı emisyonlarına neden olanları bu hareketlerinden dolayı ödüllendirmemektedir¹⁵⁷.

İklim değişikliği ve dışsallık problemini daha da karmaşık hale getiren unsur, yeryüzündeki fiziksel ve biyolojik sistemlerin, artan sera gazı emisyonlarının neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliğinden ne derece etkilendiğinin ya da etkilenebileceğinin belirlenmesi ve bu etkilerin iktisadi olarak ifade edilebilme güçlüğüdür. Bu süreç içinde insan kaynaklı sera gazları ve yükselen ortalama sıcaklıklar arasında tartışmalı da olsa kurulabilen neden-sonuç ilişkisine karşın, bu sürecin, fiziksel, biyolojik ve beşeri sistemler üzerindeki etkileri çeşitli belirsizlikler içermektedir. Bu tablo karşısında, tartışmalar, doğal olarak genelde sera gazı

¹⁵⁶ IPCC, "Climate Change 2007: Synthesis Report Summary For Policymakers", a.y.

¹⁵⁷ Stern, a.g.e., p.24.

emisyona larına, öz elde de insan kaynaklı sera gazı emisyona larının ço ğ unlu ğ unu temsil eden CO₂ emisyona larına yo ğ unlaş maktadır.

Karşı laş ılan belirsizlikleri de ğ erlendirerek iklim de ğ iş ikli ğ inin ekonomik bir analizini yapmak, bu a ç ı dan güç bir problem olarak ortaya ç ık maktadır. Örne ğ in, Dünya Bankası ’nın eski baş ekonomisti Nicholas Stern, İngiltere hükümeti adına hazırlamış oldu ğ u raporda, sözü edilen belirsizlikleri de hesaba katarak iklim de ğ iş ikli ğ ini, iktisadi a ç ı dan de ğ erlendirmiştir. Stern, aş ılması durumunda tehlikeli sonuçların ortaya ç ıkacağı atmosferdeki sera gazı konsantrasyonu seviyelerinden hareket etmiştir. Stern, 2005 yılında 430 ppm CO₂-eş de ğ eri noktasında olan atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunu, 500 ila 550 ppm CO₂-eş de ğ eri de ğ erinde sabitlemenin yıllık olarak dünya GSMH’sinin %1’ine eş it olacağı sonucuna varmıştır. Stern, 450 ppm CO₂-eş de ğ eri hedefini gerçekleştirilmesi maliyetli ve riskli olarak kabul etmiştir¹⁵⁸. Stern’in kurmuş oldu ğ u ekonomik modele göre, söz konusu sabitleme seviyesinin aş ılması durumunda yıllık olarak dünya GSMH’sinin %5’i ila %20’sinin kaybedilece ğ i ö ngörölmektedir¹⁵⁹.

Stern, ç alış masında iklim de ğ iş ikli ğ i neticesinde ortaya ç ıkacak sonuçların maliyetlerini hesaplar ken söz konusu sonuçların bireylerin refahlarına yapacağı etkiden yola ç ık mıştır. Temel tüketim maddelerinden sa ğ lık, e ğ itim ve çevre gibi pek çok ürün veya hizmetin tedarik edilmesinde ortaya ç ıkacak maliyet artışlarının, toplam tüketimde ortaya ç ı karacağı azalış ı, ekonomik olarak ifade etmeye ç alış an Stern, tüketim azalış ı ile bugünden söz konusu kötü sonuçları engelleyecek yatırımları karşı laştırmaya ç alış mıştır¹⁶⁰. Bu kadar çok belirsizli ğ in oldu ğ u bir durumda ekosistemlerin yok edilmesi, insan topluluklarının yer de ğ iş tirmesi, hastalık ve ö lümler gibi hesaplanması mümkün olmayan pek çok de ğ erin, sadece tüketimde görölecek azalmayla ifade edilmeye ç alış ılması Stern’in ç alış masına getirilen ilk eleştiri olmuştur¹⁶¹.

¹⁵⁸ A.e., p.vii.

¹⁵⁹ A.e., p.vi

¹⁶⁰ A.e., p.30.

¹⁶¹ George Monbiot, **Heat:How Can We Stop the Planet Burning**, London, Penguin Books, 2007, p.xii.

1.3.2.3.2. Sera Gazlarının Küresel Karakteri

CO₂ başta olmak üzere temel sera gazlarının özellikleri, iklim değişikliğine gerek nedenleri gerekse sonuçları itibarıyla küresel bir nitelik kazandırmaktadır. İlk olarak, atmosfere salınan her birim CO₂ dünya atmosferine dağılarak küresel ısınma ve iklim değişikliğine hangi ülkeden ya da sektörden salındığı fark etmeksizin aynı etkiyi yapmaktadır. Bu açıdan, yerel ölçekte meydana gelebilecek değişimler bütün olarak yeryüzü enerji dengesi ve iklim sisteminden etkilendiği için farklı ülkeler ve sektörler farklı miktarlarda sera gazı emisyonlarına neden olsalar da atmosfere katılan ekstra her ton CO₂'nin ister Çin'den ister Türkiye'den gelsin ısıtma etkisine katkısı aynı olmaktadır¹⁶². Bu husus, sera gazı emisyonlarının azaltılması konusunda bütünüyle küresel bir katılımın olmadığı bir durumda dünyanın her hangi bir bölgesinde sera gazı emisyonlarını düşürme çabasının başka bir bölgedeki artışlarla etkisiz hale gelmesi tehlikesini doğurmaktadır. Aynı şekilde, yeryüzü bitki örtüsünün dünya karbon döngüsü üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunu, Amazon Ormanları ve Brezilya örneğinde olduğu gibi hangi ülkeye ait olursa olsun yeryüzü doğal varlığının küresel bir tartışma konusu olmasına da neden olmaktadır.

1.3.2.3.3. Sera Gazları ve Zaman Faktörü

Sera gazlarının atmosferdeki hesaplanan ömürleri ve sebep olduğu diğer kimyasal değişimler, önemli bir zaman problemini ortaya çıkarmaktadır. Temel sera gazlarından bazıları atmosferde binlerce yıl boyunca varlıklarını muhafaza etmektedirler. Örneğin, CO₂ atmosfere salındıktan 500 yıl sonra bile ilk günkü ısıtma etkisini korumaktadır¹⁶³. Bu nedenle, küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunu bugün olduğu kadar geçmişte salınan sera gazlarının da sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, iklim sisteminin artan konsantrasyonlara vermiş olduğu cevaplar ve bunların diğer sistemler üzerindeki etkileri sera gazı emisyonlarındaki

¹⁶² Stern, a.g.e., p.25.

¹⁶³ IEA, **Beyond Kyoto: Energy Dynamics and Climate Stabilisation**, Paris, OECD/IEA, 2002, p.25.

artışı takip ettiği için bugün salınan sera gazlarının etkileri yüzyıllar boyunca devam edecektir¹⁶⁴.

Karşılaşılan zaman problemi, karar alıcıların belirsizlik ve risk değerlendirme çabalarını zorlaştırmaktadır. Bu durum, kısaca, katlanılan maliyetler ve elde edilecek kazançlar arasındaki zamanlama farkı olarak da ifade edilebilir. İklim değişikliğinin zamana yayılan nedenleri ve etkileri dolayısıyla alınacak tedbirlerin maliyetleri bugün ortaya çıkarken, bu tedbirlerden beklenen faydalar gelecekte, zamanla yavaş bir şekilde ortaya çıkacaktır¹⁶⁵. Bu nedenle, gelecekteki bir tarihte meydana gelebilecek etkiler düşünülerek maliyetlerine bugün katlanılarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu durumda, iklim değişikliği konusunda söz konusu belirsizlikler veri iken, gelecekte bu etkilerin korkulandan az olması durumunda bugün katlanılan maliyetler ekonomik gelişmeyi olumsuz etkileyen bir yük olacaktır. İkinci bir olasılık olarak eğer bugünden gerekli tedbirler alınmaz ve gerekli maliyetlere katlanılmazsa gelecekte çok daha büyük maliyetlerin ortaya çıkması ihtimali de bulunmaktadır¹⁶⁶.

Karşılaşılan bu zaman probleminin karar alıcılar açısından önemli yanı, pek çok yönetici için iklim değişikliği konusunun, daha uzun vadeli sonuç ve etkilere sahip karakteridir. Günümüzde dört ya da beş yılda bir yapılan seçimler, politikacıların daha kısa dönemli problemlere odaklanmalarına neden olmaktadır. Ekonomik büyümenin fakirlikten kurtulmanın temel yolu olarak görüldüğü pek çok gelişmekte olan ülke açısından sera gazı emisyonlarını azaltacak yatırımların ekonomik büyümeyi engelleyen maliyetler olarak görülmesi, bu durumun en doğal sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, pek çok karar alıcı açısından kendi

¹⁶⁴ Stern, a.y.

¹⁶⁵ Robert W. Hahn, "The Economics and Politics of Climate Change", The American Enterprise Institute (AEI) Press, Washington D.C., 1998, (Çevrimiçi) <http://aie-brookings.org/admin/authorpdfs/reidirect-safety.php?frame=../pdffiles/climatechange.pdf>, 11 Mayıs 2007, p.9.

¹⁶⁶ Stephen H. Schneider, Janica Lane, "An Overview of Dangerous Climate Change", **Avoiding Dangerous Climate Change**, Ed. by Hans Joachim Schellnhuber, Wolfgang Cramer, Neboja Nakicenovic vd., New York, Cambridge University Press, 2006, p.15.

dönemlerinde ortaya çıkacak maliyetler, gelecekte uzun vadede ortaya çıkacak olası getirilerden daha önemli hale gelmektedir¹⁶⁷.

1.3.2.3.4. Maliyet ve Kazançların Paylaşım Problemi

Küresel iklim değişikliği sorunu ve insan kaynaklı sera gazları arasında var olan nedensellik ilişkisi, ilk olarak, atmosferin enerji dengesinin bozulmasına neden olan insan kaynaklı sera gazlarının atmosfere salınım miktarının ön plana çıkmasına neden olmaktadır. Karşılaşılan problemin temel nedeni sera gazı emisyonları olarak belirlenince, söz konusu gazların atmosfere salınmasından daha fazla kimin sorumlu olduğu sorusu gündeme gelmektedir. Bu konuda başvurulan yöntem İDÇS ve bu sözleşmeye bağlı olarak daha sonra imzalanarak yürürlüğe giren Kyoto Protokol'ünde de kullanılan altı önemli sera gazının [CO₂, CH₄, N₂O, PFC_s (perflorokarbonlar), HFC_s (hidroflorokarbonlar), SF₆ (sülfürhekzaflorid)] nominal olarak miktarlarının hesaba katılmasıdır. Basit olarak bu yöntem söz konusu insan kaynaklı sera gazları emisyonlarının nominal olarak değerlerini göz önünde bulundurmaktadır. Bu yöntemle göre önemli olan ilk kriter ülkelerin toplam emisyonlarının diğer kriterlere bakılmaksızın (ekonomi, nüfus vs.) belirlenmesidir¹⁶⁸.

Bu yöntemin benimsenmesi durumunda sera gazı emisyonları ile ilgili olarak ilk göze çarpan gerçek gelişmiş dünya ile üçüncü dünya ülkeleri arasında var olan dengesizlik olmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak 18. yüzyılın ikinci yarısında İngiltere'de başlayan ve diğer ülkelere yayılan Sanayi Devrimi neticesinde artan enerji tüketimi, insan kaynaklı temel sera gazı olan CO₂ konsantrasyonunun yükselmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu nedenle iklim değişikliğine ilişkin bugün görülen etkilerin büyük çoğunluğu geçmişte atmosfere salınan sera gazlarının bir sonucu olarak ortaya çıktığı için, doğal olarak öncelikle sanayileşen ülkeler bu durumun sorumlusu olarak görülebilir.

¹⁶⁷ Hahn, a.g.e., p.28.

¹⁶⁸ UNFCCC, "United Nations Framework Convention on Climate Change-The Text of Convention", (Çevrimiçi) http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/2853.php, 21 Temmuz 2008, p.5.

Tablo 1.8
Dünyanın Büyük Ekonomileri ve Toplam CO₂ Emisyonları* 1800-2004

Ülkeler	Milyon Ton	%
ABD	310.186	28
Çin	88.501	7,9
Almanya	75.712	6,8
İngiltere	54.466	4,9
Japonya	44.590	4
Fransa	27.766	2,5
Hindistan	27.046	2,4
Kanada	23.731	2,1
İtalya	17.055	1,5
İspanya	9.355	0,8
Dünya	1.107.430	100

* Fosil yakıtların tüketimi, çimento üretimi ve doğal gaz yakılmasından kaynaklanan emisyonlar.

Kaynak: Gregg Marland, Tom Boden, Robert J. Andres, “Global, Regional and National Fossil Fuel CO₂ Emissions”, Carbon dioxide Information Analysis Center (Çevrimiçi) <http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/overview.html>, 11 Temmuz 2008’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1751 yılı baz olarak alındığında 2004 yılına kadar geçen sürede enerji (fosil yakıtlar) ve çimento üretimi başta olmak üzere insan faaliyetleri sonucu atmosfere toplam 315 milyar ton karbon salınmıştır. Bu değer CO₂-eşdeğeri cinsinden miktarı 1 trilyon 155 milyar tona tekabül etmektedir¹⁶⁹. Bu miktarın yaklaşık olarak 71 milyar 591 milyon tonu ise İngiltere tarafından atmosfere salınmıştır¹⁷⁰. Dünya tarihinde sanayileşmenin yaşandığı son iki yüz yıl veri olarak alınır ise enerji ile bağlantılı olarak atmosfere insan kaynaklı olarak toplam 1 trilyon 107 milyar CO₂-eşdeğeri karbondioksit salınmıştır. Dünyanın bir numaralı ekonomisi konumundaki ABD son iki yüz yıl boyunca atmosfere toplam 310 milyar 186 milyon ton CO₂ salarak toplam miktarın yaklaşık olarak % 28’inden sorumlu bulunmaktadır. Bu açıdan gelişmiş dünyanın temsilcileri kabul edilen 8 büyük ekonomi (ABD, Kanada, İngiltere, Fransa, Almanya, İtalya, İspanya, Japonya) aynı süre içinde salınan toplam miktarın yaklaşık %51’inden sorumlu bulunmaktadır (Tablo 1.8). Tarihi sorumluluk konusunda gelişmekte olan ülkelerin pozisyonlarının güçlü olduğu görülmektedir. Örneğin, Türkiye, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD-Organization of Economic Cooperation and Development) üyesi olmasına karşın yeni sanayileşen bir

¹⁶⁹ Marland, Boden, Andres, a.g.e.

¹⁷⁰ A.e.

ülke olarak sera gazı emisyonlarında tarihi sorumluluk konusunda gerilerde yer almaktadır. 1923-2004 yılları arasında Türkiye'nin fosil yakıtlar ve çimento üretimi ile bağlantılı olarak atmosfere saldığı toplam CO₂ emisyonu miktarı 5.026 milyon ton ile ABD'nin ve Çin'in bir yıllık emisyon miktarlarından daha azdır¹⁷¹. Dünya ekonomisinde son yıllardaki ekonomik büyümeleri ile ön plana çıkan Çin ve Hindistan'ın, 1800-2004 dönemindeki CO₂ emisyonları ise, dünya toplamının sırasıyla %7,9 ve %2,4'ünü oluşturmaktadır (Tablo 1.8) Bu iki ülkenin iklim değişikliği konusunda tarihi sorumluluğun ilk önce sanayileşen ülkelerde olduğunu iddia ederek, sera gazı azaltımı konusunda bağlayıcı bir anlaşmadan uzak durmaları beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1.9
CO₂ Emisyonlarının* Bölgeler Arası Dağılımı 1980-2005

Bölgeler	Milyon Ton	%
Kuzey Amerika	155.917	27,5
Asya-Okyanusya	155.640	27,4
Avrupa	116.554	20,5
EuroAsya	76.466	13,4
Orta Doğu	22.065	3,8
Orta ve G.Amerika	20.886	3,6
Afrika	19.952	3,5

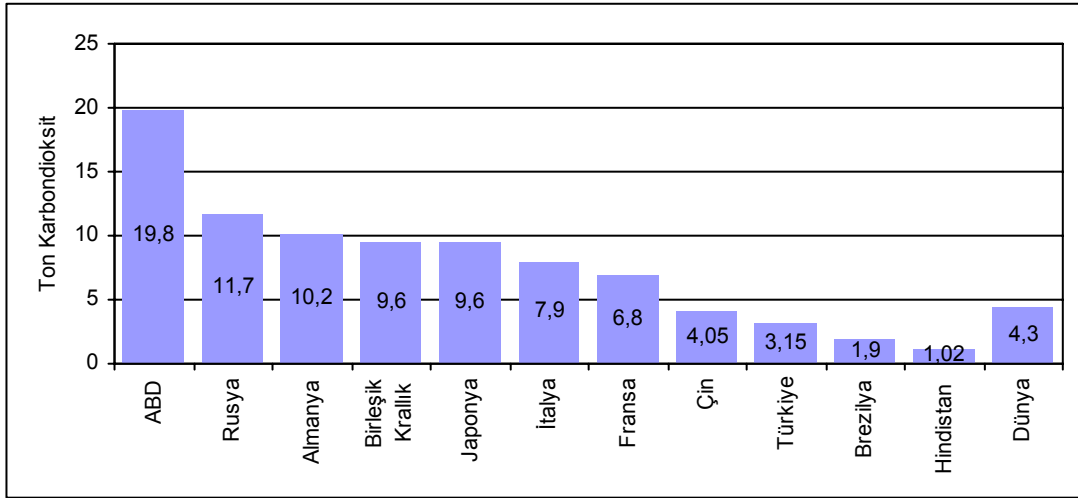
* Fosil yakıt bağlantılı

Kaynak: EIA, "World Carbon Dioxide Emissions from the Combustion and Flaring of Fossil Fuels 1980-2005", (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tableh1co2.xls>, 10 Haziran 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

İklim değişikliğinin etkileri hesaba katıldığında sera gazı emisyonlarının yükselmesinden çok daha az derecede sorumlu olan ülkelerin meydana gelebilecek değişikliklerden en çok etkilenen ülkeler arasında görülmesi sorunun diğer bir yönünü yansıtmaktadır. Afrika kıtasında yer alan ve ekonomileri büyük ölçüde tarıma dayalı sanayileşmemiş ülkelerin, sanayileşmiş ülkelerin sera gazı emisyonları neticesinde ortaya çıkacak olumsuz sonuçların maliyetlerine katlanmaları gerekmektedir. Örneğin, HİDP'nin son raporuna göre Afrika'da yetiştirilmeleri büyük ölçüde yağışa bağlı olan bazı tarım ürünlerinde 2020 yılına kadar %50'ye

¹⁷¹ A.e.

varan ürün kayıpları beklenmektedir¹⁷². Bu bağlamda enerji ile bağlantılı CO₂ emisyonlarının sadece son otuz yılına bakıldığında bile yeryüzünün karşılaştığı bu problemin ahlâki yönü ön plana çıkmaktadır. İklim değişikliği karşısında en olumsuz etkilenecek kıtalardan olan Afrika 1980-2005 yılları arasında enerji ile bağlantılı olarak atmosfere salınan insan kaynaklı 567 milyar 479 milyon ton CO₂ gazının sadece 19 milyar 951 milyon tonundan yani toplamın %3,5'inden sorumlu bulunmaktadır (Tablo 1.9).



Grafik 1.7.
Kişi Başına Fosil Yakıt Bağlantılı CO₂ Emisyonları 2005

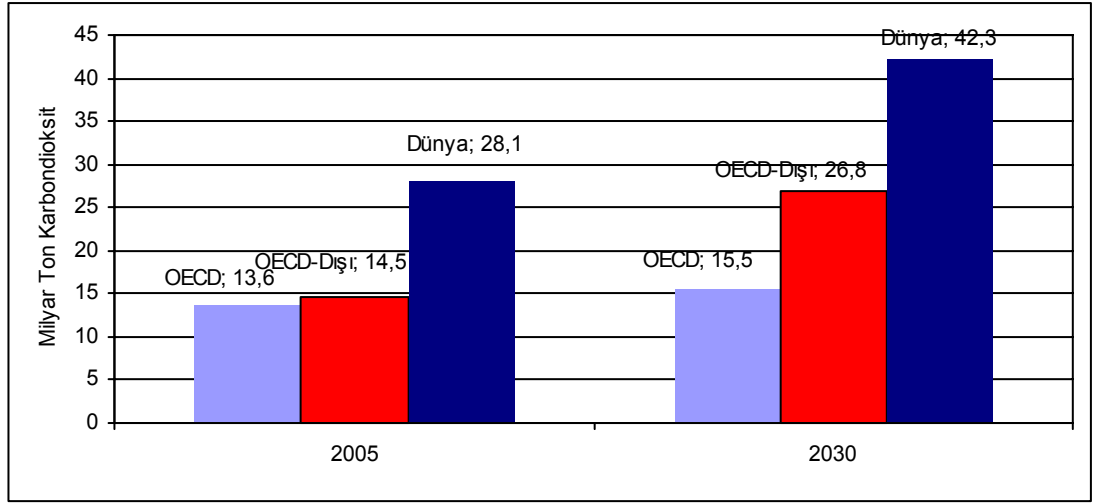
Kaynak: EIA, a.g.e.; United Nations Development Programme (UNDP), “Human Development Report 2007/2008:Fighting Climate Change Human Solidarity in a Divided World”, (Çevrimiçi) http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf,12 Haziran 2008, pp.243,244'ten yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çin ve Hindistan başta olmak üzere sanayileşmekte olan ülkelerin tarihi sorumluluk iddiaları yanında sera gazı azaltım çabalarında sorumluluğun ve elbette maliyetlerin büyük ölçüde gelişmiş ekonomiler tarafından karşılanması konusundaki tezlerini güçlendiren diğer bir husus kişi başına sera gazı emisyonlarıdır. Bu açıdan bu iki ülkenin kişi başına düşen sera gazı emisyonları bakımından diğer gelişmiş ülkelerin çok gerisinde yer almaktadır. Örneğin, 2005 yılında dünya kişi başına fosil yakıtlarla bağlantılı CO₂ emisyonu 4,3 ton iken, bu değer Çin için 4,05, Hindistan için 1,02 ton olarak dünya ortalamasının altında gerçekleşmiştir. Kişi başına CO₂

¹⁷² IPCC, “Working Group II Report:Impacts, Adaptation and Vulnerability:Technical Summary”, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts.pdf>, 11 Haziran 2008, p.48.

emisyolları diğer gelişmiş ülkelerde söz konusu değerlerin çok üstündedir. ABD'nin kişi başına CO₂ emisyonu 19,8, Almanya'nın 10,2, Japonya'nın ise 9,6 tondur (Grafik 1.7)

Gelişmiş ülkeler, esasen iklim değişikliği konusunda tarihi sorumluluklarını kabul etmekle beraber, gelecekte meydana gelebilecek emisyon artışlarını dikkate alarak, Çin ve Hindistan başta olmak üzere bütün büyük ekonomilerin sera gazı azaltımı çabalarına katılması gerektiğini savunmaktadırlar. Örneğin, ABD'nin bu konudaki temel politikasını bütün büyük ekonomilerin (bu vurgu akla ilk olarak Çin ve Hindistan'ı getirmektedir) sera gazı kısıtlama çabalarına katılmasının sağlanması oluşturmaktadır¹⁷³. Bu durumun temel sebebi kuşkusuz gelecekte meydana gelecek emisyon artışlarının dünyanın diğer bölgelerinde gerçekleştirilecek emisyon azaltımlarını etkisiz kılacak olmasıdır.



Grafik 1.8
OECD/OECD-Dışı CO₂ Emisyonları 2005-2030

Kaynak: EIA, "International Energy Outlook 2008-Highlights", (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/highlights.html>, 21 Ağustos 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Özellikle ABD tarafından savunulan yukarıdaki tezin bütünüyle haksız olduğunu söylemek mümkün değildir. Zira, Amerikan Enerji Bakanlığı'na bağlı Enerji Departmanının hazırlamış olduğu referans senaryoya göre, OECD dışında yer alan ülkelerin enerji bağlantılı CO₂ emisyonlarının 2005 yılındaki 14,5 milyar tonluk

¹⁷³ The White House, "Fact Sheet: Taking Additional Action to Confront Climate Change", (Çevrimiçi) <http://www.whitehouse.gov/infocus/environment>, 25 Temmuz 2008.

değerinden 2030 yılında 26,8 milyar tona yükselmesi beklenmektedir¹⁷⁴. Bu projeksiyona göre tüm dünyada enerji bağlantılı CO₂ emisyonlarındaki beklenen artışın yaklaşık %87'si OECD dışında yer alan ülkelerden kaynaklanacaktır (Grafik 1.8).

Tablo 1.10
Dünya Ekonomisinin Karbon Yoğunluğu

Ülkeler	Karbon Yoğunluğu			
	Döviz Kurları İle		SAGP İle	
	GrCO ₂ /1\$ ₂₀₀₅	\$ ₂₀₀₅ /TonCO ₂	GrCO ₂ /1\$ ₂₀₀₅	\$ ₂₀₀₅ /TonCO ₂
ABD	481	2077,6	481	2077,6
Brezilya	409	2447,5	228	4390,8
Fransa	194	5144,4	223	4484,3
Almanya	302	3306,6	336	2979
İtalya	264	3792,2	287	3485,1
İspanya	343	2918,3	327	3057,3
Türkiye	637	1570,6	410	2439,1
B.Krallık	257	3888,1	304	3294,9
Rusya	2219	450,7	999	1000,9
Çin	2372	421,6	998	1002
Hindistan	1497	668	498	2008,2
Japonya	270	3697,5	318	2145,7
Dünya	636	1571,6	513	1950

Kaynak: : EIA, “World Carbon Dioxide Emissions from the Combustion and Flaring of Fossil Fuels 1980-2005”; The International Bank for Reconstruction and Development-The World Bank, “2005 International Comparison Program”, (Çevrimiçi) http://siteresources.worldbank.org/ICPINT/Resources/ICP_final_results.pdf, 12 Temmuz 2008, pp.9,10,11’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Gelişmekte olan ülkelerin sera gazlarına dair ileri sürmüş oldukları ve temelde sera gazı emisyonlarının nominal değerlerinin ve kişi başına emisyon miktarlarının tarihi sorumluluk çerçevesinde hesaba katılması tezine karşılık müzakereleri çıkmaza sokan diğer bir tez, büyük ölçüde ABD’nin müzakerelerdeki pozisyonunu yansıtan, sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında daha farklı yöntemlerin de kullanılması

¹⁷⁴ EIA, “International Energy Outlook 2008-Highlights”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>, 21 Ağustos 2008.

fikridir¹⁷⁵. Temel sera gazı olan CO₂' in toplam emisyonları hesaba katıldığı zaman sera gazı azaltımına dair beklenen küresel bir uzlaşmada en büyük sorumlu olarak görülen ABD'nin müzakere pozisyonu diğer taraflara nazaran daha zayıf olmaktadır. Bu faktörün ABD'nin iklim değişikliğine dair atılmış en önemli adımlardan biri olarak görülen Kyoto Protokol'üne karşı cephe almasının temel nedeni olduğu iddia edilebilir.

Kabul edilen hesaplama yöntemine alternatif olarak ekonomik büyüklüğü karşısında toplam emisyonlarının başka hiçbir ülke ile karşılaştırılmayacak derecede fazla oluşu ABD'yi, sera gazı emisyonlarının değerlendirilmesinde farklı kriterlerin devreye sokulması gerektiği noktasına getirmiştir. Örneğin ABD başkanı George Bush, Şubat 2002'de açıklamış olduğu iklim değişikliği eylem planında 2012 yılına kadar ABD ekonomisinin sera gazı emisyonu yoğunluğunu %18 oranında azaltmayı bir hedef olarak belirlemiştir¹⁷⁶. Bu noktada toplam emisyonlardan ziyade atmosfere salınan her birim sera gazı başına yaratılan ekonomik değer gibi oransal bir değerlendirme kriteri ön plana çıkmaktadır. CO₂ insan kaynaklı en önemli sera gazı olarak ekonomilerin ne derece karbona bağımlı (dolayısıyla fosil yakıtlara) olduklarını gösteren bir kriter olarak sunulmaktadır¹⁷⁷.

Ekonomilerin karbon yoğunluğunu hesaplamının temelinde iki yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi atmosfere salınan birim karbon miktarı başına üretilen GSMH veya GSYİH miktarıdır. İkincisi ise, birim GSMH ya da GSYİH miktarı başına atmosfere salınan karbon miktarıdır¹⁷⁸. 2005 yılında fosil yakıt kaynaklı CO₂ emisyonları veri olarak alındığında Dünya'da 2005 yılında GSYİH'nin 1 \$'ı başına atmosfere 636 gram CO₂ salınırken; salınan 1 ton CO₂ başına 1571,6 dolar GSYİH üretilmiştir. ABD 1 \$'lık GSYİH için atmosfere 481 gram CO₂

¹⁷⁵ David G. Victor, "Climate Change: Debating America's Policy Options", Council on Foreign Relations, (Çevrimiçi) http://www.cfr.org/content/publications/attachments/climate_change.pdf, 10 Mart 2007, p. 42.

¹⁷⁶ The White House, "The Bush Administration's Action Plan on Climate Change", (Çevrimiçi) <http://www.whitehouse.gov/news/releases/2005/05/20050518-4.html>, 13 Ağustos 2008.

¹⁷⁷ A.e., p.43.

¹⁷⁸ McKinsey Institute, "The Carbon Productivity Challenge", (Çevrimiçi) http://www.mckinsey.com/mgi/reports/pds/Carbon_Productivity/MGI_carbonproductivity_full_report.pdf, 1 Ağustos 2008, p.7.

salarken, Çin ve Hindistan sırasıyla 2372 ve 1497 gram CO₂ emisyonuna neden olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle ABD fosil yakıt kaynaklı olarak atmosfere saldığı 1 ton CO₂ başına 2077,6 \$ GSYİH üretebilirken, Çin ve Hindistan sırasıyla 421,6 ve 668 \$ GSYİH üretebilmiştir (Tablo 1.10).

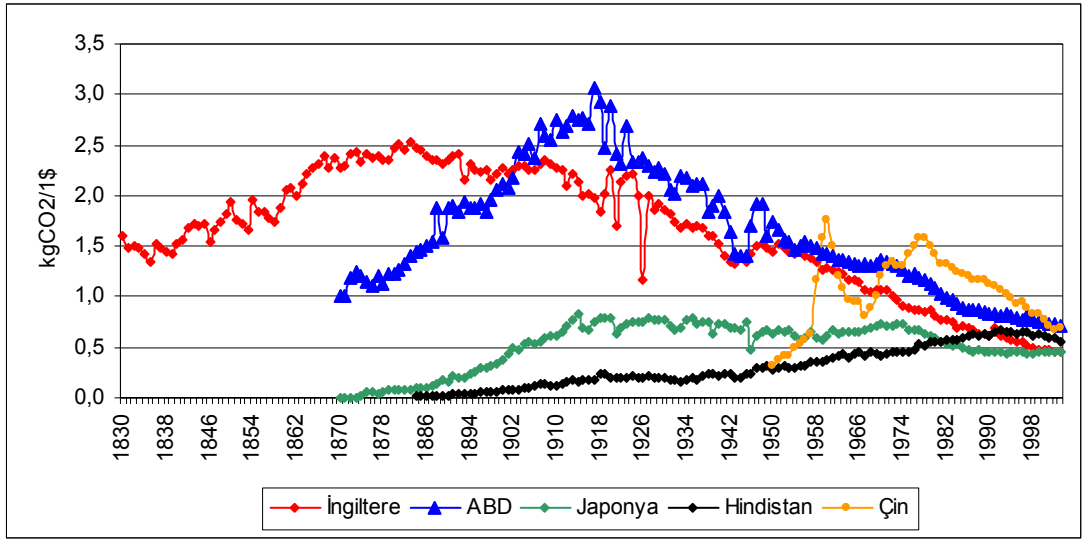
Ekonominin bütünü göz önünde bulundurularak yapılan böyle bir yoğunluk hesaplamasının ihtiyatla karşılanması gerektiği hiçbir zaman unutulmamalıdır. Nihayetinde tıpkı enerji yoğunluğu hesaplamalarında olduğu gibi diğer hiçbir kriteri hesaba katmayan bu tip hesaplamalar ülkelerin karbon konusunda ne derece verimli oldukları konusunda ancak ortalama bir fikir verebilir. Aynı hesaplamalar Satın Alma Gücü Paritesi'ne (SAGP) göre yapıldığında tamamıyla başka sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Türkiye 2005 yılı kurlarıyla yapılan hesaplamalarda GSYİH başına 637 gram CO₂ emisyonuna sahipken, 1 ton CO₂ başına, 1570,6 \$ GSYİH üretebilmiştir. Oysa aynı hesap SAGP'ye göre yapıldığında Türkiye'nin karbon yoğunluğunun sırasıyla 410 grCO₂/1\$₂₀₀₅ ve 2439 \$₂₀₀₅/TonCO₂ olduğu görülmektedir.

Gerek enerji gerekse karbon yoğunluklarının hesaplanması konusunda ülkelerin konumu, büyüklüğü, iklim özellikleri, birincil enerji sistemini oluşturan kaynakların oranları, endüstri yapılarının durumu gibi pek çok farklı kriterin dikkate alınması gerekmektedir¹⁷⁹. Ülkelerin karbon konusunda daha verimli oldukları konusundaki iddialar da bu kriterler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Örneğin Fransa, ülkeler içinde dünya ortalamasının yaklaşık %30'una tekabül eden karbon yoğunluğu ile ön plana çıkmaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasında baş rolü karbondioksit emisyon değeri yok denecek kadar az olan nükleer enerjinin Fransa'nın birincil enerji arzındaki %43'e yaklaşan payı oynamaktadır¹⁸⁰. Aynı şekilde normal döviz kurları ile yapılan hesaplamada yüksek karbon yoğunluğuna sahip Çin ekonomisi, SAGP'ye göre yapılan hesaplamada %43'e varan bir verimlilik artışı sergilemekte ve karbon yoğunluğu 2372 grCO₂/\$₂₀₀₅ değerinden 998 grCO₂/\$₂₀₀₅ değerine düşmektedir.

¹⁷⁹ Smil, *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*, pp.74,75.

¹⁸⁰ IEA, *Energy Balances of OECD Countries 2004-2005*, Paris, OECD/IEA, 2007, p.62.

Çin'in karbon yoğunluğunun yüksek çıkmasının temel nedeni olarak CO₂ emisyonu bakımından en kötü performanslı fosil yakıt olan kömürün ülkenin enerji sisteminde oynamış olduğu büyük rol gösterilebilir. Kömür, 2005 yılında Çin'in birincil enerji arzının %62,8'ini karşılamıştır¹⁸¹. Buna karşın SAGP'ye göre hesaplanan karbon yoğunluğunun düşük çıkmasının temel nedeni ise Çin parası Yuan'ın Amerikan Doları karşısındaki tartışmalara neden olan düşük değeridir. Ülkenin GSMH'si SAGP'ye göre hesaplandığında 2,3 trilyon dolardan 5,3 trilyon dolara yükselmektedir.



Grafik 1.9
Bazı Ülkelerin Tarihi CO₂ Yoğunlukları

* Karbon yoğunluğunun hesaplanmasında CO₂ emisyonları için fosil yakıt, çimento üretimi ve doğal gaz yakılmasından kaynaklanan emisyonlar kullanılmıştır.

Kaynak: Angus Maddison, "World Population, GDP and Per Capita GDP 1-2003 AD", (Çevrimiçi) <http://www.ggd.net/maddison>, 13 Haziran 2008; Marland, Boden, Andres, a.g.e.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ekonomilerin karbon yoğunluğu göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi ekonomik dönüşümünü tamamlamış ve enerji sistemleri yavaş değişen gelişmiş ülkeler açısından daha uygun bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır¹⁸². ABD ve İngiltere başta olmak üzere gelişmiş ülkeler sanayileşmelerini daha erken dönemlerde tamamladıkları için söz konusu ülkelerin karbon yoğunlukları 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra istikrarlı bir düşüş dönemine girmiştir. Buna karşın

¹⁸¹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, Paris, OECD/IEA, 2007, p.262.

¹⁸² Victor, a.g.e., p.44.

Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkeler henüz bu aşamaya gelememiştir. Örneğin, Birleşik Krallık'ın karbon yoğunluğu 20. yüzyıl başlarında maksimum değerine ulaşırken, ABD'nin karbon yoğunluğu 1920'li yıllarda doruk noktasına çıkmıştır. İki ülkenin karbon yoğunlukları doruk noktalarından sonra istikrarlı bir iniş göstermiştir. Japon ekonomisinin karbon yoğunluğu ise 20. yüzyılın büyük bölümünde yükselmeye devam etmiş ancak 1970 yılında yaşanan iki önemli petrol krizinden sonra istikrarlı bir düşüş eğilimine girmiştir. Çin ekonomisinin karbon yoğunluğu 1980'li yıllardan sonra bir düşüş kaydederken, Hindistan ekonomisinin karbon yoğunluğu ise 1990'lı yıllara kadar yükselmeye devam etmiştir (Grafik 1.9).

1.4. EKONOMİK BOYUT

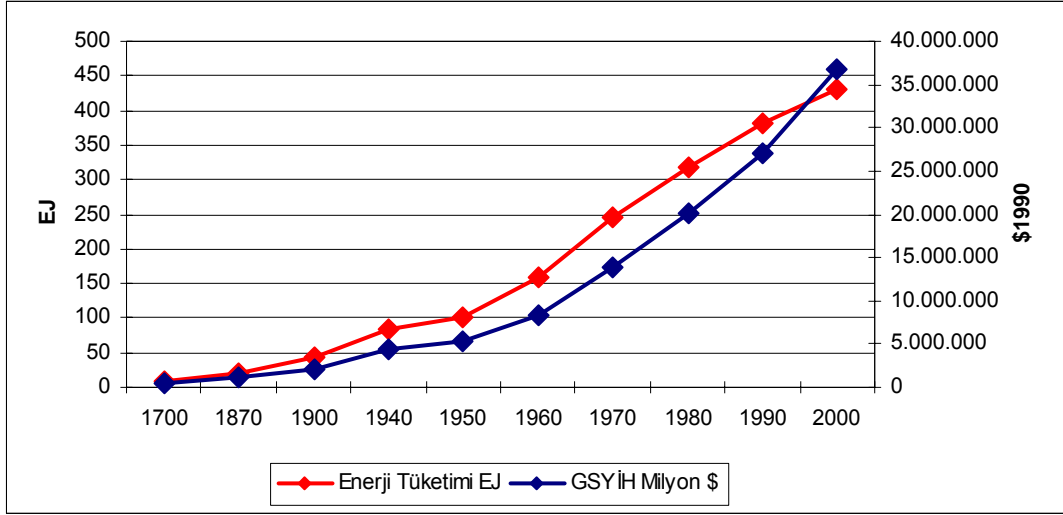
1.4.1. Enerji ve Ekonomi

Politik iktisat ve Sanayi Devrimi'nin temellerinin atıldığı 18. yüzyılın ikinci yarısı, fosil yakıtlar üzerine kurulu modern enerji sisteminin doğum yıllarına denk gelmektedir. Bu durum, üretim ilişkilerinin değişmeye başladığı (fabrika ve makineye dayalı üretim sisteminin, büyük ölçüde hane içinde yapılan ve kas gücüne dayalı geleneksel üretim sisteminin yerini aldığı) dönemde, ekonomik yaşamda meydana gelen değişimin asıl unsurunun, enerji kaynaklarının daha yoğun bir biçimde kullanılması olduğu yorumunun yapılmasına neden olmuştur. Enerjinin, geleneksel bakış açısına göre üretimde kullanılan bir ara malı olmasından farklı olarak, geleneksel üretim faktörleri (kapital, iş gücü, toprak) yanında üretim faktörlerinden biri olduğu görüşü dile getirilmiştir¹⁸³. Ayrıca, enerjinin ekonomik faaliyetlerin işlemedeki rolüne ilişkin, enerji ve ekonomik büyümeyi birbirine bağlayan katı bir kuralın bulunduğu düşüncesi genel bir kabul görmüştür. *Birimsel Esneklik* şeklinde ifade edilen bu kurala göre, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin aynı oranda değişmesi gerekmektedir¹⁸⁴. 1700-2000 yılları arasındaki dünya ekonomisi ve enerji tüketiminin büyüme oranlarına bakıldığında iki değişken

¹⁸³ Bernard C. Beaudreau, **Energy and the Rise and Fall of Political Economy**, 2.Edition, New York, iUniverse.Inc, 2008, p.1-3.

¹⁸⁴ Yücel, **a.g.e.**, s.150.

arasında bir ilişki olsa da (Grafik 1.12), iddia edildiği gibi tam anlamıyla doğrusal bir ilişkinin varlığını ortaya koymak güçtür. 1700-2000 yılları arasında, dünya ekonomisi 99 kat büyürken, enerji tüketimi 43 kat artmıştır [(GSYİH, 371.344 milyon \$'dan 36.703.863 \$, enerji tüketimi 10 EJ'den 432 EJ), (İki değişken için korelasyon katsayısı ise 0,98 olarak hesaplanmıştır)]



Grafik 1.10
Dünya GSYİH* ve Enerji Tüketimi 1700-2000

* \$1990 SAGP

Kaynak: Maddison, a.g.e.; Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, p.397'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1900-2000 yılları arasındaki büyüme oranları göz önünde bulundurulduğunda ise, dünya GSYİH'sinin 18, enerji tüketiminin 9,9 kat arttığı görülmektedir. (Tablo 11). Eldeki verilere göre dünya ekonomisi söz konusu olduğunda, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında *birimsel esneklikten ziyade*, 0,5 * değerine yakın bir esneklik ilişkisi ortaya çıkmaktadır (1700-2000 için, 0,43; 1900-2000 için 0,55). Analiz 1990-2000 yılları arasında yapıldığında, esneklik değeri olarak 0,83 bulunmaktadır. Dünya birincil enerji tüketimi ve GSYİH'si için farklı kaynaklardan elde edilen değerler kullanıldığında da yukarıdakilere benzer sonuçlara ulaşılmaktadır. 1965-2003 yılları arasında, dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık olarak 2,5 kat, dünya GSYİH'sinin ise 3,8 kat büyüdüğü görülmekte (iki değişken

* 1700-2000 arası $E_2/E_1:Y_2/Y_1 = (432/10): (36.703.863 / 371.344) = 0,43$, 1900-2000 arası $(432/43,5): (36.703.863 / 1.973.682) = 0,55$

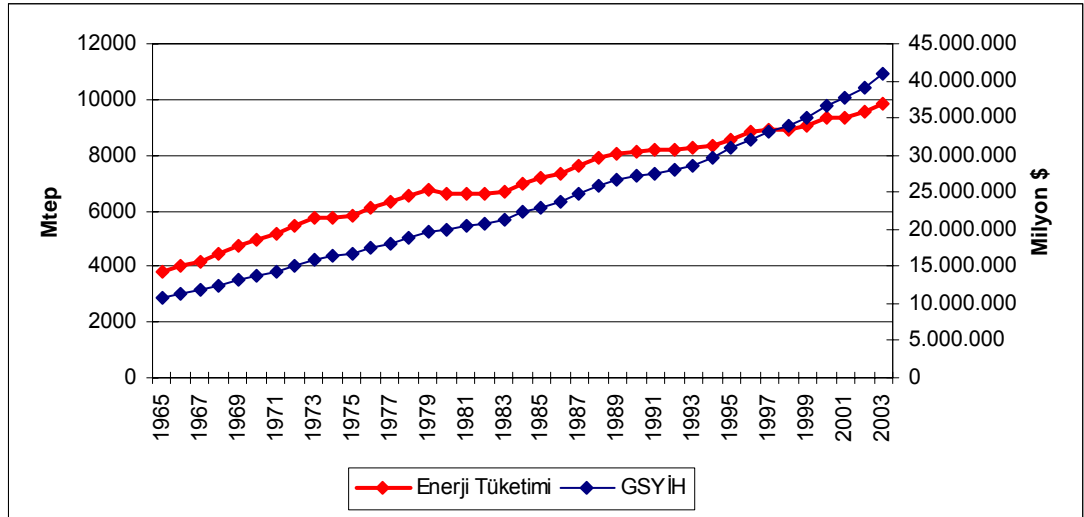
arasındaki korelasyon 0,98) ve esneklik yaklaşık olarak 0,67 olarak ortaya çıkmaktadır ¹⁸⁵.

Tablo 1.11
Dünya GSYİH ve Enerji Tüketimi 1700-2000

Yıllar	GSYİH* (Milyon \$)	Enerji Tüketimi (EJ)
1700	371.682	10
1900	1973.682	43,5
1990	27.136.041	381
2000	36.703.863	432

* \$1990 SAGP

Kaynak: Maddison, a.g.e.; Smil, **Energy in Nature and Society:General Energetics of Complex Systems**, p.397'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 1.11
Dünya GSYİH ve Birincil Enerji Tüketimi 1965-2003**

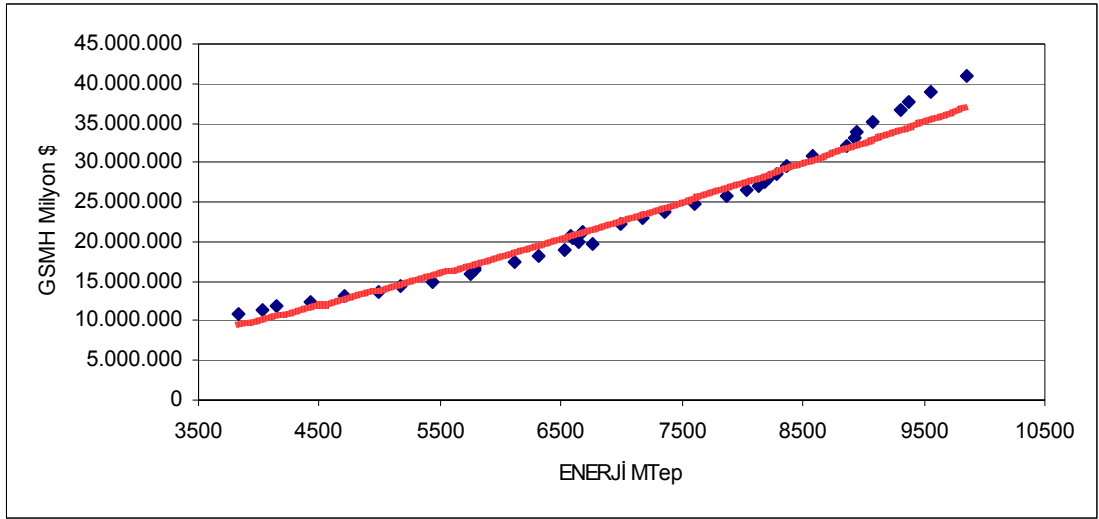
** \$1990 SAGP

Kaynak: Maddison, a.g.e.; BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007”, (Çevrimiçi) <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>, 11 Temmuz 2008’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yukarıdaki veriler, dünya ekonomisinin bütünü açısından enerji tüketimi ve dünya ekonomisinin büyüme oranı arasında günümüze doğru yaklaşıldıkça 1’e doğru yaklaşan bir esneklik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, dünya ekonomisinde, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin zayıflamaktan çok güçlendiği sonucunun çıkartılmasına sebep olabilir. Ancak, özellikle enerji tüketimi söz konusu olduğu zaman, tarihi verilerin değerlendirilmesinde modern ve modern

¹⁸⁵ BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007”.

öncesi enerji sistemi arasındaki temel farkların gözden kaçırılmaması gerekmektedir. Yukarıda daha önce açıklandığı gibi, modern öncesi enerji sisteminin en temel özelliği, günümüzde ticari-modern olarak nitelendirilen enerji kaynaklarından ziyade, tespit edilmesi; bu nedenle ekonomik aktivitelere katkılarının ölçülmesi zor olan geleneksel (odun, odun-kömürü, gübre gibi) enerji kaynaklarının kullanımının ağırlıkta olmasıdır. Bu yüzden, dünya genelinde geçmiş enerji tüketim değerleri, kullanılan ve ekonomik yaşama katkıda bulunan geleneksel enerji kaynaklarının tümünü kapsamadıkları için daha düşük olmaktadır¹⁸⁶.



Grafik 1.12
Dünya GSYİH* ve Birincil Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki 1965-2003

* \$1990 SAGP

Kaynak: Maddison, a.g.e.; BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007” dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

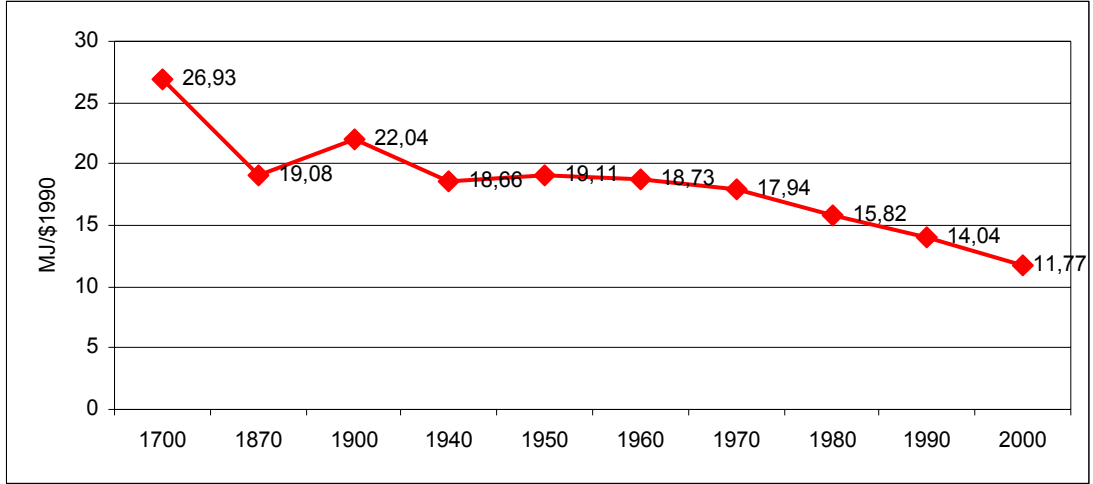
UEA’nın verilerini kullanılarak yapılan bir hesaplamada da, 1971-2004 yılları arasında dünya birincil enerji tüketimi ve GSYİH’sinin büyüme oranı arasında 0,61^{**} ile, yukarıda yapılan hesaplamalara yakın bir esneklik değerinin olduğu görülmektedir¹⁸⁷. UEA’ya göre, 1990-2004 yılları arasında, dünya GSYİH’sinde yıllık %1’lik artış, dünya birincil enerji talebinde yıllık %0,5’lik bir artışa neden

¹⁸⁶ Yücel, a.g.e., p.146.

^{**} Dünya birincil enerji tüketimi 1971-2004 yılları arasında %28,4, GSYİH’si %46,2 oranında büyümüştür.

¹⁸⁷ IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, pp.28,31.

olmuştur¹⁸⁸. Bu değer, dünya enerji tüketimi ve GSYİH'sinin büyüme oranı arasında uzun dönem için hesaplanan 0,5'lik esneklik değerine yakın bir değerdir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında azalan esneklik değeri, dünya GSYİH'sinin 90 yılların ikinci yarısından sonra dünya birincil enerji tüketiminin üstünde seyretmeye başlayan değerlerinden de görülebilir (Grafik 1.11).



Grafik 1.13
Dünya Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu 1700-2000

Kaynak: Maddison, a.g.e.; Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, p.397'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya birincil enerji tüketimi ve GSYİH'sinin büyüme oranı arasında 1'in altında olan esneklik değeri, yıllar itibarıyla, birim GSYİH için harcanan enerji miktarının, yani enerji yoğunluğunun düşmesi sonucunu doğurmalıdır. Nitekim, 1700-2000 yılları arasında, dünya ekonomisinin enerji yoğunluğu, özellikle 1970'li yıllardan sonra hızlanan bir düşme eğilimi göstermiş ve 2000 yılında, 11,77 MJ/\$_{1990SAGP} değerine düşmüş dünya ekonomisi, SAGP'ye göre 1 \$'lık GSYİH için 11,77 MJ enerji tüketmiştir (Grafik 1.13). Dünya ekonomisinin enerji yoğunluğunun ortalama değeri ise, ülkeler arasındaki büyük farklılıkları gizlemektedir. Ayrıca, sanayileşmekte olan ülkelerin yüksek enerji yoğunluklarının, sanayileşmiş ve ekonomik dönüşümünü tamamlamış ülkelerin enerji yoğunluklarındaki düşüşü dengelediği görülmektedir. Bu durum, dünya ekonomisinin enerji yoğunluğundaki azalışı da yavaşlatmaktadır (Tablo 1.13)

¹⁸⁸ IEA, *World Energy Outlook 2006*, p.57.

Tablo 1.12
Dünya Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu 2005

Ülkeler	DövizKurları MJ/\$ ₂₀₀₀	SAGP MJ/\$ ₂₀₀₀
ABD	9,61	9,61
Almanya	7,80	7,41
Çin	37,73	8,34
Fransa	8,43	7,64
Hindistan	26,16	4,22
Japonya	4,77	6,90
İspanya	10,21	7,53
İtalya	7,51	6,11
Kanada	18,36	14,39
B.Krallık	6,48	6,38
Rusya	91,45	15,76
Türkiye	16,01	6,46
Danimarka	5,11	5,46
Dünya	13,45	8,48

Kaynak: EIA, “World Energy Intensity Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Market Exchange Rates 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tablee1g.xls>, 21 Ağustos 2008; EIA, “World Energy Intensity Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Purchasing Power Parities 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tablee1p.xls>, 21 Ağustos 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Üretim sürecinde önemli bir maliyet unsuru olarak ekonomik değer başına daha az enerji kullanılması, toplam üretim maliyetlerinin düşmesine neden olarak, ülkenin uluslararası piyasalardaki rekabet gücünün artması anlamına gelmektedir. Eğer söz konusu olan ülke, ihtiyaç duyduğu enerjiyi büyük oranda ithalat yoluyla karşılıyorsa, üretilen ekonomik değer başına daha az enerji kullanımının, ülkenin dış ticaret dengesi üzerinde olumlu yönde etkisi olması beklenmektedir. Enerji yoğunluğunun düşük olduğu etkin bir enerji sistemi, enerji sistemlerinin çevre üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, çevreye verilen zararın da daha az olması anlamına gelmektedir. Bu nedenle, günümüzde enerji yoğunluğu, ülkelerin ekonomik performansının bir göstergesi olarak da düşünülmektedir¹⁸⁹. Ancak, ekonomilerin enerji yoğunluklarının, diğer bütün değişkenlerden bağımsız bir biçimde sadece, milli gelir ve enerji tüketiminin toplam değerlerinden hesaplanması, ülkelerin enerji söz konusu olduğunda, ekonomik performansları hakkında sadece ortalama bir bilgi verebilmektedir. Ülkelerin coğrafi konumları, arazi genişlikleri, iklimleri, sanayi ve

¹⁸⁹ Smil, *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*, p.68.

ekonomik yapıları gibi pek çok özellik, enerji ve ekonomi arasındaki ilişkinin ortaya konması bakımından enerji yoğunluğu hesaplamalarında göz önünde bulundurulmalıdır.

Ülkelerin ekonomik performanslarını karşılaştırabilecek ortak bir değer ölçüsünü bulma zorluğu, daha önce belirtildiği gibi, gerek enerji yoğunluğu gerekse karbon yoğunluğu hesaplamalarının önemli sorunlarından birisi olarak ortaya çıkmaktadır. Ekonomilerin karşılaştırılması için kullanılan normal döviz kurları ya da SAGP'ye göre yapılan hesaplamalar, farklılıklar arz etmektedir¹⁹⁰. Örneğin, Türkiye, normal döviz kurları ile yapılan bir hesaplamada, 16,01 MJ/\$₂₀₀₀'lik enerji yoğunluğu değeri ile enerjiyi son derece mürifçe kullanan bir ülke görünümündedir. Ancak, aynı hesaplama, SAGP'ye göre yapıldığında Türkiye, 6,46 MJ/\$_{2000SAGP}'lik enerji yoğunluğu değeri ile, dünya ortalamasının altında ve pek çok gelişmiş ülkeden daha iyi performansa sahip bulunmaktadır (Tablo 1.12). Uluslararası Enerji Ajansı (UEA), SAGP'nin bireylerin satın alma güçlerini daha iyi yansıttığını, dolayısıyla, ekonomik aktivite ve enerji talebi arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde SAGP'nin daha iyi bir karşılaştırma aracı olduğunu düşünmektedir¹⁹¹.

Enerji yoğunluğu hesaplamalarında dikkate alınması gereken diğer bir husus, ülkelerin ekonomik ve sanayi yapılarıdır. Sanayileşme aşamasında, enerji yoğun sektörlerin (demir,çelik, inşaat gibi) ülke ekonomisinde daha önemli bir role sahip olması, enerji yoğunlunun yükselmesine neden olmaktadır. Zamanla, yükselen enerji yoğunluğu ülke ekonomisinde yaşanan yapısal dönüşümünden sonra düşüşe geçmektedir. Bu dönüşümde, hizmet sektörünün ülke ekonomisinde ağırlıklı rol oynamaya başlaması, yeni ve verimli enerji kaynakları (odun kömürünün yerine kömür, kömürün yerine petrol, elektrik kullanımı gibi), teknolojik gelişmelerin daha verimli bir enerji ve üretim sistemini mümkün kılması gibi gelişmeler rol oynamaktadır. İngiltere, ABD, Almanya gibi ilk sanayileşen ülkelerin enerji yoğunluklarının başlangıçta yükseldiği, daha sonra düşüşe geçtiği gözlemlenmiştir. İngiltere'nin, enerji yoğunluğu 1850-1880, ABD ve Almanya'nın 1920, Fransa'nın

¹⁹⁰ A.e., p.73

¹⁹¹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.137.

1929, Japonya, İspanya ve İtalya gibi ülkelerin 1970'li yıllarda tepe noktasına ulaşmıştır¹⁹².

Tablo 1.13
Üretim Faktörlerinin Ekonomik Büyüme Olan Katkısı 1980-2001

Ülkeler	Yıllık Büyüme Oranı (%)	Üretim Faktörlerinin Büyüme Olan Katkısı (%)			
		Enerji	Emek	Sermaye	TFV
Brezilya	2,4	77	20	11	-8
Çin	9,6	13	7	26	54
Hindistan	5,6	15	22	19	43
Endonezya	5,1	19	34	12	35
G.Kore	7,2	50	11	16	23
Meksika	2,2	30	60	6	4
Türkiye	3,7	71	17	15	-3
ABD	3,2	11	24	18	47

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2004**, p.333'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

UEA tarafından yapılan bir analiz, gelişmekte olan ülkelerin, ekonomik büyümelerinde enerji tüketiminin rolünün diğer üretim faktörlerinden daha büyük olduğunu gösteren veriler içermektedir. UEA, 1980-2001 yılları arasında hızlı büyüme gösteren, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu bir grup ülkenin, ekonomik performanslarını, üretim faktörleri açısından incelemiştir. Geleneksel üretim faktörleri olan sermaye ve emek yanında enerji tüketimi de değerlendirme içinde tutulmuştur. Elde edilen verilere göre Türkiye'nin 1980-2001 yılları arasında gerçekleştirmiş olduğu yıllık %3,7 oranındaki ekonomik büyümenin, %71'i enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır. Buna karşın, ABD'nin aynı dönemde gerçekleştirdiği yıllık %3,2 oranındaki büyümede, enerji tüketimi %11 pay alırken, toplam faktör verimliliğindeki artış ekonomik büyüme %47 oranında katkı sağlamıştır. Çalışmada değerlendirilmeye alınan gelişmekte olan ülkelerde, Çin hariç, durum Türkiye'dekine benzer bir tablo sergilemektedir. Sanayileşmenin ilk aşamalarında enerji yoğun sektörler ekonomik büyüme daha büyük oranda katkı yapmakta, ekonomi olgunlaştıkça, enerji yoğun sektörlerin yerini katma değeri daha yüksek ve enerji yoğunluğu daha düşük sektörler almaktadır¹⁹³. Bu durumu, günümüzde sanayileşen ülkelerin nihai enerji tüketim oranlarında da gözlemlemek mümkündür.

¹⁹² Yücel, a.y.

¹⁹³ IEA, **World Energy Outlook 2004**, pp.332,333.

Örneğin, 2005 yılında, Türkiye'nin de üyesi bulunduğu OECD ülkelerinde, endüstri sektörünün nihai enerji tüketimindeki payı ortalama olarak %22 iken, bu oran Türkiye'de, %32'dir¹⁹⁴. Aynı yıl, endüstri sektörünün nihai enerji tüketiminden aldığı pay, Asya'nın iki büyük gelişmekte olan ülkesi, Çin'de, %42, Hindistan'da ise, %34 olarak gerçekleşmiştir¹⁹⁵.

Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki bağlantı gelecekle ilgili yapılan projeksiyonlarda da geçmişe yakın bir görünüm sergilemektedir. Amerikan Enerji Bakanlığı'nın Referans Senaryosuna* göre, 2004-2030 yılları arasında dünya ekonomisinin yılda %3,1, birincil enerji tüketiminin ise yılda, %1,8 oranında (enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında 0,58 esneklik katsayısı) büyümesi öngörülmektedir¹⁹⁶. UEA'nın Referans Senaryosu'nuna göre ise 2005-2030 yılları arasında, yıllık %3,6 ekonomik büyüme, %1,8'lik (enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki esneklik 0,5) enerji tüketimi artışı tahmin edilmektedir¹⁹⁷. Bu değerler, dünya ekonomisinde enerji yoğunluğunun azalmaya devam edeceği anlamına gelmektedir.

1.4.2. Petrol Endüstrisi ve Dünya Ekonomisi

Ticari üretiminin ilk kez 1859 yılında ABD Pennsylvania'da başlamasından sonra petrol, 20. yüzyılda dünya enerji sistemi ve ekonomisinin en önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Dünya petrol varlığının artan tüketimi karşılama potansiyeli ve yaklaşan bir petrol kıtlığı konusunda 20. yüzyıl boyunca yaşanan tartışmalara karşın, dünya petrol tüketimi artmaya devam etmiştir. 1900 yılında dünya ham petrol üretimi 150 milyon varildir¹⁹⁸. 2000'li yıllarda dünya, yüz yıl öncesinde, bir yılda üretilen petrolü, neredeyse iki günde tüketmektedir. 2007 yılında

¹⁹⁴ IEA, **Energy Balances of OECD Countries 2004-2005**, pp.15-143.

¹⁹⁵ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.291-467.

* Referans senaryolar, projeksiyonların yapıldığı zaman dilimi sürecinde yürürlükte olan politikalarda çok büyük değişikliklerin beklenmediği senaryolardır.

¹⁹⁶ EIA, "International Energy Outlook 2007", (Çevrimiçi) [http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/ieo07/pdf/0484\(2007\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/ieo07/pdf/0484(2007).pdf), 11 Temmuz 2007, pp.83,87.

¹⁹⁷ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.62,74.

¹⁹⁸ Smil, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, p.184.

dünya ham petrol üretiminin günlük değeri 80 milyon varili aşmış, yılda 30 milyar varile yaklaşmıştır. Üretilen ham petrolün yaklaşık %67'si ihraç edilmektedir. Bu miktar, 2007 yılı petrolün ortalama varil fiyatı baz alınır, dünya ekonomisinde yıllık yaklaşık 1,4 trilyon dolarlık bir ticaret hacmi anlamına gelmektedir¹⁹⁹. Bunun yanında, petrol yalnız enerji kaynağı olarak değil, pek çok endüstrinin hammadde kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Ham petrolün işlenmesiyle elde edilen bazı ürünler petrokimya sanayileri için girdi görevi görmektedir. Başlıca petrokimya ürünleri olarak etil, propilen, benzen, amonyak, metanol gibi maddeler sayılsa da 4000'in üzerinde petrokimya ürünü mevcuttur. Bu endüstri içerisinde işleme tutulan hammaddeler plastik, sentetik lifler, sentetik kauçuk, deterjan ve kimyasal gübrelerin üretilmesinde kullanılır²⁰⁰.

Petrolün enerji sistemi içindeki ağırlıklı rolü azalmasına rağmen devam etmektedir. Örneğin, 2007 yılında, dünya birincil enerji tüketiminin yaklaşık %37'si petrol tarafından karşılanmıştır. Ayrıca, 1970 yılından beri yaşanan gelişmeler, petrol tüketiminin giderek ulaşım sektöründe yoğunlaşmasına neden olurken, doğal gaz, kömür, nükleer enerji ve elektrik gibi enerji kaynak ve taşıyıcıları, diğer alanlarda petrolü ikâme etmişlerdir. Ulaşım sektöründe, petrol tüketimini azaltacak alternatif kaynak sıkıntısı çekilirken, diğer enerji kaynakları, endüstri, sanayi, elektrik üretimi gibi sektörlerde kısmen birbirlerine alternatif olabilmektedir. Bu durum, enerji sistemini, petrol ve diğer enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayıran bir tablonun ortaya çıkmasına sebep olmuştur²⁰¹. Ancak, doğal gaz alım sözleşmelerindeki doğal gaz fiyatının, çoğunlukla petrol fiyatına endekslenmesi gibi petrol ve diğer enerji kaynakları arasındaki fiyat bağlantıları, petrolün diğer enerji kaynakları üstündeki

¹⁹⁹ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", (Çevrimiçi) http://www.bp.com/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf, 16 Ağustos 2008, p.8.

²⁰⁰ Sevil Yıldırım, "Dünyada ve Türkiye'de Petrol", DTM Ekonomik Araştırmalar ve Değerlendirmeler Genel Müdürlüğü, 2003, (Çevrimiçi) <http://www.dtm.gov.tr/ead/ticaret/ticaret.htm>, 5 Aralık 2006, s.1.

²⁰¹ Jorgen Hennigen, "Rising to the Energy Challenge:Key Elements for an Effective EU Strategy", European Policy Center, December 2006, (Çevrimiçi) http://www.epc.eu/TEWN/pdf/230603739_EPC%20Issue%20Paper%2051%20-%20Rising%20to%20the%20energy%20challenge.pdf, 23 Temmuz 2008, p.8.

etkisinin devam etmesine neden olmuştur²⁰². Bu nedenle, petrolün fiyatını etkileyen bütün gelişmeler, dünya ekonomisinin işleyişi açısından önem arz etmektedir.

Petrol piyasası üzerine yapılan tartışmalarda ileri sürülen görüşler genel olarak, büyük oranda iktisatçılar tarafından temsil edilen iyimser bakış açısına karşılık, daha çok petrol endüstrisinde çalışmış eski jeologlar tarafından temsil edilen kötümser bakış açısı olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir. Konuya iyimser açıdan bakan iktisatçılara göre, piyasa mekanizması, medeniyet tarihini biçimlendiren sürekli gelişme ve yenilik yapma azmi, teknolojik ilerlemeler gibi faktörler, yer kabuğunda var olan petrol miktarından daha önemlidir²⁰³. Bu görüşe göre, yeryüzünde petrol için gerekli fiyatı ödemeye razı insanlar olduğu müddetçe, petrol endüstrisi var olan kaynakların ticari olarak değerlendirilmesi için gerekli çabayı gösterecektir. Petrol arama ve üretim faaliyetleri için ödenmesi gereken fiyat, katlanılmaz boyuta gelinceye kadar, fiyatları aşağı çekecek teknolojik gelişmeler ortaya çıkacak, ya da petrolü ikâme edecek yeni enerji kaynakları devreye girecektir. Dolayısıyla, fiyat değişiklikleri vasıtasıyla gerekli teknolojik gelişmeler ve farklı enerji kaynaklarının ortaya çıkması, petrolün ani tükenişini erteleyerek ortaya çıkabilecek dramatik sonuçların önüne geçecektir. Bu bağlamda, petrol piyasaları döngüsel bir karaktere sahiptir. Petrolün gelecek fiyatına dair beklentiler petrol endüstrisinin yatırım kararlarında etkili olmakta; yüksek fiyat beklentisi bir yandan yatırımları harekete geçirirken, diğer yandan talebi dizginlemektedir. 1974 ve 1979'da yaşanan iki fiyat yükselişine karşılık, 1986 ve 1998'deki iki fiyat çöküşü petrol piyasasında arz ve talebi belirleyen faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır²⁰⁴.

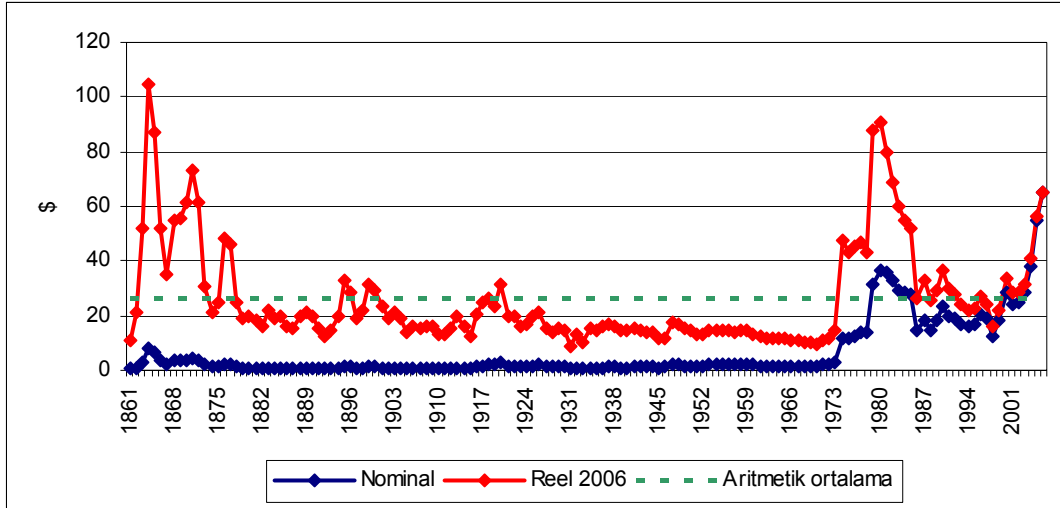
Kötümser bakış açısına sahip olan uzmanlara göre ise, yer kabuğunda bulunan petrol kaynak ve rezervlerine ilişkin eldeki bilgiler, gelecek petrol üretim miktarını

²⁰² IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.273.

²⁰³ Smil, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, p.185.

²⁰⁴ Leonardo Maugeri, **The Age of Oil: The Mythology History and Future of the World's Most Controversial Resource**, London, Praeger, 2006, pp.201,217.

haber vermektedir²⁰⁵. Kötümser kanadı temsil eden uzmanların bir çoğu, Zirve Petrol teorisi (peak oil theory) olarak da bilinmekte olan, petrol üretiminin çok yakın bir tarihte doruk noktasına ulaşacağı görüşünü benimsemektedir. Bu teori, Amerikalı jeolog, Marion King Hubbert'in 1956 yılında, ABD'de petrol üretiminin zirve noktası ve tarihine ilişkin yapmış olduğu çalışmasından yola çıkmaktadır. Hubbert, önceki yıllarda yapılmış keşif miktarlarından yola çıkarak gelecekteki petrol üretimini ön görmeye çalışmıştır²⁰⁶. Özellikle jeologlar tarafından savunulmakta olan bu görüşe göre, yer kabuğunda ulaşılabilir petrol miktarının sonuna çok yaklaşmıştır. Petrol için ödenecek fiyat ya da teknolojik gelişmeler, olmayan bir varlığın üretimini sağlamayacaktır²⁰⁷.



Grafik 1.14
Ham Petrol Fiyatları 1961-2006

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007” den faydalanılarak hazırlanmıştır.

Olası bir petrol kıtlığının yakın olduğunu savunanlar, ilk olarak petrol endüstrisinin petrol arama ve keşif faaliyetlerindeki azalan başarısını kanıt olarak göstermektedir. Örneğin, günümüzde tüketilen her üç varil petrole karşılık ancak bir varil petrolün bulunarak rezervlere dahil edilebildiği iddia edilmektedir. 1960'lı

²⁰⁵ J.J.C. Bruggink, “ The Next 50 Years:Four European Energy Futures”, Energy Research Centre of the Netherlands”, May 2005, (Çevrimiçi) <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/c05057.pdf>, 16 Ağustos 2008, p.20.

²⁰⁶ The Coming Global Oil Crisis, “ M.King Hubbert”, (Çevrimiçi) <http://www.oilcrises.com/hubbert>, 12 Ağustos 2008.

²⁰⁷ Bruggink, a.y.

yıllarda, 365 milyar varil keşfedilirken, bu miktar, 70'li yıllarda 275, 80'li yıllarda 150, 90'lı yıllarda ise 40 milyar varile düşmüştür²⁰⁸. Petrol fiyatının son yıllarda göstermiş olduğu yükselme ve dalgalanmanın sebebi, endüstrinin temel dinamiklerinden ziyade, petrolün giderek daha kıt bir kaynak haline gelmesinde aranmalıdır.

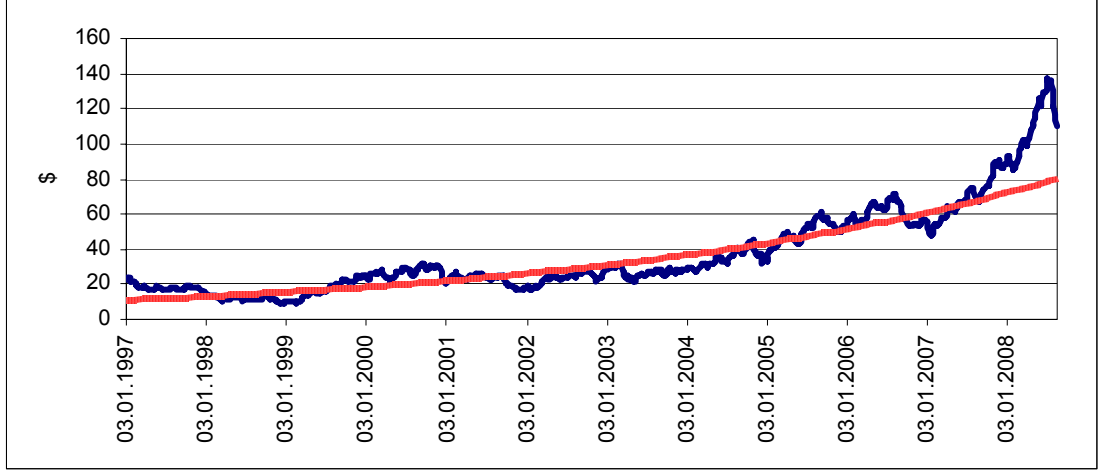
Petrol fiyatının tarihi gelişimine bakıldığında ise, uluslararası petrol fiyatlarının 20. yüzyılın büyük bir bölümünde istikrarlı bir çizgi izlediği görülmektedir. 1970'li yıllardan sonra petrol fiyatında başlayan dalgalanmalar günümüze kadar devam etmiştir (Grafik 1.14). 1861-2006 dönemi için, 2006 yılının dolar değeri ile ortalama petrol fiyatı 26,10 \$ iken, 1950-2006 dönemi için, 29,38, 1970-2006 dönemi için ise 38,33 \$ olarak gerçekleşmiştir. 2000'li yıllara, geçmişteki ortalama fiyatlarına (yaklaşık 26\$) yakın bir değerden giren petrolün fiyatı, 2003 yılında sonra yükselmeye başlayarak tarihi rekor seviyelerini zorlamaya başlamıştır. Petrol fiyatındaki dalgalanmalar, fiyattaki yükselmeye eşlik etmiştir. Son yıllarda, özellikle doların değer kaybetmesi, petrol fiyatındaki yükselmeyi daha da dramatik hale getirmiştir. 1997-2008 döneminde, petrol fiyatı nominal dolar fiyatlarıyla neredeyse yedi kat artmıştır (Grafik 1.15).

Yüksek fiyatlara rağmen, özellikle Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelere kaynaklanan ve yükselmeye devam eden talep, fiyat yükselişlerinde etkili olmuştur. Örneğin, 2000-2007 yılları arasında, dünya günlük petrol talebi %11,6 oranında artarken, Çin'in petrol talebi, %64,6, Hindistan'ın ise %21 oranında artmıştır²⁰⁹. Talebin artmaya devam etmesinde, özellikle OECD dışında yer ülkelerin vatandaşlarına uyguladıkları enerji sübvansiyonlarının payı bulunmaktadır. Örneğin, Rusya, vatandaşlarına yıllık 40 milyar \$ tutarında bir sübvansiyon uygularken, Çin ve Hindistan'ın yıllık enerji sübvansiyonları 10 milyar \$'ı bulmaktadır. 2005 yılında

²⁰⁸ Ferdinand E. Banks, **The Political Economy of World Energy: An Introductory Textbook**, London, World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd., 2007, pp.36,130.

²⁰⁹ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", p.11.

dünyada uygulanan toplam 250 milyar \$ olarak tahmin edilen enerji sübvansiyonlarının 90 milyar \$'ı petrol ürünlerine uygulanmaktadır²¹⁰.



Grafik 1.15
Nominal Fiyatlar ile Petrol Fiyatı 1997-2008

Kaynak: EIA, “Total World and US Oil Prices”, (Çevrimiçi) http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm, 19 Ağustos 2008’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol fiyatının yükselmesinde, arz cephesinde yaşanan bir takım gelişmelerin de payı bulunmaktadır. UEA’ya göre dünya ham petrol üretimine katkıda bulunan petrol alanlarındaki tükenme oranları*, arzın talep artışına karşılık vermesini zorlaştırmaktadır. OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries-Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü), ülkelerindeki petrol üretim sahalarının ortalama yıllık tükenme oranları, %3,2 iken, OPEC dışında yer alan petrol üreticilerine aynı oran %4,6 olarak tahmin edilmektedir. Ortalama değerlerin ötesinde, bazı eski petrol üretim alanlarındaki üretim yılda %15-20 mertebesinde düşmektedir. Yapılan projeksiyona göre, üretim alanlarındaki düşüşü dengelemek için, petrol endüstrisinin yıllık 3 milyon varillik yeni üretimi devreye sokması gerekmektedir²¹¹. Olgun petrol alanlarındaki tükenme oranları, gelecekte üretilen petrolün giderek daha büyük bölümünün alışılmadık (Derin deniz formasyonları, Sibiryaya, Kutup Bölgesi, Batı Afrika, Kanada’daki şist kaynakları gibi) petrol sahalarından gelme zorunluluğunu öne çıkarmaktadır.

²¹⁰ IEA, “World Energy Outlook 2006”, pp.278,279.

* Tükenme oranı: Petrol üretiminin yapıldığı petrol alanının üretiminin doruk noktasına ulaştıktan sonra ürettiği ham petrol miktarında görülen doğal düşüş

²¹¹ IEA, **Medium Term Oil Market Report**, Paris, OECD/IEA, 2007, p.27.

Petrol ve doğal gaz rezervleri açısından zengin olan Suudi Arabistan, Rusya, Meksika, Kuveyt, Venezuela gibi ülkelerin yabancı sermayeye getirmiş oldukları kısıtlamalar; Irak ve Nijerya gibi ülkelerdeki siyasi gerginlik, yapılması gereken yatırımları geciktirmektedir²¹². Sermaye ve teknoloji sahibi uluslararası petrol şirketleri, kısıtlı miktarda petrol rezervine ulaşabilirken, rezerv zengini, fakat sermaye ve teknoloji yoksunu ulusal petrol şirketleri, üretimin istenen boyutta arttırılmasını engelleyen bir tablo ortaya koymaktadır²¹³. Uluslararası Para Fonu'na (UPF) göre, uluslararası petrol şirketleri, petrolün fiyatındaki yükselmelere karşın yatırımlarını ortalama olarak üç yılda harekete geçirirken, son yıllarda, yatırım kararları ve fiyat yükselmeleri arasındaki zaman farkı açılmaya başlamıştır²¹⁴.

Enerji sektörünün, teknoloji ve sermaye yoğun karakteri, yatırımların hayata geçirilmesinin zaman almasına neden olmaktadır. Bu durum petrol arama ve üretimi için de geçerlidir. Bu duruma ek olarak, petrol endüstrisinde yükselen maliyetler, yeni yatırım kararlarının önünde engel olarak durmaktadır. Örneğin son dört senede, bir petrol sahasını geliştirip üretime sokmanın maliyeti ikiye katlanmıştır. Dört yıl önce, denizde derin sondaj yapabilecek bir geminin günlük kiralama bedeli 125.000 \$'iken, 2008 yılında 600.000 \$'a yükselmiştir²¹⁵. Bu durum, özellikle Sibirya, Meksika Körfezi, Brezilya, ve Batı Afrika gibi zor koşulların bulunduğu bölgelerde yürütülen pek çok üretim projesinin planlanan sürede faaliyete geçirilmesine engel olmuştur. 2003-2007 yılları arasında, değerlendirilen 150 üretim projesi içinde, alışılmadık koşullarda üretim yapmayı planlayan projelerin gecikme süreleri, olağan projelerin iki katına ulaşmaktadır²¹⁶. Mevcut petrol sahalarındaki üretim azalışı ile birlikte, endüstrinin karşılaştığı maliyet artışları, yapılması gereken yatırımların miktarını arttırmaktadır. Örneğin, UEA, 2006-2030 yılları arasında petrol

²¹² IEA, **World Energy Outlook 2006**, pp.104.105.

²¹³ Valerie Marcel, "Investment in Middle East Oil: Who needs whom?", Chatham House, February 2006, (Çevrimiçi) http://www.chathamhouse.org.uk/files/3304_vmfeb06.pdf, 23 Nisan 2008, pp.2,3.

²¹⁴ International Monetary Fund (IMF), "World Economic Outlook 2008:Housing and Business Cycle", (Çevrimiçi) <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2008/01/pdf/text.pdf>, 11 Temmuz 2008, p.54.

²¹⁵ Daniel Yergin, "Oil Has Reached a Turning Point", Cambridge Energy Research Association, May 2008, (Çevrimiçi) <http://www.cera.com/aspx/cda/public1/news/articles/newsArticleDetails.aspx?CID=9511>, 21 Ağustos 2008.

²¹⁶ IMF, **a.g.e.**, p.55.

endüstrisinde, çoğu arama ve üretim gibi faaliyetlerde olmak üzere yapılması gereken yatırım miktarını, yaklaşık olarak 5,4 trilyon \$ olarak ön görmektedir²¹⁷.

ABD Enerji Departmanı tarafından yapılan projeksiyonda, petrol fiyatının, Referans Senaryo'ya göre, 2015 yılında, nominal fiyatlarla, 70 \$'a düşmesi, 2030 yılında ise 113 \$'a (2006 yılı dolar değerine göre 70 \$) yükselmesi beklenmektedir. Yüksek fiyat senaryosuna göre, petrol fiyatının 2030 yılında nominal değer ile, 186 \$ olması ön görülmektedir. Petrol piyasalarının genel durumu dikkate alındığında, yüksek fiyat senaryosundaki petrol fiyatının gerçekleşme ihtimalinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir²¹⁸. UEA'nın 2007 yılında yapmış olduğu projeksiyona göre ise, petrol fiyatının 2006 yılının fiyatları ile, 2015 yılında 57,30, 2030 yılında ise 62 \$ olması öngörülmektedir. Nominal fiyatlar ise 2015 ve 2030 yıllarında sırasıyla, 70,7 ve 107,59 \$ olarak tahmin edilmektedir²¹⁹.

1.4.3. Enerji Fiyatları ve Dünya Ekonomisi

Bireylerin yaşam biçimleri, reel gelirleri, enerji harcamalarının bireylerin reel gelirleri içindeki oranı, yaşanan coğrafya, iklim, teknoloji, geleceği dair fiyat beklentileri, hükümet politikaları gibi pek çok unsur enerji fiyatları ve talebi arasındaki ilişkilerde etkili olmaktadır. Genel olarak, enerji kaynak ve hizmetlerinin kendi fiyat elastikiyetleri negatif, ikâme kaynaklarla olan çapraz elastikiyetleri ise pozitif olarak kabul edilmektedir. Fiyat elastikiyetleri, enerji kaynakları, bölge ve endüstri içinde farklılıklar gösterse de, enerji kaynaklarının fiyatlarında meydana gelen değişmelere, talebin cevap vermesi yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, enerji kaynaklarının fiyat elastikiyetlerinin uzun dönemde daha belirgin olduğu görülmektedir. Özellikle, petrole alternatif yakıtların bulunmadığı ulaşım sektöründe, fiyat hareketleri, tüketicilerin kararlarında kısa dönemde büyük bir değişiklik meydana getirmemektedir. Aynı şekilde, elektriğin, özellikle, ofis ve ev uygulamalarındaki yaygınlığı ve alternatifsizliği, elektrik fiyatının elastikiyetinin

²¹⁷ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.95.

²¹⁸ EIA, "International Energy Outlook 2008-Highlights".

²¹⁹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.64.

kısa dönemde düşük olmasına yol açmaktadır. Buna karşın, kömür, doğal gaz, fuel-oil gibi birbirinin yerine ikâme edilebilen yakıtları kullanan tüketiciler için fiyat elastikiyetleri daha yüksek olmaktadır. Örneğin, farklı tip yakıtları kullanabilme şansına sahip elektrik üretim şirketleri, farklı fiyatlar karşısında kolayca yakıtlar arasında geçiş yapabilmektedir. Petrol talebinin fiyat elastikiyetinin, kısa dönemde çok düşük olduğu kabul edilmektedir. UEA'nın yaptığı hesaplamalara göre, dünya genelinde petrolün fiyat elastikiyetinin kısa dönemde (içinde bulunulan yıl) -0,03, uzun dönemde (çoğunlukla 10-15 yıl) ise -0,15'tir (Tablo 1.14). Dolayısıyla petrolün fiyatında %100'lük bir artış, petrol talebinde kısa dönemde %3, uzun dönemde ise %15'lik bir azalmaya neden olmaktadır. UEA'nın bulgularına göre, petrolün ulaşım sektöründeki tüketim payı arttıkça, fiyat elastikiyeti de azalmaktadır²²⁰.

Tablo 1.14
Ham Petrolün Fiyat Elastikiyeti

Bölgeler	Petrol Tüketimi 2005 (Mt)		Fiyat Elastikiyeti	
	Milyon Ton	Ulaşım Sektörü Payı	Kısa Dönem	Uzun Dönem
OECD K.Amerika	1.143	%63	-0,02	-0,12
OECD Avrupa	737	%53	-0,03	-0,11
OECD Pasifik	396	%40	-0,05	-0,25
Gelişmekte Olan Asya	717	%36	-0,03	-0,21
Orta Doğu	281	%38	-0,01	-0,07
G.Amerika	237	%48	-0,03	-0,28
Afrika	134	%53	-0,01	-0,01
Dünya			-0,03	-0,15

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.287'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrolün fiyat elastikiyetinin düşük olmasının birinci nedeni olarak, daha önce açıklandığı gibi, özellikle ulaşım sektöründe, petrolün kullanım alternatiflerinin azlığı gösterilebilir. Hükümetlerin enerji kaynak ve hizmetlerine uyguladığı sübvansiyon ve vergiler de, fiyat elastikiyetinin kısa dönemde düşük olmasının diğer bir nedeni olarak ileri sürülmektedir. Örneğin, petrol ithalatçısı ülkelerin son otuz yılda benimsedikleri akaryakıt ürünleri üzerinden yüksek satış vergileri alma politikası, tüketiminin büyük bir bölümünün ulaşım sektöründe gerçekleştiği ülkelerde, uluslararası fiyatlar ve tüketici fiyatları arasındaki ilişkinin zayıflamasına

²²⁰ IEA, **World Energy Outlook 2006**, pp.297,298.

neden olmuştur²²¹. OPEC'in iddiasına göre, 2003-2007 yılları arasında, G-7 ülkelerinin petrol ürünlerinden aldığı vergiler, 2.585 milyar dolar ile, aynı dönemde OPEC ülkelerinin petrol ihracat kazancından daha fazladır²²². Petrolün gelir elastikiyeti ise, dünya ortalaması olarak, kısa dönemde 0,09, uzun dönemde 0,48 ile fiyat elastikiyetinden daha fazladır. Bu değerlere göre, uzun dönemde yaklaşık %10'luk gelir artışı, petrol talebinde, %5'lik artışa neden olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunlukta bulunduğu Afrika ve G.Amerika kıtalarında, petrolün gelir elastikiyetinin gelişmiş ülkelerin bulunduğu Avrupa ve K.Amerika'dan yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 1.15).

Tablo 1.15
Petrolün Gelir Elastikiyeti

Bölgeler	Gelir Elastikiyeti	
	Kısa Dönem	Uzun Dönem
OECD K.Amerika	0,04	0,22
OECD Avrupa	0,14	0,49
OECD Pasifik	0,08	0,39
Gelişmekte Olan Asya	0,09	0,73
Orta Doğu	0,07	0,67
G. Amerika	0,09	0,94
Afrika	0,27	0,33
Dünya	0,09	0,48

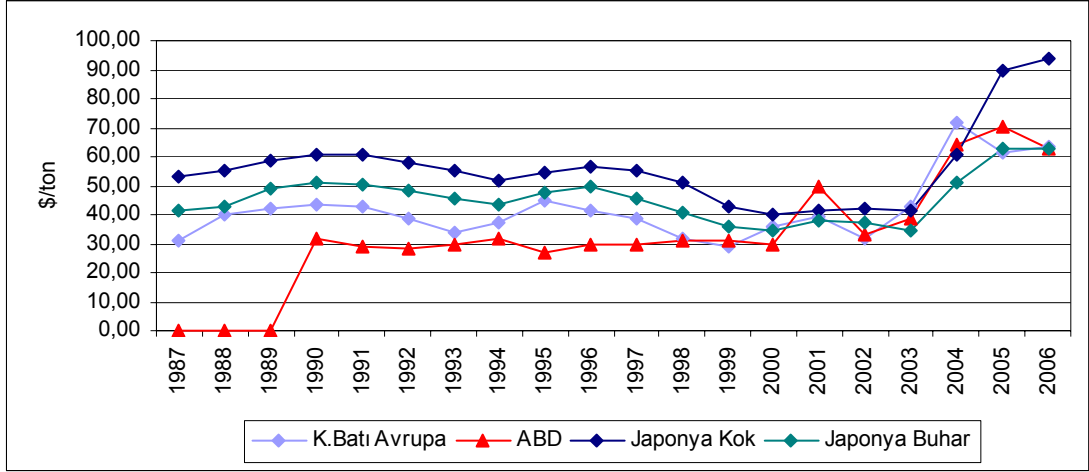
Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.287'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Elektriğin fiyat elastikiyeti de oldukça düşüktür. UEA'nın araştırmasına göre, elektriğin uzun dönem fiyat elastikiyeti bile, -0,01 ile -0,04 arasında değişmektedir. Ekonomik aktiviteler, elektrik talebinin yükselmesinde birinci derecede rol oynamaktadır. Kişi başına milli gelire göre, elektriğin gelir elastikiyeti, 0,4 ile 1,3 arasında değişmektedir. Gelir elastikiyetinin OECD dışı ülkelerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu ülkelerde, elektrik tüketimi çoğunlukla, gelirden daha hızlı artmaktadır. OECD ülkelerinde ise, elektriğin gelir açısından inelastik olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumda, OECD ülkelerinde elektrik tüketiminin doyum noktasına ulaşması etkili olmaktadır. Daha önce belirtildiği gibi, ekonomik ve sanayi yapısının değişmesiyle enerji yoğun pek çok endüstrinin

²²¹ Paul Stevens, "Oil Markets", **Oxford Review of Economic Policy**, Vol.21, No.1, 2005, p.21.

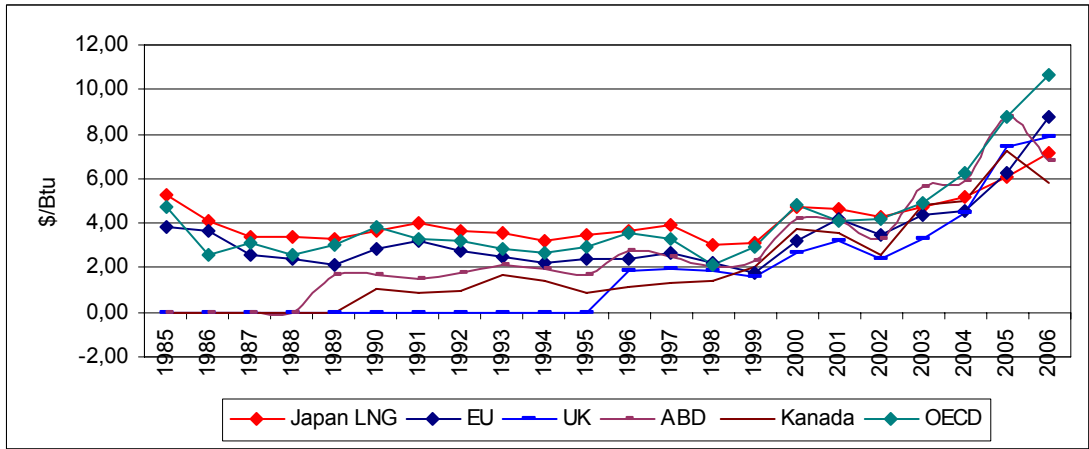
²²² Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC), "Who Gets What From Imported Oil?", (Çevrimiçi) [http://www.opec.org/library/Special %20Publications/pdf/WGW2008.pdf](http://www.opec.org/library/Special%20Publications/pdf/WGW2008.pdf), 22 Ağustos 2008.

GSYİH'ye katkısı azalmakta, teknolojik yenilikler vasıtasıyla daha verimli alet ve makine enerji sistemi içinde yer bulmaktadır²²³.



Grafik 1.16
Uluslararası Piyasalarda Kömür Fiyatları 1985-2006

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007"den yararlanılarak hazırlanmıştır.



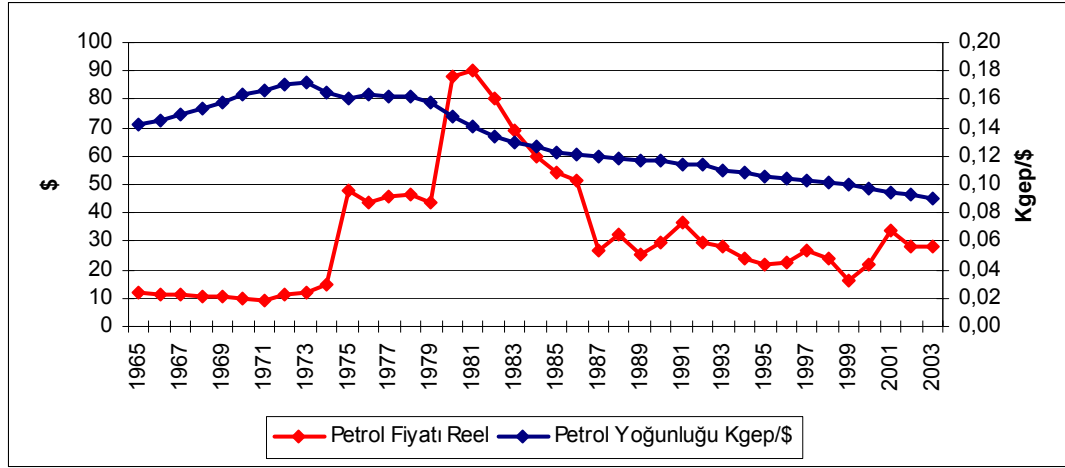
Grafik 1.17
Uluslararası Piyasalarda Doğal Gaz Fiyatı 1985-2006

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol dışında yer alan yakıtların talep ve fiyatları arasındaki ilişkinin belirlenmesinin oldukça güç olduğu belirtilmektedir. Doğal gaz ve kömür için tek ve bütünlümlü bir küresel pazarın var olmayışı bu durumda etkili olmaktadır. Bu nedenle iki yakıtın fiyatlarında bölgesel fiyat farklılıkları görülmektedir. Ancak,

²²³ IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.289.

özellikle farklı yakıtların kullanılabilirdiği durumlarda, fiyatın elastik olduğu görülmektedir. Petrol ve doğal gaz fiyatlarını birbirine bağlayan doğal gaz alım sözleşmeleri, yükselen petrol fiyatının doğal gaz fiyatını etkilemesine neden olurken, doğal gazın fiyatının yükselmesi, kömür başta olmak üzere diğer enerji kaynaklarını daha rekabetçi hale getirmiş, kömür talebini ve fiyatını arttırmıştır²²⁴ (Grafik 1.16, 1.17).



Grafik 1.18
Petrol Yoğunluğu ve Petrol Talebi 1965-2003

Kaynak: Maddison, a.g.e.; BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007” dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol fiyatları ve talebi arasındaki ilişki makroekonomik boyutta, dünya ekonomisinin petrol yoğunluğu ve petrol talebinin seyrinde de görülebilir (Grafik 1.18). 1974 yılına kadar, petrol fiyatlarının görece düşük seyrettiği periyotta, petrol yoğunluğu yükselmiş, buna karşın 1974 ve 1979 yılında yaşanan iki büyük fiyat artışından sonra hızlı bir düşüşe geçmiştir. Petrol fiyatlarının görece düşük seyrettiği 1990’lı yıllarda ise, petrol yoğunluğundaki düşüş yavaşlamıştır²²⁵. Bununla beraber, petrolün dünya birincil enerji tüketimi içindeki payı da, 1970 yılındaki %45’den, 2006 yılında %35’ye gerilemiştir. Petrol başta olmak üzere uluslararası ticareti yapılan enerji kaynaklarının fiyatlarındaki değişimler, ülke ekonomilerinin üzerinde de önemli etkilere sahip bulunmakta, ticaret, dengesi, döviz kurları, enflasyon,

²²⁴ A.e., p.297.

²²⁵ John V. Mitchell, “A New Era for Oil Prices”, Chatham House, August 2006, (Çevrimiçi) <http://www.chathamhouse.org.uk/research/eedp/papers/view/-/id/380/>, 12 Ağustos 2008, p.17.

işsizlik, istihdam gibi pek ekonomik değişkende değişikliklere neden olmaktadır. Petrol fiyatında meydana gelen yükselmelerin ilk sonucu, ithalatçı ülkelerden ihracatçı ülkelere bir gelir transferi gerçekleşmesidir. UPF'nin verilerine göre, 2002-2005 yılları arasında petrol ihraç eden ülkelerin ihracatlarında 437 milyar \$'lık bir artış meydana gelirken, ABD'nin ithalatı %124, Çin'in ithalatı %53 oranında artmıştır²²⁶

UEA ve UPF tarafından yapılan analize göre, petrol fiyatının 25 \$'dan, 35 \$'a yükselmesi OECD ülkelerinde, %0,4'lük GSYİH kaybına neden olmaktadır. Enflasyonda %0,5, işsizlik oranında ise %0,1'lik bir yükselme meydana gelmesi ön görülmektedir. Ülkelerin petrol ithalatına olan bağımlılıkları arttıkça, fiyat yükselişlerinin etkisi daha belirgin hale gelmektedir. Örneğin, petrol fiyatında sözü edilen 10 \$'lık yükseliş, Euro bölgesi ülkelerinde %0,5 oranında GSYİH kaybına yol açarken, ABD'de %0,3, Japonya'da ise %0,4 oranında GSYİH kaybı ön görülmektedir. ABD, petrol ithalatına bağımlılığının az oluşu sayesinde yükselen fiyatlardan kendini korurken, Japonya, düşük petrol yoğunluğu nedeniyle yükselen fiyatlardan daha az etkilenmektedir²²⁷.

Petrol ihraç eden ülkeler açısından petrolün fiyatı daha büyük önem taşımaktadır. Zira, bu ülkelerin bazılarının gelirleri büyük oranda petrol ihracatından oluşmaktadır. Örneğin, 1987 yılında petrol fiyatı 20 \$'ın altında iken, Suudi Arabistan'ın, GSYİH'si, 85,7 milyar, toplam ihracatı 23,2 milyar \$, petrol ürünleri ihracatı ise 20,4 milyar dolar (toplam ihracatın yaklaşık %88'si) düzeyindedir. 2007 yılında ortalama petrol fiyatı 70 \$ seviyelerine yaklaştığı zaman, aynı ülkenin GSYİH'si 376 milyar, toplam ihracatı 230 milyar, petrol ürünleri ihracatı ise 206 milyar \$'a ulaşmıştır²²⁸.

²²⁶ IMF, "World Economic Outlook 2006:Globalization and Inflation", (Çevrimiçi) <http://imf.org/external/pubs/ft/weo/2006/01/pdf/weo0406.pdf>, 12 Ağustos 2008, p.73.

²²⁷ IEA, "Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy", May 2004, (Çevrimiçi) http://www.iea.org/Textbase/Papers/2004/High_Oil_Prices.pdf, 22 Ağustos 2008, p.2.

²²⁸ OPEC, "OPEC Annual Statistical Bulletin 2007", (Çevrimiçi) <http://www.opec.org/library/Annual%20Statistical%20Bulletin/pdf/ASB2007.pdf>, 22 Ağustos 2008, pp.11,13.

1.5. TOPLUMSAL BOYUT

1.5.1. Enerji ve Toplumsal Gelişme

Ekonomik büyüme ve gelişme, iktisatçılar tarafından tanımlanması ve ölçülmesi zor kavramlar olarak kabul edilmektedir. En basit şekliyle, ekonomik büyüme, belirli bir dönem itibarıyla üretilen mal ve hizmetlerin miktarlarında bir önceki döneme göre reel artışları ifade etmektedir. Bunun yanında, ekonomik olarak gelişen bir ülkede, mal ve hizmetlerin toplam miktarı yanında, kişi başına düşen gelirden, yani kişilerin bir yıl içinde tüketebilecekleri mal ve hizmetlerin miktarında da reel artışlar olması beklenir. Gelir dağılımında adalet, çalışma koşullarında iyileşme, çalışma zevki, refah artışı, toplumsal barış, mutluluk, huzur ve güven gibi bazıları saptanması ve ölçülmesi zor olan pek çok kavram da, gelişmiş bir ekonominin temel özellikleri arasında sayılmaktadır²²⁹.

Biyosferin taşıma kapasitesinin sınırlarını dikkate alarak, ekonomik büyümenin, doğal çevreye zarar vermeden gerçekleştirilmesi düşüncesi ise, 20. yüzyılın son çeyreğinde, sürdürülebilir gelişmenin temel koşullarından biri olarak kabul edilmeye başlanmıştır²³⁰. Sonuç itibarıyla, ekonomik büyüme ya da genel olarak büyüme kavramı, niceliksel bir anlama sahipken, gelişme kavramı niteliksel bir değişimi ifade etmektedir²³¹.

Toplumsal gelişme ise, sınırları iktisat biliminin dışına uzanan ve pek çok farklı alandan insanın katkıları ile zenginleşmiş bir literatürün konusunu oluşturmaktadır. İnsanoğlunun kültürel birikime sahip olması, onu diğer canlılardan ayıran bir özellik olarak görülmektedir. İnsanın, kendi dışında üretmiş olduğu ve sembolleştirerek doğaya kattığı maddi-manevi her şey, kültürün sınırları içinde kabul edilmektedir. Kültürel birikimin genişlemesi ise, toplumlar için ileri bir gelişmişlik düzeyini temsil etmektedir. Sosyolog Leslie A. White (1866-1934), sadece insan faaliyetlerinin

²²⁹ Zeyyat Hatiboğlu, **İktisat Bilimine Giriş**, İstanbul, İşletme Fakültesi Yayını, 1989, ss.480-485.

²³⁰ Daly, **a.ge.**, p.5.

²³¹ Herman E. Daly, **Steady-State Economics**, 2.Edition, Washington D.C., Island Press, 1991, p.17.

ürünü olan kültürün genişlemesi ve zenginleşmesini, insanoğlunun çevresindeki kaynaklardan elde ederek bireylerin tüketimine verebildiği enerji miktarının bir fonksiyonu olarak görmektedir. Enerji ve toplumsal gelişme arasındaki kurmuş olduğu fonksiyonu, $E \times T = P$ formülü ifade eden White'a göre, P , kültürel zenginliği oluşturan ürünü, E , ise kişi başına tüketime amade enerji miktarını temsil etmektedir. T ise, enerjinin tedarik edilmesinde kullanılan araçlar ile bu araçların verimliliğini yansıtmaktadır. White, kültür tarihi içinde avcı-toplayıcı topluluklardan, yerleşik yaşama geçmiş toplumlara kadar yapmış olduğu değerlendirmede, kültürel ilerlemenin, kişi başına amade enerji miktarının yükselmesi ya da enerji tedarik yöntemlerinin verimliliğinin artırılması ile sağlandığı sonucuna varmaktadır. Bir toplum, kas kuvveti dışındaki enerji kaynaklarını kullanabildiği ölçüde, kültürel ilerleme gerçekleştirebilmektedir²³².

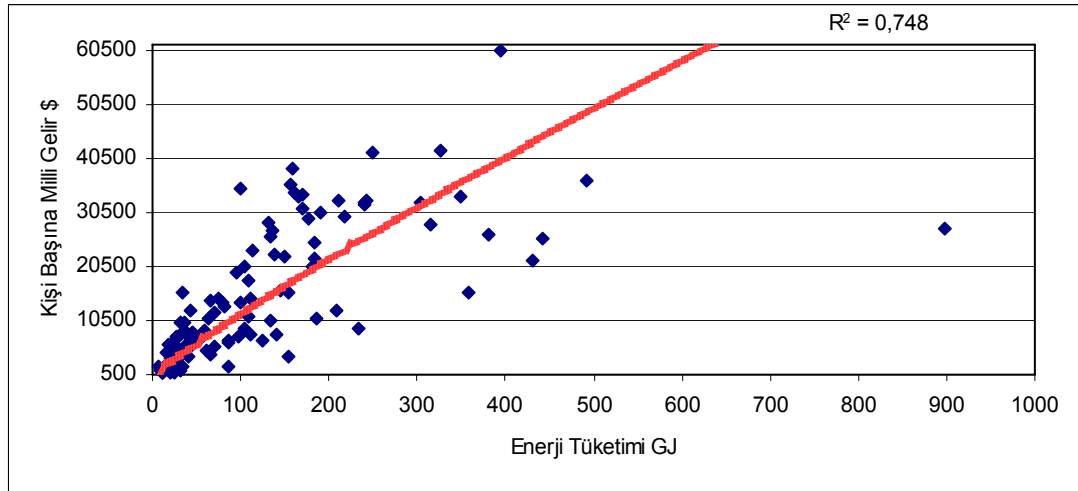
White'ın yaklaşımının iki olumlu yönü bulunmaktadır. İlk olarak, White, kültürel gelişimin gereği olarak gördüğü kültürel bikiminin içine, insan üretimi olan bütün unsurları dahil etmiştir. İkincisi, gelişime, sadece kişi başına enerji miktarındaki artış değil, çevreden enerji elde edilmesini sağlayan araçlardaki gelişmeler de katkı yapmaktadır. Dolayısıyla, bir toplum, kişi başına enerji tüketimini arttırmaksızın, kullanmış olduğu tedarik yöntemlerini iyileştirerek de kültürel gelişimi gerçekleştirebilir.

Medeniyet tarihi boyunca sağlanan gelişmelerin pek çoğunun, orduların savaş ve vuruş gücünü arttırmak için kötüye kullanılması, White'ın, enerji ve toplumsal gelişme arasında kurmuş olduğu bağlantının en zayıf tarafını oluşturmaktadır. Kullandığı enerji, ve teknoloji bakımından öncüllerinden ayrılan savaş araçları, modern enerji sisteminin gelişim yüzyılı olan 20. yüzyılda, yalnız savaş alanlarındaki kayıpların artmasına neden olmamış, aynı zamanda savaşın getirdiği ölüm ve yıkımı cephe gerisine taşımıştır²³³.

²³² Leslie A. White, **The Evolution Of Culture: The Development of Civilization to the Fall of Rome**, California, Left Coast Press Inc., 2007, pp.33-57.

²³³ Robert Friedel, **A Culture of Improvement: Technology and the Western Millennium**, London, The MIT Press, 2007, p.489.

Nükleer silahların, II. Dünya Savaşı ve sonrasında getirmiş olduğu tehlikenin ötesinde, konvansiyonel silahlardaki gelişme ve neden olduğu yıkım bile, enerji tüketimi ve sürekli gelişme fikrinin sorgulanması için yeterli olmaktadır. Örneğin, 1853-1856 yılları arasındaki Kırım Savaşı'nda silah altına alınan her 1000 askerden 200'ü yaşamını kaybederken, ölüm oranı I. Dünya Savaşı'nda 1500'ü, II. Dünya Savaşı'nda ise 2000'i aşmıştır²³⁴. Almanya, I. Dünya Savaşı'nda, bir milyon vatandaşı başına, 27.000 askerini kaybederken, kayıp sayısı II. Dünya Savaşı'nda 44.000'e yükselmiştir. Yaşanılan sivil kayıplar daha az değildir. Örneğin, Müttefik kuvvetlerin 1943 yılında Almanya'nın Hamburg şehrine yapmış oldukları üç günlük hava saldırısı boyunca 50 bin sivil hayatını kaybederken, şehrin %90'ı harap olmuştur²³⁵.



Grafik 1.19
Kişi Başına Düşen Milli Gelir ve Enerji Tüketimi İlişkisi 2005

Kaynak: United Nations Development Programme (UNDP), “Human Development Report 2007/2008:Fighting Climate Change Human Solidarity in a Divided World”, (Çevrimiçi) http://hdr.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf, 11 Temmuz 2008, pp.277,278; World Resource Institute, “Earth Trends:The Environmental Information Portal”, (Çevrimiçi) <http://earthtrends.wri.org>, 10 Temmuz 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

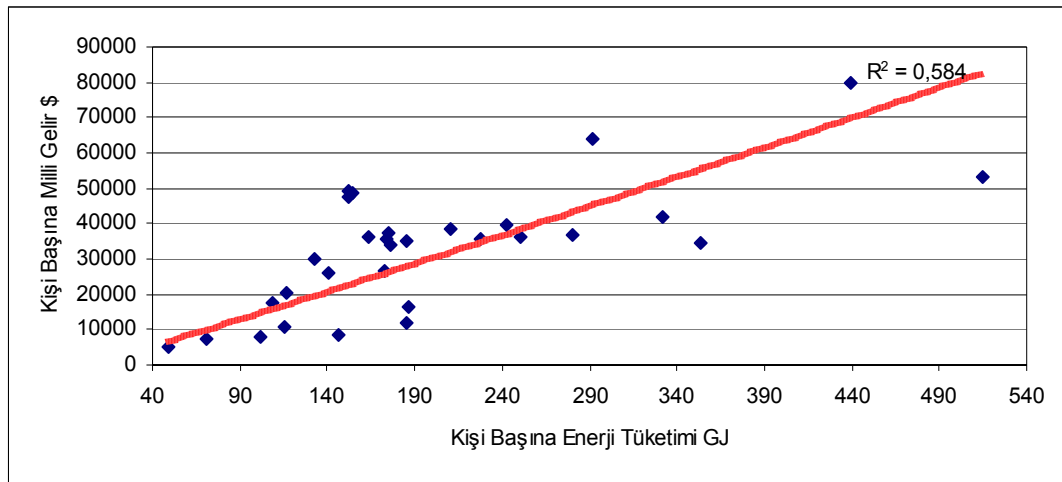
Günümüzde, gelişme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması için enerji kullanımının farklı yönleri göz önünde bulundurulmalıdır. Enerji tüketimi oranları değerlendirilirken, kişi başına enerji tüketimi kadar, enerji sistemini oluşturan modern enerji hizmetlerine (özellikle elektriğe) ulaşım da önem

²³⁴ Smil, **Energy in World History**, p.216.

²³⁵ Friedel, **a.g.e.**, pp. 490,491.

arz etmektedir²³⁶. Birleşmiş Milletler'in hazırladığı İnsani Gelişim Endeksi (İGE), kişi başına milli gelir, ortalama yaşam süresi, okuma yazma oranı gibi kriterleri içinde barındırmaktadır. Bu açıdan, kişi başına düşen milli gelir, ekonomik gelişmişliği, İGE ise, toplumsal gelişmişliğin ölçüleri olarak, enerji ve gelişme arasındaki ilişkinin incelenmesinde bir yöntem olarak kullanılabilir. Ekonomik açıdan, 129 ülkedeki kişi başına düşen milli gelir ve enerji tüketimi karşılaştırıldığında, iki değişken arasında bir ilişki (korelasyon katsayısı 0,705) olduğu görülmektedir (Grafik 1.19).

Kişi başına düşen milli geliri 10.000 \$'ın altında olan ülkelerin, kişi başına enerji tüketimleri 50 GJ'nin altında kalırken, kişi başına milli gelirleri 20.000 \$'ın üstünde olan ülkelerin, enerji tüketimi 100 GJ'nin üstünde gerçekleşmektedir. 129 ülkenin, milli gelir ve enerji tüketimi ortalamaları ise yaklaşık 13.000 \$/kişi ve 108 GJ olarak gerçekleşmektedir. OECD ülkeleri arasında yapılan bir karşılaştırmada ise, milli gelir ve enerji tüketimi arasında ilişkinin daha az belirgin olduğu görülmektedir (korelasyon katsayısı 0,706). OECD ülkelerinin kişi başına düşen milli gelir ortalaması, 32.395 \$ iken, kişi başına düşen enerji tüketim ortalaması yaklaşık, 200 GJ olarak hesaplanmıştır (Tablo 1.16).



Grafik 1.20
OECD Ülkelerinde Kişi Başına Milli Gelir ve Enerji Tüketimi İlişkisi 2005

Kaynak: UNDP, a.g.e., pp.277,278; IEA, **Energy Balances of OECD Countries 2004-2005**, p.203'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

²³⁶ IEA, **World Energy Outlook 2004**, p.334.

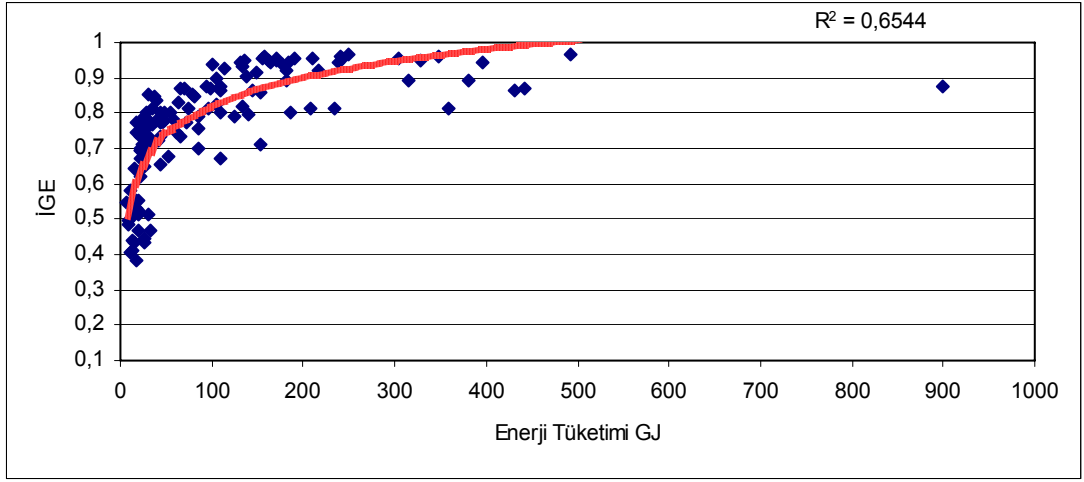
Tablo 1.16
OECD Ülkelerinde İGE ve Enerji Tüketimi 2005

Ülkeler	Kişi Başına Enerji Tüketimi GJ	İGE Sırası	İGE	Kişi Başına Milli Gelir \$2005
Avustralya	250,2	3	0,962	36.032
Avusturya	175,3	15	0,948	37.175
Belçika	227,2	17	0,946	35.389
Kanada	353,9	4	0,961	34.484
Çek. Cum.	185,5	32	0,891	12.152
Danimarka	152	14	0,949	47.769
Finlandiya	280	11	0,952	36.820
Fransa	184,9	10	0,952	34.936
Almanya	175,6	22	0,935	33.890
Yunanistan	117,2	24	0,926	20.282
Macaristan	115,6	36	0,874	10.830
İzlanda	514,5	1	0,968	53.290
İrlanda	154,8	5	0,959	48.524
İtalya	132,9	20	0,941	30.073
Japonya	174,4	8	0,953	35.484
G.Kore	185,9	26	0,921	16.309
Lüksemburg	439	18	0,944	79.851
Meksika	70,4	52	0,829	7.454
Hollanda	210,7	9	0,953	38.248
Y.Zelanda	173,2	19	0,943	26.664
Norveç	291,9	2	0,968	63.918
Polonya	102,3	37	0,870	7.945
Portekiz	108,2	29	0,897	17.376
Slovakya	146,8	42	0,863	8.616
İspanya	140,5	13	0,949	25.914
İsveç	242,7	6	0,956	39.637
İsviçre	152	7	0,955	49.351
Türkiye	49,7	84	0,775	5.030
B.Krallık	163,2	16	0,946	36.509
ABD	331,3	12	0,951	41.890
OECD	200,1	-	0,928	32.395

Kaynak: UNDP, a.g.e., pp.229,230; IEA, **Energy Balances of OECD Countries 2004-2005**, p.203'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

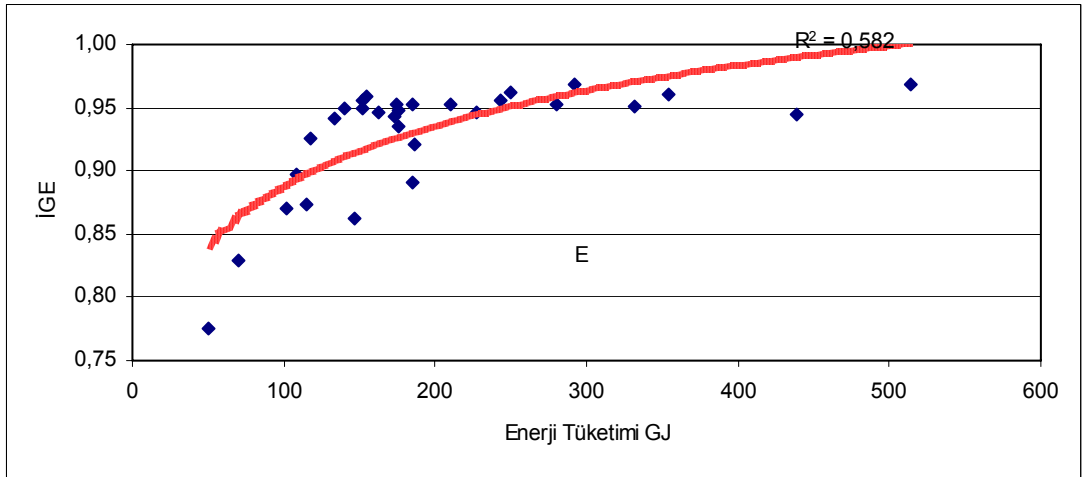
129 ülke arasındaki yapılan kişi başına enerji tüketimi ve İGE endeksi karşılaştırılmasında iki değişken arasında bir ilişki (korelasyon katsayısı 0,56) olduğunu söylemek mümkündür. OECD ülkelerinde, kişi başına enerji tüketimi ve İGE arasındaki ilişki ise benzer bir görünümü sergilemesine karşılık (korelasyon katsayısı 0,57), İGE puanı yüksek olan bazı ülkelerin kişi başına enerji tüketimlerinin düşük olduğu görülmektedir. Örneğin Japonya, İGE'de ABD'den daha yüksek sırada yer almasına karşılık, kişi başına enerji tüketimi ABD'nin yaklaşık %50'sine tekabül etmektedir. Bu durum, yaşam standartlarının yükseltilmesi için belli miktarda

(kişi başına yaklaşık 100 GJ) enerji tüketiminin gerekli olduğu, ancak daha fazla enerji tüketiminin giderek azalan oranlarda seçilen yaşam kalitesi standartlarına katkı yaptığı şeklinde yorumlanabilir²³⁷. 173 ülkenin, kişi başına elektrik tüketimi ve İGE arasındaki ilişki de, enerji tüketimine benzer bir tablo ortaya koymakta (korelasyon katsayısı 0,64); elektrik tüketimi, İGE puanı ile birlikte azalarak artmaktadır (Grafik 1.23)



Grafik 1.21
İGE ve Kişi Başına Enerji Tüketimi İlişkisi 2005

Kaynak: UNDP, a.g.e., pp.229.230.; Earth Resource Institute'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

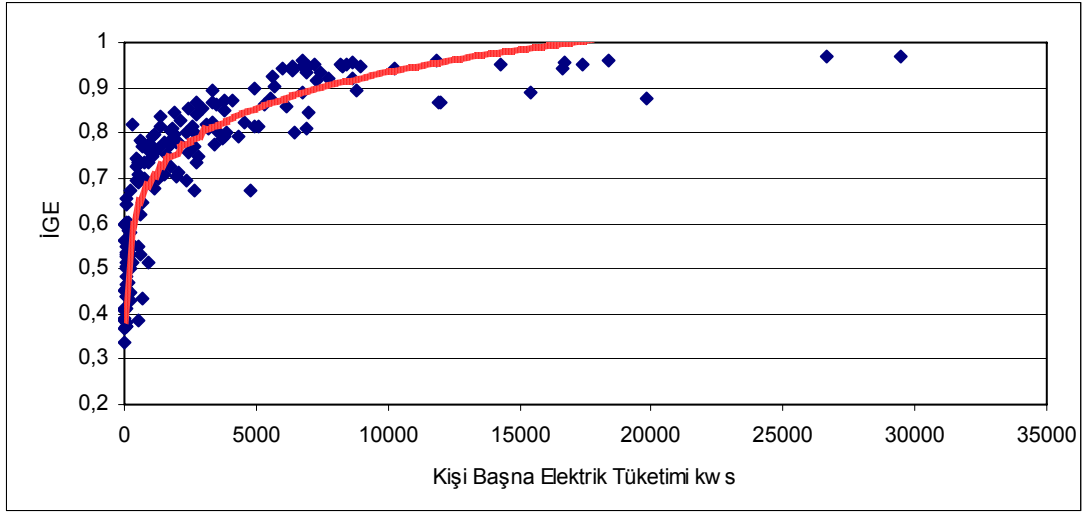


Grafik 1.22
OECD Ülkelerinde İGE ve Kişi Başına Enerji Tüketimi İlişkisi 2005

Kaynak: UNDP, a.g.e., pp.229-302; IEA, **Energy Balances of OECD Countries 2004-2005**, p.203'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

²³⁷ Smill, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, p.104.

Eğer, Birleşmiş Milletlerin hazırlamış olduğu insani gelişim endeksi, toplumsal gelişmişliğin bir göstergesi olarak alınırsa, enerji tüketiminin genel olarak ülkelerin gelişmişlik seviyeleri arttıkça yükseldiği görülmektedir. Kişisel gelir ile enerji tüketimi arasındaki ilişki daha belirgin bir şekilde görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi ve insani gelişmişlik endeksi arasındaki ilişki, zaten yüksek olan enerji tüketim değerleri nedeniyle azalmaktadır.

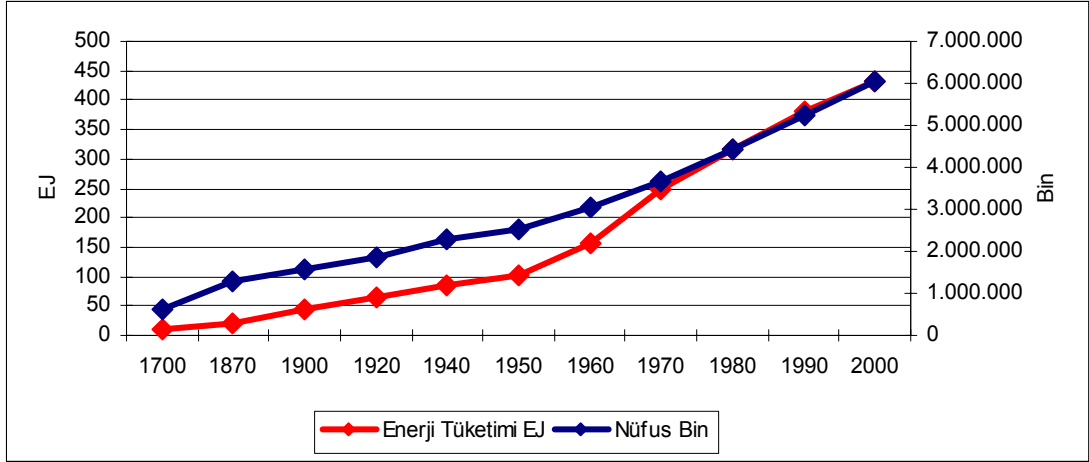


Grafik 1.23
İGE ve Kişi Başına Elektrik Tüketimi 2005

Kaynak: UNDP, a.g.e., pp.229-305'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

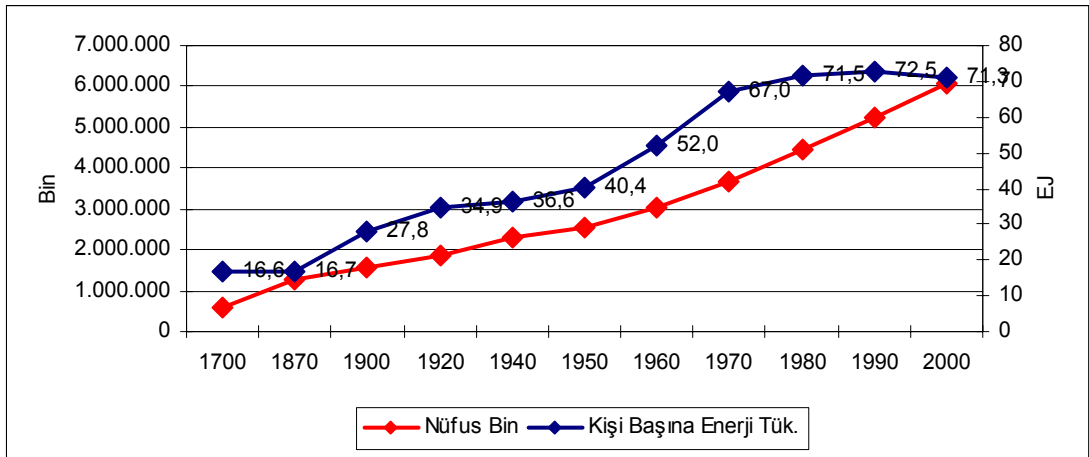
1.5.2. Enerji ve Nüfus

Dünya nüfusu, son üç yüz yılda, enerji tüketimine benzer bir gelişim göstererek on kat artış göstermiştir. 1700 yılında dünya üzerinde yaklaşık 600 milyon insan yaşarken, 2000 yılında dünya nüfusu altı milyarın üzerine çıkmıştır. Bu sürede dünya enerji tüketiminin yaklaşık 43 kat arttığı görülmektedir. I. Dünya Savaşı'na yaklaşık 1,8 milyarlık bir nüfusla giren dünyada, dünya savaşları nedeniyle yavaşlayan nüfus artışı hızı, II. Dünya Savaşı'nın bitiminden sonra büyük bir hızla artmıştır. 1950 yılında, 2,5 milyar olan nüfus, 50 yıl gibi kısa bir sürede 6 milyarın üzerine çıkmıştır (Grafik 1.24).



Grafik 1.24
Dünya Nüfusu ve Toplam Enerji Tüketimi 1700-2000

Kaynak: Maddison, a.g.e.; Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, p.397'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

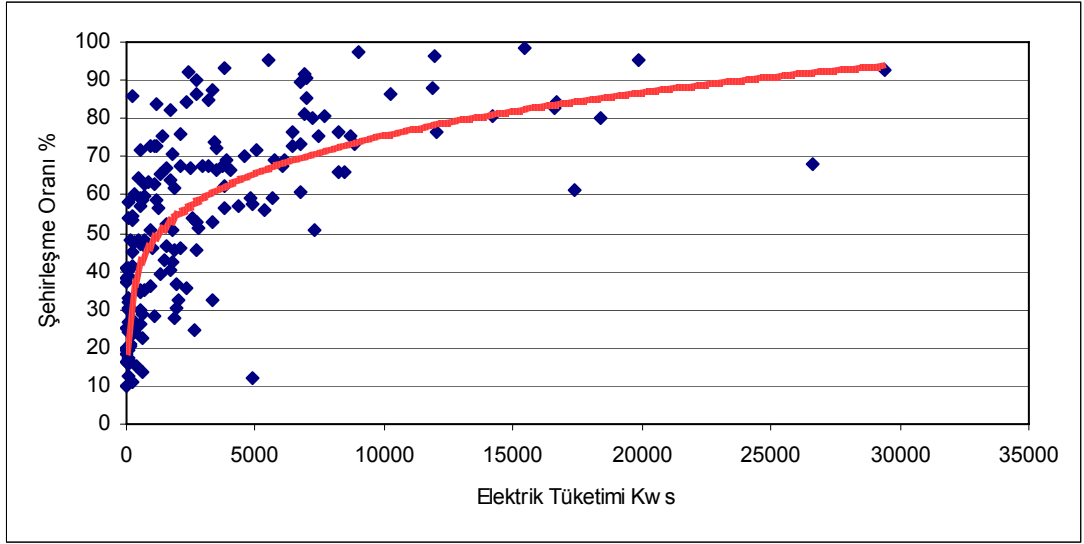


Grafik 1.25
Dünya Nüfusu ve Kişi Başına Enerji Tüketimi 1700-2000

Kaynak: Maddison, a.g.e.; Smil, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, p.397'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Enerji tüketimindeki yükselişe karşın, nüfustaki artış kişi başına düşen enerji miktarının yükselmesini yavaşlatmıştır. 1700-2000 yılları arasında, toplam enerji tüketimi 43 kat artarken, kişi başına enerji tüketimi, 16,6 GJ'den 71,3 GJ'ye yükselerek yaklaşık olarak 4,3 kat artmıştır. Kişi başına enerji tüketimindeki artış, iki dünya savaşı arasındaki dönemde yavaşlarken, özellikle 1950-1970 yılları arasında hızlanmış, 1970'li yıllardan sonra azalarak durağan hale gelmiştir (Grafik 1.25). Nüfustaki toplam artış yanında, şehir ve kırsal nüfus oranındaki değişimler de enerji

sistemi açısından önem taşımaktadır. Şehirleşmeyle birlikte enerji tüketiminde bir artış yaşanması beklenen bir sonuçtur. 171 ülkenin şehirleşme oranları ve kişi başına elektrik tüketimlerinin karşılaştırılması, böyle bir ilişkinin varlığını göstermektedir (Grafik 1.26).



Grafik 1.26
Şehirleşme Oranı ve Kişi Başına Elektrik Tüketimi 2005

Kaynak: UNDP, a.g.e., pp.243-306'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Demografik değişimler ve enerji tüketimi arasındaki yakın ilişki, özellikle büyük nüfusa sahip ülkelerin enerji tüketimindeki yükselişlerin, dünya dengeleri açısından önemli sonuçlar doğmasına yol açmaktadır. Bu konuda, özellikle Çin ve Hindistan gibi ülkelerin durumu açısından önem arz etmektedir. 2005 yılı itibarıyla, bu iki ülkenin nüfusu, dünya nüfusunun %37'sini oluştururken, iki ülkenin toplam enerji tüketimi dünya tüketiminin %17'sine tekabül etmektedir. Bu durum, iki ülkede kişi başına düşen enerji miktarının dünya ortalamasının altında olması anlamına gelmektedir. 2005 yılında, dünyada kişi başına enerji tüketimi 71,8 GJ iken, Çin ve Hindistan'ın kişi başına enerji tüketimleri sırasıyla, 51,4 ve 14,8 GJ olarak hesaplanmaktadır (Tablo 1.17).

Tablo 1.17
Dünya Nüfusu ve Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi 2005

Ülkeler	Nüfus (Milyon)	Toplam Enerji Tüketimi (EJ)	Kişi Başına Enerji Tüketimi (GJ)
ABD	295,73	100,69	340,5
Fransa	62,98	11,43	181,5
Almanya	82,43	14,51	176
İtalya	58,13	8,07	138,9
İtalya	40,34	6,59	163,3
Türkiye	69,66	3,74	53,7
B.Krallık	60,44	10,01	165,7
Rusya	142,78	30,29	212,2
Çin	1.306,31	67,09	51,4
Hindistan	1.093,56	16,20	14,8
Japonya	127,54	22,57	177
Dünya	6.444,81	462,80	71,8

Kaynak: EIA, “World Population 1980-2005”, (Çevrimiçi) [http:// www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/ table1.xls](http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table1.xls), 19 Ağustos 2008; EIA, “World Primary Energy Consumption 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table1.xls>, 19 Ağustos 2008’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

İki ülkenin kişi başına enerji tüketimlerinin OECD ülkelerinin ortalaması olan 200 GJ’nin yarısına yükselmesi, dünya birincil enerji talebinin, 156,7 EJ artması anlamına gelmektedir. Bu değer, ülkeler arasında birincil enerji tüketimi bakımından birinci sırada olan ABD’nin toplam enerji tüketiminden yaklaşık %50 daha fazladır (Tablo 1.18). Yapılan projeksiyonlar, bu duruma yakın sonuçlar vermektedir. Örneğin, UEA’nın Referans Senaryosu’na göre, 2005-2030 yılları arasında, dünya nüfusu yılda %1 oranında artarak, 6,4 milyardan, 8,2 milyara ulaşacaktır. Nüfustaki artışın büyük bölümünün gelişmekte olan ülkelere kaynaklanması beklenmektedir. OECD ülkelerinin nüfuslarındaki büyüme hızının aynı dönemde yıllık %0,4, gelişmekte olan ülkelerin ise yıllık %1,2 olması ön görülmektedir. Çin nüfusunun büyüme hızı OECD ülkelerine eşit tahmin edilmekte, ancak Hindistan nüfusunun %1,1 oranı ile dünya ortalamasının üstünde büyümesi beklenmektedir. Aynı senaryoya göre, dünya birincil enerji tüketiminin, 2005-2030 yılları arasında %55 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın, %45 ise, Çin ve Hindistan’ın enerji tüketimindeki artıştan kaynaklanması ön görülmektedir. Çin ve Hindistan’ın enerji tüketimindeki artış miktarı yaklaşık 119 EJ’ye tekabül etmektedir. Projeksiyonda ön görülen bu artış bile, ABD’nin toplam enerji miktarından daha fazladır. Bu durum, dünya enerji sistemi konusunda, bütün dikkatlerin Çin ve

Hindistan üzerinde toplanmasına neden olmakta, enerji arzı problemini ülkelerin gündeminde birinci sıraya taşımaktadır²³⁸.

1.6. SİYASİ BOYUT

1.6.1. Enerji Güvenliği

Ekonomik ve sosyal dinamiklerin (ekonomik büyüme, sanayileşme, nüfus artışı, şehirleşme vb) neden olduğu enerji talebindeki artış, güvenli ve uygun enerji tedarikini, ülkelerin gündeminde ilk sıraya taşımaktadır. Genel olarak, enerji güvenliği, arzu edilen bütün zamanlarda enerjiye sorunsuz ulaşımı ifade etmektedir. Bu açıdan, enerji güvenliği, birincil kaynakların yanında, enerji hizmetlerinin nihai tüketiciye ulaştırılmasını sağlayan diğer bütün hizmetleri de kapsamaktadır²³⁹. Ancak, ülkelerin tüketimlerdeki ağırlıklı rolleri, enerji güvenliği tartışmalarında fosil yakıtları ön plana çıkarmaktadır. Fosil yakıtların tükenebilir ve kıt karakteri, bazı ülkeleri, bu kaynakların ihracatçısı, bazılarını da ithalatçısı konumuna getirmiştir. İhtiyaç duyulan kaynaklar konusunda dışa bağımlılık durumu ise, enerji güvenliği kavramına uluslararası bir nitelik kazandırmaktadır. Devletlerin, başka devletlerin egemenlik alanında yer alan kaynaklara müdahale edebilme imkânlarının kısıtlılığı, enerji güvenliği konusunun, çoğunlukla dış kaynaklı bir mesele olarak algılanmasına sebep olmaktadır²⁴⁰.

Petrol ve doğal gaz rezervlerinin dünya üzerindeki dengesiz dağılımı, bu kaynaklar açısından zengin üretici ülkeler ile, bu kaynakların ithalatına bağımlı tüketici ülkelerin, enerji güvenliği konusuna bakışını şekillendirmektedir. Üretici ülkeler açısından, petrol ve doğal gaz gelirleri, ekonomik ve sosyal düzenin devamı için kritik derecede önem arz etmektedir. Örneğin, petrol fiyatındaki 1 \$'lık değişim, günde 2,52 milyon varil petrol ihracatına sahip İran'ın ihracat gelirlerinde yıllık 900

²³⁸ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.60,74,119.

²³⁹ Hoogeveen, Perlot, **a.g.e.**, p.51.

²⁴⁰ Sanam S Haghighi, **Energy Security: The External Legal Relations of the European Union with Major Oil and Gas Supplying Countries**, Oxford/Portland, Oregon, Hart Publishing, 2007, p.17.

milyon \$'lık bir fark yaratmaktadır²⁴¹. Bu açıdan, petrol ve doğal gazı sahip olan ülkeler, enerji güvenliğini, talep açısından değerlendirmekte, yüksek ve istikrarlı gelir sağlayan bir sistemi, kendi enerji güvenlikleri açısından önemli görmektedir²⁴². Enerji ithalatçısı ülkeler ise, enerji güvenliğini daha çok arz açısından ele almakta; enerjinin arz güvenliği üzerinde durmaktadır. Bu nedenle, enerji kaynaklarının ithalatında yaşanacak bir kesinti ya da ani fiyat artışları, tüketici ülkeler için daha fazla önem arz etmektedir. Örneğin, 2007 yılının ilk altı aylık döneminde, ortalama 55,76 \$'dan 1,85 milyar varil petrol ithalatı yapan ABD'nin petrol ithalatı faturası yaklaşık 103 milyar dolar iken, 2008 yılının aynı döneminde ithalat faturası, 1,78 milyar varil ithalat yapılmasına rağmen 171,8 milyar dolara yükselmiştir²⁴³.

Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu pek çok OECD ülkesinin, petrol ve doğal gaz tedarikinde ithalata olan bağımlılıkları, enerji arzı güvenliği konusunu ön plana çıkarmaktadır. UEA, enerji güvenliğini *arzu edilen enerji miktarının uygun maliyetlerle temin edilebilmesi* olarak tarif etmekte; ve enerji güvenliğini daha çok tüketici ülkeler açısından değerlendirmektedir²⁴⁴. AB Komisyonunun, 2000 yılında yayınladığı ve enerji arzı güvenliğini konu alan Yeşil Kitap'ı, daha geniş bir tanıımı tercih etmektedir. Güvenli enerji arzı, enerji kaynaklarının fiziksel tedarikini, sürdürülebilir kalkınma kriterlerine uygun olarak toplumun bütün kesimleri için uygun, ve ekonomik sistemin düzgün işlemlerini mümkün kılan fiyatlardan sağlamalıdır. Komisyona göre, enerji arzı güvenliği ile ulaşılmak istenen amaç, enerji ithalatından bağımsızlık ya da ithalata olan bağımlılığın minimum seviyeye indirilmesi değil; enerji arzı konusunda dışarıya bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılmasıdır²⁴⁵. AB Komisyonu, enerji arzı güvenliği açısından söz konusu olan riskleri ise, fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere dört ana başlık altında toplamaktadır.

²⁴¹ Roger Howard, **Iran Oil: The New Middle East Challenge to America**, London, I.B. Tauris, 2007, p.128.

²⁴² Maugeri, **a.g.e.**, p.261.

²⁴³ U.S Census Bureau, "Foreign Trade Statistics-US Imports of Crude Oil", (Çevrimiçi) <http://www.census.gov/foreign-trade/statistics/historical/petr.pdf>, 15 Ağustos 2008, p.1.

²⁴⁴ IEA, "The IEA Natural Gas Security Study", (Çevrimiçi) http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/1990/nat_gas1995.pdf, 18 Ağustos 2008 p.23.

²⁴⁵ European Commission (EC), "Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply", COM(2000) 769 Final, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf, 19 Ağustos 2008, p.10.

Fiziksel risk, enerji kaynaklarının tükenmesi (özellikle petrol) veya üretiminin durdurulmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, doğal felaketler, grevler, jeopolitik krizler enerjinin fiziksel akışını kısa dönemler itibarıyla kesintiye uğratabilir. Uluslararası piyasalarda meydana gelen ani fiyat yükselişleri veya dalgalanmaları ekonomik riskleri oluşturmaktadır. Üretici ülkelerle ve/veya ülkelerde yaşanacak gelişmeler neticesinde kesintiye uğrayan enerji tedarikinin sosyal problemlere yol açması ise sosyal riskleri oluşturmaktadır. Son olarak meydana gelebilecek çevre felaketlerinin (nükleer santral veya petrol ve doğal gaz iletim zincirince meydana gelen kazalar gibi) neden olduğu arz problemleri ise çevresel riskler alanına girmektedir. AB Komisyonu'nun arz güvenliğine getirmiş olduğu geniş bakış açısına karşın, siyasi açıdan karşılaşılabilecek riskler, üç ana başlık altında toplanabilir²⁴⁶.

- I. Ülkeler arasındaki siyasi ilişkilerin durumu, enerji güvenliği açısından önem arz etmektedir. Üretici ve transit ülkelerde meydana gelebilecek bir politika değişikliği, enerji kaynaklarının tüketici ülkelere olan ihracatını engelleyebilmektedir. 1973/74 yıllarında meydana gelen Arap/İsrail Savaşları sırasında, bazı ülkelere petrol ihracatının durdurulması bu duruma örnek olarak verilebilir. Bu duruma ek olarak, tüketici ya da ithalatçı ülkelerin, üretici ülkelere karşı olan tutumları da enerji arzında kesinti ve azalmalara yol açabilir. Özellikle, ABD'nin Irak, İran ve Libya gibi ülkelere uygulamış olduğu ambargolar bu tip gelişmelere örnek teşkil etmektedir.
- II. Üretici ve transit ülkelerde meydana gelen siyasi ve sosyal istikrarsızlıklar, petrol ve doğal gaz üretim tesislerinin, boru hatlarının zarar görmesi, enerji kaynaklarının üretimine ve/veya ihracatına zarar verebilir. Irak'ta yaşanan olaylar, Nijerya'da petrol üretim bölgesindeki yerel topluluklar ile merkezi hükümet arasındaki anlaşmazlıklar bu tip risk içinde değerlendirilebilir.

²⁴⁶ Clingendael International Energy Programme, "Study on Energy Supply Security and Geopolitics", January 2004, (Çevrimiçi) http://www.clingendael.nl/publications/2004/200401000_ciep_study.pdf, 16 Eylül 2006, pp. 38,41.

- III. Petrol ve doğal gaz üretimi için yabancı sermayeye ihtiyaç duyan ülkelerdeki, yatırım ortamının iyi olmaması, yapılacak yatırımları, dolayısıyla üretim ve ihracatı olumsuz olarak etkileyebilir. Rusya ve Hazar Denizi bölgesine yer alan ülkeler, Venezuela, Suudi Arabistan gibi ülkelerin yabancı sermaye konusundaki tutumları bu tip risklere örnek olarak verilebilir.

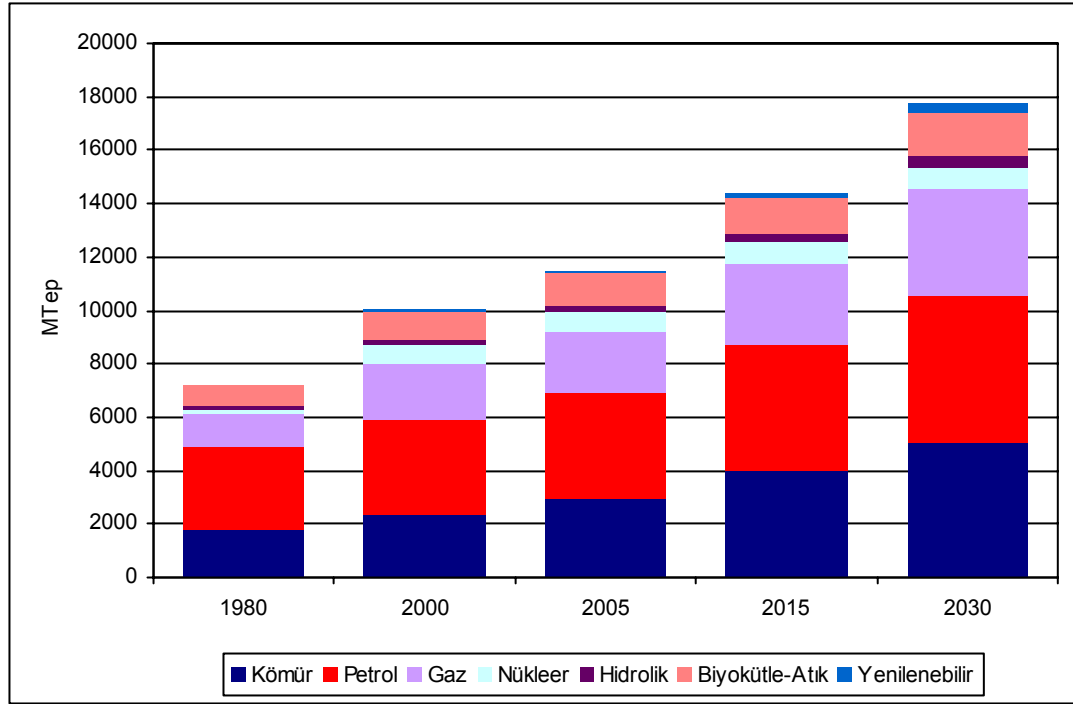
1.6.2. Enerji Kaynakları ve Enerji Güvenliği

Enerji güvenliğinin açısından, bir ülkenin iç kaynaklarını kullanarak dışa bağımlılığın azaltılması en ideal seçenek olarak ön plana çıkmaktadır. Ülkelerin kendi egemenlik sahası içindeki kaynaklar üzerindeki tasarruf hakları, enerji güvenliğinin sağlanmasında gerekli tedbirlerin daha kolay alınabilmesine imkân sağlamaktadır. Bununla beraber, yenilenebilir kaynaklardan farklı olarak, fosil yakıtlar ve nükleer enerjinin temel yakıtı olan uranyumun, tükenebilir karakteri; yeryüzündeki dengesiz dağılımları, bazı ülkeleri bu konuda şanslı hale getirirken diğerlerini dışa bağımlı hale getirmektedir²⁴⁷.

1.6.2.1. Petrol ve Doğal Gaz

Enerji tüketiminin büyük bir bölümü fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Farklı kurumlar tarafından yapılan projeksiyonlarda enerji talebinin gelecekte de yükselmeye devam edeceği öngörülmektedir. Örneğin, UEA'nın Referans Senaryosu'na göre, 2005-2030 yılları arasında, dünya birincil enerji talebinin yılda %1,8, toplamda ise %55 oranında artış göstermesi beklenmektedir (Grafik 1.27).

²⁴⁷ Hoogeveen, Perlot, **a.g.e.**, p.36.



Grafik 1.27
UEA Referans Senaryoya Göre Dünya Birincil Enerji Talebi 2005-2030

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.74'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2005 yılında, enerji talebinin yaklaşık %81'ini karşılayan fosil yakıtların, 2030 yılında da, %82'lik oranla enerji sistemindeki paylarını korumaya devam edeceği tahmin edilmektedir. UEA'nın, Referans Senaryo'ya alternatif olarak hazırladığı bir ikinci senaryosu daha bulunmaktadır. Alternatif Senaryo olarak tanımlanan bu ikinci senaryoda ise, mevcut politikalardan ziyade, hükümetlerin enerji tüketiminin ve çevreye olan etkilerin azaltılması amacıyla, açıkladığı, ancak henüz uygulamaya koymadıkları tedbirler göz önünde bulundurulmaktadır. Alternatif Senaryoya göre, 2005-2030 döneminde dünya birincil enerji talebinde, Referans Senaryo'daki %55'lik artışın aksine, %38'lik bir yükseliş ön görülmektedir. Bu senaryoda da, fosil yakıtların, payları %76,3 düşmesine rağmen, enerji sistemi içindeki ağırlıklarını korumaları beklenmektedir²⁴⁸. Yapılan iki projeksiyonda gözden kaçırılmaması gereken husus, enerji tüketiminde düşen paylarına karşın, bütün fosil yakıtların tüketimlerinde nominal artışların ön görülüyor olmasıdır.

²⁴⁸ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.66,97.

Tablo 1.18
Dünya Birincil Enerji Tüketimi 2007

Enerji Kaynakları	Mtep	Pay (%)	EJ
Petrol	3952,8	35,6	166
Doğal Gaz	2637,7	23,8	110,8
Kömür	3177,5	28,6	133,4
Nükleer Enerji	622	5,6	26,1
Hidrolik	709,2	6,4	29,7
Toplam	11099,3	100	466

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, p.41’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Değerlendirmelerinde, ticari enerji kaynaklarını göz önünde bulunduran, BP’ye göre, 2007 yılında, Dünya birincil enerji tüketimi 11.099,3 Mtep* olarak gerçekleşmiştir. Tüketimin, yaklaşık %88’i, petrol, doğal gaz ve kömür tarafından karşılanmıştır (Tablo 1.18). Bu durum, ticari enerji kaynakları olarak fosil yakıtların enerji sistemi içindeki paylarının önemine işaret etmektedir. Ancak, fosil yakıtların tükenebilir ve kıt kaynaklar olmaları, dünya enerji dengesi açısından önemli bir problem oluşturmaktadır. Ayrıca, tüketimin yaklaşık %60’ını karşılayan petrol ve doğal gaz rezervlerinin, yeryüzündeki dengesiz bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 1.19
Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Bölgelerarası Dağılımı 2007

Bölgeler	Milyar Varil	Payı (%)
Asya Pasifik	40,8	3,3
Kuzey Amerika	69,3	5,6
Orta ve Güney Amerika	111,2	9
Afrika	117,5	9,5
Avrupa ve Eurasya	143,7	11,6
Orta Doğu	755,3	61
Dünya	1.237,9	100

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, p.7’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya kanıtlanmış petrol rezervleri, 2007 yılı sonu itibarıyla 1.237,9 milyar varildir. 2007 yılı ortalama üretim miktarı göz önünde bulundurulduğunda kanıtlanmış petrol rezervlerinin yaklaşık 41,6 yıl ömrü bulunmaktadır. Rezervlerin, yaklaşık %61’i Orta Doğu bölgesinde, %75’5’i ise, OPEC üyesi olan 13 ülkede

* 1 Mtep: 1 milyon ton petrole eşdeğer enerjiyi temsil etmektedir. 1 Mtep yaklaşık olarak 42×10^{15} J etmektedir. 11099,3 Mtep, yaklaşık olarak, 466,17 EJ (EkzaJoule; 10^{18} J)

[Cezayir, Cemahiriye, Angola, Ekvator, Endonezya, İran, Irak, Kuveyt, Libya, Nijerya, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Venezuela] bulunmaktadır (Tablo 1.19, 1.20).

Tablo 1.20
Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervlerinin Ülke Gruplarına Göre Dağılımı 2007

Ülke Grupları	Milyar Varil	Payı (%)
AB	6,8	0,5
OECD	88,3	7,1
OPEC	934,7	75,5
OPEC-DIŞI	175	14,1
Eski SSCB	128,1	10,4
Dünya	1237,9	100

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, p.6’dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1.21
Dünya Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri 2007

Ülkeler	Trilyon m ³	Pay (%)
AB	2,84	1,6
OECD	11,77	6,6
Eski SSCB	55,53	31,3
Rusya	44,65	25,1
İran	27,8	15,6
Katar	25,6	14,4
Dünya	177,36	100

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, p.22’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya kanıtlanmış doğal gaz rezervleri ise, 2007 yılı itibarıyla, 177,36 trilyon m³ düzeyindedir. 2007 yılı üretim miktarı ile, doğal gaz rezervlerinin, 60,3 ömrü bulunmaktadır. Doğal gaz rezervlerinin, %54’ü üç ülkede (Rusya, İran, Katar) yoğunlaşmıştır. Rezervlerin ancak %8,9’u OECD ülkelerinde, %1,6’sı ise AB ülkelerindedir (Tablo 1.21).

Dünya petrol rezerv-üretim-tüketim tablosu, petrolün stratejik önemini arttıran dengesizlikler içermektedir (Tablo 1.22). İlk olarak, OPEC ülkeleri, dünya kanıtlanmış petrol rezervlerinin %75,5’ine sahip olmalarına karşın, üretimin ancak %43’ünü gerçekleştirmektedir. Kanıtlanmış rezervlerin %14,1, OPEC-dışı ülkelerde bulunmakta; fakat üretimin %41,1’i bu ülkeler tarafından üstlenilmektedir. Bu durum sürdürülebilir bir üretim-rezerv dengesini yansıtmamaktadır. OPEC-dışı ülkelerin

üretimlerindeki düşüş, OPEC'in dünya petrol piyasasındaki payının artacağı anlamına gelmektedir. Nitekim, UEA'nın 2007 yılı Referans Senaryo'suna göre, OPEC'in pazar payının, 2030 yılında %60'a yükseleceği tahmin edilmektedir²⁴⁹. OECD ülkeleri, dünya petrol tüketiminin, %57,4'ünden sorumlu iken, üretimin ancak %23,5'ini gerçekleştirebilmekte ve kanıtlanmış rezervlerin %7,1'ine sahip bulunmaktadır.

Tablo 1.22
Petrol Rezerv-Üretim-Tüketim Tablosu 2007

Ülkeler	Rezerv (Milyar Varil)	Pay (%)	Üretim (Bin Varil/Gün)	Pay (%)	Tüketim (Bin Varil/Gün)	Pay (%)
AB	6,8	0,5	2.394	2,9	14.861	17,4
OECD	88,3	7,1	19.170	23,5	48.934	57,4
ABD	29,4	2,4	6.879	8,4	20.698	24,2
Çin	15,5	1,3	3.743	4,5	7.855	9,2
Hindistan	5,5	0,4	801	0,9	2.748	3,2
Rusya	79,4	6,4	9.978	12,2	2.699	3,1
Japonya	-	-	-	-	5.051	5,9
Dünya	1237,9	100	81.533	100	85.220	100

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.6-13'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1.23
Petrol Üretim Tüketim Dengesi 2007

Ülkeler	Üretim (Bin Varil/Gün)	Tüketim (Bin Varil/Gün)	Üretim Tüketim Karşılığı Oranı (%)
AB	2.394	14.861	16,1
OECD	19.170	48.934	39,1
ABD	6.879	20.698	33,2
Çin	3.743	7.855	47,6
Hindistan	801	2.748	29,1
Rusya	9.978	2.699	369
Japonya	-	5.051	0

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.6-13'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya'nın en çok petrol tüketen ilk üç ülkesi, ABD, Çin, Japonya ve AB'nin net ithalatçı konumda bulunmaları (Tablo 1.23), OPEC ülkeleri ve Orta Doğu bölgesinde yoğunlaşmış olan petrole ulaşım mücadelesini ön plana çıkarmaktadır. Aynı şekilde, net ithalatçı konumda bulunan Çin ve Hindistan'ın, yükselen petrol

²⁴⁹ IEA, *World Energy Outlook 2007*, p.82.

tüketimleri, (1997-2007 yılları arası, Çin'in petrol tüketimi %87, Hindistan'ın %50 oranında) alıcıların çoğunlukta olduğu bir petrol piyasasının ortaya çıkmasına neden olmaktadır²⁵⁰.

Tablo 1.24
Doğal Gaz Rezerv-Üretim-Tüketim Tablosu 2007

Ülkeler	Rezerv (Trilyon m ³)	Pay (%)	Üretim (Milyar m ³)	Pay (%)	Tüketim (Milyar m ³)	Pay (%)
AB	2,84	1,6	191,9	6,5	481,9	16,4
OECD	15,77	8,9	1093,3	37,1	1454,3	49,7
ABD	5,98	3,4	545,9	18,5	652,9	22,3
Rusya	44,65	25,2	607,4	13,6	438,8	15
Çin	1,88	1,1	69,3	2,3	67,3	2,3
Hindistan	1,06	0,6	30,2	1	40,2	1,3
Japonya	-	-	-	-	90,2	3
Dünya	177,36	100	2940	100	2921,9	100

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.22-27'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2007 yılında, dünya genelinde 2.921,9 milyar m³ doğal gaz tüketilmiştir. Doğal gaz rezerv-üretim-tüketim tablosu, petrole benzer özellikler taşımaktadır (Tablo 1.24). OECD ülkeleri, kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin %8,9'una sahip bulunmakta, fakat doğal gaz üretiminin %37,1'ini, tüketiminin ise, %49,7'sini gerçekleştirmektedir. Çin, Hindistan ve Japonya gibi uzak doğu ülkelerinin petrol tüketiminde olduğu gibi, doğal gaz konusunda da ithalata bağımlı olmaları, büyük oranda Avrasya bölgesinde yoğunlaşmış doğal gaz kaynaklarının değerini arttırmaktadır (Tablo 1.25).

Yapılan projeksiyonlar, küçük farklılıklar içerse de, petrol ve doğal gaza olan talebin gelecekte de devam edeceği yönündedir. UEA, 2006 yılında, 84,7 milyon varil olarak tahmin ettiği günlük petrol talebinin, Referans Senaryoya göre, 2030 yılında, 116,3 milyon varile çıkacağını tahmin etmektedir²⁵¹. ABD Enerji Bakanlığı'nın Referans Senaryosu'nun projeksiyonu ise, 2004 yılındaki 83 milyon talebin, 2030 yılında 118 milyon varile yükselmesini beklemektedir²⁵². OPEC'in petrol tüketimine dair yapmış olduğu projeksiyon ise, petrol talebinde daha küçük bir

²⁵⁰ Hoogeveen, Perlot, a.g.e., p.28.

²⁵¹ A.e., p.80.

²⁵² EIA, "International Energy Outlook 2007", p.29.

yükseliş beklemektedir. Bu projeksiyona göre, 2006 yılında 84,7 milyon varil olan petrol talebi, 2030 yılında 113,3 milyon varile yükselecektir²⁵³. UEA, Referans Senaryo'ya göre, dünya doğal gaz talebinin 2005-2006 yılları arasında, 2.854 milyar m³'den 4.779 milyara yükseleceğini ön görmektedir²⁵⁴. ABD Enerji Bakanlığı ise, 2004 yılında, 2.831 milyar m³ olan dünya doğal gaz tüketiminin, 2030 yılında 4.614 milyar m³ olmasını beklemektedir²⁵⁵.

Tablo 1.25
Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 2007

Ülkeler	Üretim (Milyar m ³ /Yıl)	Tüketim (Milyar m ³ /Yıl)	Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı (%)
AB	191,9	481,9	39,8
OECD	1093,3	1454,3	75,1
ABD	545,9	652,9	83,6
Rusya	607,4	438,8	138,4
Çin	69,3	67,3	102,9
Hindistan	30,2	40,2	75,1
Japonya	-	90,2	0

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, pp.22-27’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol ve doğal gaza olan talebin gelecekte de devam etmesi durumunda, dünya enerji güvenliği açısından önemli sonuçların ortaya çıkması beklenmektedir²⁵⁶.

- Özellikle Çin ve Hindistan’dan kaynaklanan talep artışı yanında, diğer tüketici ülkelerin de, petrol ve doğal gaz ithalatına giderek daha çok bağımlı hale gelmeleri, güvenli ve temin edilebilir enerji tedarikini gelecek yıllarda zorlaştırabilir.
- Petrol ve doğal gaz rezervlerinin belli ülkelerde yoğunlaşmış olması, üretimin giderek daha az sayıda ülke tarafından gerçekleştirileceğini göstermektedir. Belli ülkelere yoğunlaşan üretim, ülkeler arasındaki enerji ticaretinin artmasını sağlayarak, taraflar açısından olumlu sonuçlar doğurabilir. Ancak, daha fazla petrol ve doğal gazın,

²⁵³ OPEC, “World Oil Outlook 2008”, (Çevrimiçi) <http://www.opec.org/library/World%20Oil%20Outlook/pdf/WOO2008.pdf>, 20 Ağustos 2008, p.33.

²⁵⁴ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.85.

²⁵⁵ EIA, “International Energy Outlook 2007”, p.39.

²⁵⁶ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.159.

uluslararası ticarete konu olması, ulaştırma rota ve seçeneklerinin de azalmasına neden olacaktır. Bu durum, bir yandan ağırlıklı olarak kullanılmakta olan petrol ve doğal gaz iletim rotalarının yükünün artmasına sebep olurken, diğer yandan iletim hatlarında meydana gelebilecek aksaklıkların küresel pazarlar üzerindeki etkilerini genişletebilir.

- 1990'lı yıllarda düşük seyreden petrol fiyatları ve petrol endüstrisinde yaşanan gelişmeler (uluslararası petrol endüstrisinde yeniden yapılanma, birleşmeler, maliyet azaltıcı tedbirler, petrol üreticisi ülkelerin gelir ihtiyacının ulusal petrol şirketleri üzerinde oluşturmuş olduğu baskılar vb) arama ve üretim faaliyetleri için yapılan yatırımların kısılması sonucunu dođurmuřtur²⁵⁷. 2009 yılında, OPEC yedek üretim kapasitesinin, 2 milyon varil/güne düşmesi beklenmektedir²⁵⁸. Ortaya çıkabilecek arz sıkıntılarının telafi edilmesini mümkün kılan yedek üretim kapasitesinin darlığı, arzda yaşanabilecek kk kesintilerin küresel pazarlardaki etkilerini güçlendirebilir.
- Petrol ve doğal gaza olan talebin devam etmesi, petrol ve doğal gaz için sırasıyla yaklaşık 40 ve 60 yıl olan rezerv/üretim oranlarının devam ettirilebilmesini zorlaştırmaktadır. Üretim miktarının, kanıtlanmış rezerv miktarını koruyarak arttırılması, hem keşif hem de üretim faaliyetleri için yatırım ihtiyacının artması anlamına gelmektedir. 2005-2030 yılları arasında, artan ihtiyacın karşılanması için gerekli yatırım miktarı petrol endüstrisi için, 5.360, doğal gaz endüstrisi için 4.229 milyar \$ olarak n grlmektedir²⁵⁹. Artan talep ve yatırım gereksinimi karşısında, üretici ülkelerde, uygun yatırım ortamının oluşmasını engelleyen gelişmeler (AB ve ABD'nin, Rusya ile olan ilişkilerinde gerilme, İran'ın nükleer programı dolayısıyla bu ülkeye uygulanan ambargo, Venezuela'da uluslararası petrol şirketleri ile hükümet arasındaki gerilim vb), üretim arttırılmasını zorlaştırabilir.

²⁵⁷ Hoogeveen, Perlot, a.g.e., p.28.

²⁵⁸ IEA, **Medium Term Oil Market Report**, p.5.

²⁵⁹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.95.

- Rezervlerin, Orta Doğu ve eski Sovyetler Birliği ülkeleri başta olmak üzere, siyasi açıdan istikrarlı olmayan bölgelerde bulunması, yaşanacak sorunların (grevler, siyasi krizler, silahlı çatışmalar, terör saldırıları vb) enerji tedarikinde problemler ortaya çıkarma olasılığını güçlendirmektedir²⁶⁰.
- Gelecekteki güçlü petrol ve doğal gaz talebi, bütün ülkelerin daha yüksek fiyatlarla yüzleşme olasılığını güçlendirmektedir. Güçlü talep, üreticilerin azınlıkta olduğu enerji pazarlarının ortaya çıkmasına neden olarak, petrol ve doğal gaz üreticilerinin kazançlarının artma olasılığını güçlendirmektedir.

Petrol ve doğal gazın, rezerve-üretim-tüketim tabloları birbirine benzemektedir. Ancak, iki fosil yakıtın bazı özellikleri, iki yakıt için farklı jeopolitik sonuçlar doğurmaktadır. Petrolün, özellikle ulaşım sektöründeki alternatifsizliği, petrol arzında meydana gelebilecek aksaklıkların, etkisini genişletmektedir. Küresel petrol talebinin yaklaşık %47'si ulaşım sektöründen kaynaklanmaktadır. Yapılan projeksiyonlar ulaşım sektörünün petrol tüketimindeki payının 2030 yılında, %52'ye yükseleceğini ön görmektedir²⁶¹. 2006 yılında, dünya genelinde 740 milyon olan otomobil sayısının, 2030 yılında, 1.236 milyona, 216 milyon olan ticari araç sayısının ise 432 milyona yükselmesi beklenmektedir (Çin'deki otomobil sayısı 22 milyondan 126 milyona)²⁶². Küresel bir petrol pazarının varlığı ve petrolün iletim kolaylıkları, küresel pazarlardan petrol tedarikini kolaylaştırmaktadır. Buna karşın, küresel petrol piyasasının birleşik yapısı dolayısıyla, petrol ithalatçısı olsun olmasın, bütün ülkeler uluslararası fiyatlardan ya da dünyanın herhangi bir bölgesinde meydana gelen arz sıkıntılarından etkilenmektedir²⁶³.

Doğal gazın iletimini sağlayan alt yapının farklı olması, küresel bir doğal gaz piyasasının oluşumunu engellemektedir. Temel olarak, Kuzey Amerika, Avrupa ve

²⁶⁰ Clingendael International Energy Programme, **a.g.e.**, pp. 47,48.

²⁶¹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.80.

²⁶² OPEC, "World Oil Outlook 2008", pp.56,59.

²⁶³ John Deutch, James R. Schlesinger, "National Security Consequences of U.S Oil Dependency", Council on Foreign Relations, Independent Task Force Report No:58, (Çevrimiçi) <http://www.cfr.org/content/publications/attachments/EnergyTFR.pdf>, 16 Mayıs 2008, p.17.

Uzak Doğu olmak üzere üçe bölünmüş olan dünya doğal gaz pazarında, bölgeler arasındaki bağlantıyı, sınırlı miktarda LNG ticareti sağlamaktadır. (toplam doğal gaz ticaretinin yaklaşık %25'i). Bu nedenle, bölgelerin birbirlerine olan etkisi petrole nazaran düşük kalmaktadır. Doğal gaz iletiminin büyük oranda boru hatları ile yapılması, üretici ve tüketici ülkeleri birbirine bağlamaktadır. Esnek olmayan doğal gaz iletim yöntemi; ve yeni doğal gaz boru hatlarının inşa edilme güçlüğü, enerji güvenliği açısından, üretici ve tüketici ülkeler arasında çoğu zaman uzun vadeli alım kontratlarının tercih edilmesine neden olmaktadır. Doğal gazın depolanmasına karşılaşılan zorluklar, enerji güvenliği açısından önemli bir nokta olarak görülmektedir. Depolanması için yüksek basınç ya da sıvılaştırılma ihtiyacı, doğal gaz depolama maliyetini petrolün, yaklaşık iki katına çıkartmaktadır. Sıvılaştırılma seçeneği, doğal gazın kaynama noktasına kadar soğutulmasını gerektirdiği için enerji ihtiyacını arttırmaktadır. Fiziksel faz dönüşümlerinde yaşanan gaz kayıpları da depolama verimliliğini düşürmektedir. Doğal gazın yüksek basınç altında depolanması ise, basınca dayanıklı malzemeye gereksinim duymaktadır. Doğal gazın depolandığı yer altı formasyonlarında, belli miktarda gazın basıncın korunabilmesi için rezervuarda bırakılma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu tip projelerde kullanılan gaz miktarı, proje maliyetinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Petrolün aksine, doğal gaz tüketimi giderek elektrik üretimine doğru yönelmektedir. 1990-2004 yılları arasında, OECD ülkelerindeki elektrik üretim kapasitesi %35 oranında artış göstermiştir. Doğal gaz kullanan elektrik üretim santrallerinin bu artıştaki payı ise %64'tür²⁶⁴. Siyasi gelişmelerin petrol arzında sıkıntıya sebep olması karşılaşılan bir durum olmasına karşın (1953 İran Boykotu, 1956 Süveyş Krizi, 1967 Altı Gün Savaşı, 1873 Arap-İsrail Savaşı gibi), doğal gazın siyasi bir araç olarak kullanılması, 2006 yılındaki Rusya-Ukrayna krizine kadar karşılaşılan bir durum olmamıştır²⁶⁵.

1.6.2.2. Kömür

Günümüzde, petrol ve doğal gazın enerji sistemi içindeki ağırlıklarının genişlemesi, kömürün enerji tüketimindeki rolünün azalmasına neden olmuştur.

²⁶⁴ IEA, *Natural Gas Market Review 2007*, Paris, OECD/IEA, 2007, pp.74,75,120.

²⁶⁵ IEA, "The IEA Natural Gas Security Study", a.g.e., p.24.

Kömürün, diğer iki fosil yakıt olan petrol ve doğal gazla göre, bol bir kaynak olduğu görülmektedir. Kömürün fiziksel özelliklerine ek olarak, kömür rezervlerinin dengeli dağılımı, kömürün, uluslararası ticaret içindeki payının sınırlı kalmasını sağlamaktadır.

Tablo 1.26
Kömür Rezerv-Üretim-Tüketim Tablosu 2007

Ülkeler	Rezervler				Üretim (Mtep)	Pay (%)	Tüketim (Mtep)	Pay (%)
	Antrasit Bitümen (Milyon Ton)	Pay (%)	Alt Bitümen Linyit (Milyon Ton)	Pay (%)				
AB	6.427	1,4	21.143	5	178,3	5,6	317,9	10
OECD	162.490	37,7	194.420	46,6	1.033,4	32,9	1.184,3	37,2
ABD	112.261	26	130.460	31,3	582,2	18,5	573,7	18
Rusya	49.088	11,3	107.922	25,9	148,2	4,8	94,5	2,9
Çin	62.200	14,4	52.300	12,5	1.289,6	41,1	1.311,4	41,2
Hindistan	52.240	12,1	4.258	1	181	5,7	208	6,5
Japonya	355	0,08	-	0	0,8	0,02	125,3	3,9
Dünya	430.896	100	416.592	100	3135,6	100	3.177,5	100

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.22-25'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Genel olarak, enerji ve kömür tüketim miktarları yüksek olan büyük ekonomiler, (Japonya dışında) kömür açısından kendisine yeterlidir (Tablo 1.26, 1.27). Bu durum, petrol ve doğal gaz konusunda dışarı bağımlı olan bazı ülkelerin, iki fosil yakıtı ikâme edebildikleri alanlarda kömürü enerji güvenliğini sağlayan temel araç olarak kullanmalarına neden olmaktadır. Örneğin, 2005 yılında, kömürün elektrik üretimindeki payı ABD'de %50,4, Çin'de %78 olarak gerçekleşmiştir²⁶⁶. Avustralya, Güney Afrika, Kolombiya, Polonya gibi ülkeler kömür ihracatında önemli paylara sahiptir. Kömür ithalatının petrol ve doğal gazdan farklı bölgelerden yapılabilmesi, kömürün enerji güvenliği açısından olumlu bir yönü olarak görülmektedir. Uluslararası kömür ticaretini sağlayan pek çok deniz rotasının petrole nazaran daha az korumaya ihtiyaç duyması, doğal gazla nazaran daha kolay depolanabilmesi, farklı ülkelere geçen boru hatlarına ihtiyaç duymaması gibi

²⁶⁶ IEA, *Energy Balances of OECD Countries 2004-2005*, p.151.; IEA, *World Energy Outlook 2007*, p.344.

faktörler kömürün enerji güvenliğine katkı yapan özellikleri olarak kabul edilmektedir²⁶⁷.

Tablo 1.27
Kömür Üretim Tüketim Dengesi 2007

Ülkeler	Üretim (Mtep/Yıl)	Tüketim (Mtep/Yıl)	Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı (%)
AB	178,3	317,9	56
OECD	1.033,34	1184,3	87,2
ABD	582,2	573,7	101,4
Rusya	148,2	94,5	156,8
Çin	1289,6	1311,4	98,3
Hindistan	181	208	87
Japonya	0,8	125,3	0,63

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, pp.22-25’den yararlanılarak hazırlanmış

1.6.2.3. Nükleer Enerji

UEA’ya göre, 2005 yılında dünya birincil enerji tüketiminin %6,3’ünü karşılayan nükleer enerjinin, 2005-2030 yılları arasında, Referans Senaryo’ya göre, %18,4 oranında artış göstereceği; ancak, toplam enerji tüketimindeki %55’lik artış nedeniyle enerji sistemi içindeki payının %4,8’e düşeceği tahmin edilmektedir. Enerji politikalarındaki değişimlerin göz önünde bulundurulduğu Alternatif Senaryo’ya göre ise, nükleer enerji tüketiminin, aynı dönemde %49,7 oranında artış göstermesi beklenmektedir²⁶⁸.

Nükleer enerji tüketiminde olası bir artışta, nükleer santrallerin, sera gazı salınımının diğer kaynaklara göre çok daha az olması yanında, enerji güvenliği hususu da rol oynamaktadır²⁶⁹. Petrol ve doğal gazın aksine uranyum rezervleri dünya genelinde daha dengeli dağılmaktadır. Uranyum rezervlerinin %40’ı OECD ülkelerinde bulunmakta; üretiminin ise %55’i, OECD ülkelerinde gerçekleştirilmektedir. Nükleer santrallerin yakıt ihtiyacının fiziksel olarak çok daha az olması, yakıt tedariki ve depolanmasında önemli bir avantaj olarak görülmektedir.

²⁶⁷ World Coal Institute, “The Coal Resource: A Comprehensive Overview of Coal”, (Çevrimiçi) http://www.worldcoal.org/assets_cm/files/PDF/thecoalresource.pdf, 12 Ağustos 2008, pp. 16,17.

²⁶⁸ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.74,97.

²⁶⁹ IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.344.

1 GWe(GigaWatt-elektrik) kurulu gücüne sahip bir basınçlı su reaktörünün bir yıllık yakıt ihtiyacı 25 ton olarak verilmektedir. Buna karşın, aynı üretim kapasitesine sahip bir kömür santrali, yılda üç milyon ton kömür tüketmektedir²⁷⁰. 2008 yılı itibarıyla, dünya genelindeki 31 ülkede faaliyette olan 439 nükleer elektrik santralının yıllık uranyum ihtiyacı ise, 64.615 ton olarak hesaplanmaktadır²⁷¹. 1956-2003 yılları arasında santral kaynaklı uranyum ihtiyacı, 1.513.327 ton olarak verilmektedir²⁷². Dünya genelinde nükleer santraller tarafından yaklaşık yarım asırda tüketilen uranyum miktarı, bir kömür santralının bir yılda tükettiği yakıt miktarından daha düşüktür.

Tablo 1.28
Dünya Uranyum Rezervleri 2007

Ülkeler	Uranyum <130\$/kgU	Pay (%)
Avustralya	1.243.000	23
Kazakistan	817.000	15
Rusya	546.000	10
G.Afrika	435.000	8
Kanada	423.000	8
ABD	342.000	6
Brezilya	278.000	5
Namibya	275.000	5
Nijer	274.000	5
Ukrayna	200.000	4
Ürdün	112.000	2
Özbekistan	111.000	2
Hindistan	73.000	1
Çin	68.000	1
Moğolistan	62.000	1
Diğer	210.000	4
Dünya	5.469.000	100

Kaynak: World Nuclear Association (WNA), “Supply of Uranium”, (Çevrimiçi) <http://www.world-nuclear.org/info/in/75.html>, 22 Ağustos 2008’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Nükleer enerji endüstrisinin, uranyum kaynakları konusundaki temel görüşü, endüstrinin uranyum konusunda bir problem yaşamayacağı şeklindedir. Soğuk Savaş yıllarında, askeri amaçlı kullanım, uranyum endüstrisinde etkili olmuş; stratejik kaygılar, ekonomik gerçeklerin önünde yer almıştır. Soğuk Savaş’ın sona ermesi ile

²⁷⁰ Nuclear Energy Agency, **a.g.e.**, pp.76.77.

²⁷¹ WNA, “World Nuclear Power Reactors 2007-08”, (Çevrimiçi) <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>, 22 Ağustos 2008.

²⁷² Nuclear Energy Agency, **Forty Years of Uranium Resources, Production and Demand in Perspective**, Paris, NEA/OECD, 2006, p.29.

azalan askeri amaçlı kullanım, uranyum endüstrisinde ekonomik kaygıların ağır basmasını sağlamıştır²⁷³. Soğuk Savaş'ın sona ermesine ek olarak, Çernobil Nükleer Santrali'ndeki kazanın da etkili olduğu nükleer endüstrisindeki yavaşlama dönemi, uranyum talep ve fiyatının düşmesine sebep olmuştur. Düşük fiyat, arama faaliyetlerinde yavaşlamayı getirmiştir. 1985-2005 döneminde düşük seyreden arama ve üretim faaliyetleri, 2005 yılından sonra nükleer enerji endüstrisine artan ilgiyle birlikte artışa geçmiştir. Bu durum, uranyum rezervlerinde %15'lik genişleme sağlamıştır. Yoğunlaşan arama çalışmaları ile gerçekleştirilen rezerv artışları, ihtiyaç duyulduğunda rezerv miktarının rahatlıkla genişletilebileceğinin bir işareti olarak kabul edilmektedir. Dünya uranyum rezervleri, uranyumun üretim maliyeti esas alınarak belirlenmektedir. Rezervlerin sınıflandırılmasında 80 ve 130 \$/kgU maliyet sınırları kabul edilmektedir. Buna göre, 130 \$/kgU'a kadar üretilmesi kuvvetle muhtemel rezervlerin miktarı 5.469.000 ton olarak verilmektedir (Tablo 1.28)²⁷⁴

Nükleer santrallerin yıllık yaklaşık 65.000 tonluk uranyum ihtiyacı düşünüldüğünde, 2007 yılı rezerv miktarının 85 yıl boyunca uranyum gereksinimini karşılayacağı görülmektedir. Günümüzde, uranyum madenciliği yanında askeri kaynaklardan tedarik edilen uranyum da sivil reaktörlerin yakıt ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. UEA, 2030 yılına kadar, nükleer enerji endüstrisinin uranyum ihtiyacının 80 ila 100.000 ton/yıl seviyesini yükseleceğini tahmin etmektedir. 2030 yılına kadar, yıllık uranyum ihtiyacının %50-60'ı madenlerden gelen uranyum ile karşılanırken, kalan bölümü askeri kaynaklardan sağlanan yüksek derecede zenginleştirilmiş materyal tarafından karşılanacaktır²⁷⁵. ABD ve Rusya arasında 1994 yılında imzalanan anlaşma gereği, nükleer silah envanterinin %80 düzeyinde azaltılması amaçlanmaktadır. Bu anlaşmaya göre, 20 yıllık bir süre zarfında 500 tonluk yüksek derecede zenginleştirilmiş materyal, sivil amaçlarla kullanılmak üzere düşük derecede zenginleştirilmiş santral yakıtına dönüştürülmektedir. 2005 yılına kadar, 250 tonluk nükleer silah materyali, 7.200 ton

²⁷³ A.e., p.10.

²⁷⁴ WNA, "Supply of Uranium", (Çevrimiçi) <http://www.world-nuclear.org/info/in/75.html>, 22 Ağustos 2008.

²⁷⁵ IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.376.

büyükliğünde nükleer santral yakıtı haline getirilerek kullanılmıştır²⁷⁶. Uranyum rezervleri yanında, nükleer teknolojide meydana gelebilecek yenilikler ile daha güvenli ve daha az yakıt tüketen yeni nesil reaktörlerin, gelecek yıllarda, enerji güvenliği konusunda nükleer enerjinin önemli bir seçenek olarak önemini koruyacağını göstermektedir.

1.7. TEKNOLOJİK BOYUT

1.7.1. Enerji ve Teknoloji

Bugüne kadar insanoğlu tarafından inşa edilmiş en güçlü makinelerden biri olan Satürn 5 roketi, binlerce yıllık medeniyet tarihi boyunca gerçekleştireceği en büyük adımlardan birisi için inşa edilmiştir. 1969 yılında Ay'a seyahat edecek olan astronotları taşıyan Apollo 11 uzay aracının, yörüngeye fırlatılması esnasında kullanılan Satürn 5 roketi 111 m uzunluğundadır. Boeing Co. tarafından üretilen bu roketin fırlatılmadan önceki ağırlığı 2700 tondur²⁷⁷. Roket, fırlatmayla birlikte farklı zamanlarda ateşlenecek üç aşamadan oluşmaktadır; ve bu üç aşamada toplam 11 ayrı roket bulunmaktadır. Satürn 5'in taşımak zorunda olduğu ağırlığın büyük bölümünü 2500 ton ağırlığındaki kerosen ve likit oksijenden meydana gelen yakıt oluşturmaktadır²⁷⁸. Roket ateşlendiğinde fırlatmanın ilk 2¾ dakikasında, 2.120.000 litre yakıt harcanmıştır²⁷⁹. (100 km'de ortalama 10 lt yakıt harcayan bir otomobil, bu miktar yakıtla yaklaşık olarak 23.000.000 km yol alabilir*). İkinci aşama roketleri, aracı 28.160 km/saat, üçüncü aşama roketleri ise 39.430 km/saatlik hıza

²⁷⁶ WNA, "Military Warheads As a Source of Nuclear Fuel", (Çevrimiçi) <http://www.nuclear.org/info/inf13.html>, 22 Ağustos 2008.

²⁷⁷ NASA, "Worldbook@NASA", (Çevrimiçi) http://www.nasa.gov/worldbook/rocket_worldbook.html, 5 Aralık 2007.

²⁷⁸ The Space Reveiw, "Saturn's Fury Effects of a Saturn 5 Launch Pad Explosion", (Çevrimiçi) <http://www.thespaceview.com/article/591/1>, 5 Aralık 2007.

²⁷⁹ NASA, **a.g.e.**

* 1,240 kilo litre kerosen yaklaşık olarak 1,351 kilo litre benzine eşittir. Roketin yakıtının tümünün kerosen olduğunu var sayılırsa, 2.220.000 litre kerosen yaklaşık olarak 2.300.000 litre benzine denk gelmektedir.

ulaştırmıştır²⁸⁰. 1800 yılında James Watt tarafından inşa edilmiş en güçlü buhar makinesi 100.000 W(watt), 1854 yılında inşa edilmiş o günkü en büyük su değirmeni olan Lady Isabella ise, 427.000 W güç üretebilmiştir. 1969 yılında ateşlenen Satürn 5 roketinin üretebildiği güç ise 2.600.000.000 W olmuştur. Bu gücü üretebilmek için M.Ö. 500 yılı dolaylarında 170 kürekçiyle hareket ettirilen bir Yunan Trireme'si* mürettebatından 31.000 kişiye ihtiyaç bulunmaktadır²⁸¹.

Modern ve geleneksel enerji sistemleri arasındaki enerji ve güç seviyesini ortaya koyan Satürn 5 roketi, insanoğlunun teknolojik gelişmelerle birlikte gerçekleşen enerji tüketim tablosuna güzel bir örnek teşkil etmektedir. Teknoloji, ilk olarak farklı enerji dönüşüm yöntemlerinin kullanımını mümkün kılmıştır. Farklı kaynaklardan yararlanılma imkânı, fosil yakıtlar ve nükleer enerji gibi daha yoğun enerji formlarının kullanılmasını sağlamış; tüketilen enerji miktarını arttırmıştır. 19. yüzyılın ortalarına kadar, enerji sistemi, güneş enerjisinin farklı zamanlardaki dönüşümleri olan, rüzgâr, güneş ışığı, geleneksel biyokütle (odun, odun kömürü, gübre) ve kas kuvvetine dayanmaktadır. Enerji sistemine, kömür, petrol ve doğal gazın katılımıyla büyük bir değişim yaşanmıştır. Fosil yakıtlara dayalı enerji sisteminin ortaya çıkmasıyla, sürekli olarak artan enerji tüketimi, insanoğlunun son 250 yılına damgasını vurmuştur. Sadece 19.yüzyıl boyunca kömür üretimi 10 milyon tondan 1 milyar tona yükselerek 100 kat artmış, 20. yüzyıl sonunda, 5 milyar tona ulaşmıştır. Ham petrol üretimi 300 kat artarak, 1880'lerdeki, 10 milyon tonluk değerinden 1990'larda 3 milyar tona ulaşmıştır. Doğal gaz tüketiminde görülen yükseliş daha az etkileyici değildir. 20. yüzyıl boyunca 1000 katlık bir artış göstererek, 2 milyar m³'den, 2 trilyon m³'ün üstüne çıkmıştır. 19. yüzyılın sonlarında kullanılmaya başlayan elektrik enerjisi, 1900-1935 arasındaki dönemde, yılda %10,5, sonraki 35 yılda da, %9'un üzerinde büyüme kaydederek, modern enerji sisteminde yerini almıştır²⁸².

²⁸⁰ Aerospaceguide, "Saturn V", (Çevrimiçi) http://www.aerospaceguide.net/Saturn_5.html, 5 Kasım 2007.

* Kürekçileri 3 kat halinde yerleştirilmiş bir çeşit deniz aracı.

²⁸¹ Smil, **Enerji in World History**, pp.268,269.

²⁸² A.e., p.185.187.

II. Dünya Savaşı sonunda, nükleer teknolojinin askeri amaçlarla kullanımı, savaş sonrası dönemde nükleer enerjiden elektrik üretimi amacıyla yararlanma çabaları ile desteklenmiştir. 1951 yılında nükleer fisyon enerjisi kullanılarak deneysel bir reaktörde ilk defa elektrik enerjisi üretilmiştir. Nükleer enerji, 1957 yılında, ilk ticari nükleer elektrik santralının devreye girmesiyle modern enerji sistemine katılmıştır²⁸³.

Teknoloji, sadece yeni ve daha yoğun enerji formlarının hizmete sokulmasını sağlamamış, mevcut enerji dönüşümlerindeki verimlilik artışları ile kullanılabilir enerji miktarında yükselmeler de meydana getirmiştir. 1850 yılında, yaklaşık %15 olan ortalama enerji dönüşüm verimliliği, 1990'lı yıllarda %40'lara yükselmiştir²⁸⁴. Teknolojik gelişme ve öğrenme etkisi, nihai tüketimde yararlanılabilen enerji miktarının artması yanında, enerji hizmetlerinin de ucuzlamasını sağlamıştır. İngiltere'de 1300-1900 yılları arasında don yağı bazlı ışığın fiyatı, reel olarak 32 kat azalmıştır. Gaz lambasından elde edilen ışığın fiyatının reel olarak, 32 kat ucuzlaması, 112 yıl, elektrikli aydınlatmanın 32 kat ucuzlaması ise 44 yıl sürmüştür²⁸⁵. Elektriğin fiyatının ucuzlamasında, üretimde gerçekleştirilen verimlilik artışlarının payı da bulunmaktadır. 1900 yılında kömür ile çalışan termal bir elektrik santrali, %4 verimlilik ile elektrik üretebilmektedir. 1990'lı yıllara gelindiğinde, termik santrallerde ortalama verim, %30'un üzerine çıkmıştır²⁸⁶.

Yeni enerji tedarik yöntemleri ve enerji dönüşümlerindeki verimlilik, hayatın her alanında kas kuvvetinin ikâmesini mümkün kılmıştır. 1900 yılından beri, dünyada ekilebilir tarım arazisi yaklaşık üçte bir oranında artış gösterirken, elde edilen ürün altı kat yükselmiştir. Tarım alanında gerçekleştirilen diğer gelişmelerin yanı sıra, tarım sektöründeki enerji girdisindeki 80 katlık artışın da rekolte artışında

²⁸³ US Department of Energy, "The History of Nuclear Power", (Çevrimiçi) <http://www.ne.doe.gov/pdfFiles/History.pdf>, 21 Ağustos 2008, p.14.

²⁸⁴ Smil, **Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization**, p.133.

²⁸⁵ IEA, **Light's Labour's Lost: Policies for Energy Efficient Lighting**, pp.61.62.

²⁸⁶ Smil, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, p.41.

rolü bulunmaktadır²⁸⁷. ABD'ye ilişkin istatistikler, 1850 yılında ülkedeki işgücünün %60'ı tarım sektöründe çalışırken, 1900'da %40'ın altına, 1950'de %15'e, 1975'den sonra ise %2'ye düştüğünü göstermektedir. Bu değişimde, tarımda iş gücünü serbest bırakacak makineleşmenin de büyük bir payı bulunmaktadır²⁸⁸. 1920 yılında, ABD'de tarımda kullanılan at ve katır sayısı 27 milyon iken, traktör sayısı 500 binin altındadır. 1960 yılına gelindiğinde, at ve katır sayısı 3 milyona düşmüş; buna karşın traktör sayısı 4,5 milyon üzerine yükselmiştir²⁸⁹. 1963 yılında, ülkedeki traktörler, 1920 yılındaki toplam atların üretebildiğinin 12 katı güç üretebilmektedir²⁹⁰. Günümüzde, farklı kaynaklardan sağlanan enerji, kişi başına enerji tüketiminin, kas kuvvetine dayalı enerji sisteminin yaklaşık 20 köleyle üretebileceği iş ve hizmete denk bir seviyeye ulaşmasını sağlamıştır²⁹¹. Son iki yüz elli yılda yükselen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme, yüksek nüfus artışına karşın, dünya ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda hayat standardını yükseltmiştir. Bu açıdan, gerek günümüz enerji sisteminin yükünü çeken fosil yakıtlar ve nükleer enerji gibi var olan tedarik yöntemleri, gerekse sürdürülebilir bir enerji sistemini mümkün kılacak alternatif kaynaklardan enerji sağlanmaya devam edilmesi, modern enerji sistemi açısından önem arz etmektedir.

1.7.2. Hidrokarbonlar ve Teknoloji

Enerji endüstrisinin teknoloji ve sermaye yoğun karakteri, teknolojik gelişmelerin endüstrinin işleyişindeki önemini arttırmaktadır. Günümüzde, petrol endüstrisi, okyanus tabanında 3000 m, karada 6.000 m'lik dikey, 9.000 m'lik yatay kuyular açılabilir. Projelerin karmaşıklığına karşın, ABD'de 1859 yılında, 20 metrede petrole ulaşarak üretim yapan petrol kuyusunun üretim maliyetine eşit

²⁸⁷ Smil, **Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization**, a.y

²⁸⁸ Smil, **Energy in World History**, p.189.

²⁸⁹ William White, "Economic History of Tractors in the United States", EH. Net Encyclopedia, Ed by. Robert Whaples, March 26 2008, (Çevrimiçi) <http://eh.net/encyclopedia/article/whitetractors.history.us>, 22 Ağustos 2008.

²⁹⁰ Smil, **Energy in World History**, a.y.

²⁹¹ McNeill, p.15.

maliyette üretim gerçekleştirilebilmektedir²⁹². Endüstride keşif ve üretimde kullanılan geleneksel sismik yöntemlerine ek olarak, petrol ve doğal gazın rezervuar içindeki hareketini takip edebilen üç, hatta dört boyutlu gözlem yöntemleri yaygın hale gelmektedir. Teknoloji, dikey ve yatay delgi yöntemlerini mümkün kılmakta ve mevcut kuyulardaki üretim oranının artırılmasını sağlamaktadır. Üretim için, ilk olarak rezervuar basıncına ihtiyaç duyan birincil üretim yöntemlerine ek olarak; su, CO₂ ve petrolün akışkanlığını arttıran kimyasalların, rezervuara sıkılarak basıncın korunması, petrol sahalarındaki üretim oranlarının artmasını sağlamaktadır. Dünya genelinde yaklaşık %35 olan rezervuardaki petrolün üretilebilme oranı, Norveç'in üretim yaptığı bazı alanlarda %50'lere kadar yükselmektedir. Üretim ortalamasının, dünya genelinde, %45'lere çıkartılması mevcut rezerv ve üretim miktarına fazladan katkı anlamına gelmektedir. Petrol ve doğal gaz kaynaklarını sınıflandırmak için kullanılan yöntemler gereği, kanıtlanmış, mümkün ve olası kaynakların miktarları, ekonomik koşullarda meydana gelen değişimler kadar, teknolojiye ortaya çıkan ilerlemeler tarafından da belirlenmektedir. Bu açıdan belirli bir tarih itibarıyla, üretilmesi ekonomik koşullar ve teknoloji gereği mümkün olmayan pek çok kaynak, üretim yöntemleri başta olmak üzere şartlarda meydana gelebilecek değişiklikler ile üretilebilir hale gelebilmektedir. Günümüzde, 1,2 trilyon varil petrol ve 177 trilyon m³ kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin yanı sıra, teknik olarak üretilebilir 1 ila 3 trilyon varillik katran, şist, bitümen gibi aşılımadık petrol ve 250 trilyon m³'lük doğal gaz kaynakları gelecekte teknolojik gelişmelerle birlikte üretilebilecek kaynaklar arasında kabul edilmektedir²⁹³.

Kanada'da bulunan katran yatakları, bir zamanlar üretilmesi mümkün olmayan ancak ekonomik ve teknolojik şartlarda meydana gelen değişimlerle birlikte, enerji sistemine katılan alışılmadık kaynaklara örnek olarak verilebilir. Kanada'da, 174 milyar varillik katran rezervleri bulunmaktadır. Alışıldık petrolden farklı olarak, kazılarak çıkartılan ve daha sonra kalitesi artırılan katran, petrol üretiminin devam ettirilmesi için alternatif bir kaynaklardan biri olarak görülmektedir. Kanada,

²⁹² Fareed Zakaria, "Unwanted Offspring", **Newsweek Special Edition**, December 2006-February 2007, p.18.

²⁹³ IEA, **Resources to Reserves: Oil and Gas Technologies for the Energy Market of the Future**, Paris, OECD/IEA, 2005., pp.25,51,54.

hükümeti, petrol fiyatının 50 \$'ın üstünde olması durumunda, 2005 yılında 1,1 milyon varil/gün olan üretiminin 2015 yılında 3 milyon varil/güne çıkartılabileceği görüşündedir²⁹⁴. Böyle bir durumda, Kanada, yaklaşık 265 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervine sahip Suudi Arabistan'ın ardından, ikinci büyük petrol üreticisi konumuna gelebilir.

1.7.3. Temiz Kömür Teknolojileri

19 ve 20. yüzyılın ilk yarısında enerji sisteminin en önemli kaynağı olan kömürün payı, petrol ve doğal gazın kullanılmaya başlamasıyla azalmaya başlamıştır. Buna karşın, 1973-2006 yılları arasında, hem kömür tüketimi hem de kömürün birincil enerji tüketimindeki payı artmıştır. 1973 yılında 1.500,9 Mtep kömür tüketilmiş; dünya birincil enerji tüketiminde kömürün payı ise, %24,5 olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılında ise, kömür tüketimi 3053,54 Mtep'e ; kömürün dünya birincil enerji tüketimindeki payı, %26'ya yükselmiştir. Bu tablonun ortaya çıkmasında, kömürün dünya elektrik üretimindeki rolü önemli olmuştur. 1973 yılında, dünya elektrik üretiminin %38,3'ü kömür kullanılarak gerçekleştirilirken, 2006 yılında kömürün payı; dünya elektrik üretimi üç kattan fazla artmasına rağmen [1973 yılında, 6.116 TWs(terawatt-saat) , 2006 yılında, 18.930 TWs], %41'e yükselmiştir²⁹⁵. Yapılan projeksiyonlarda, kömürün enerji sistemi içindeki payının gelecekte de korunacağı tahmin edilmektedir. UEA, 2005-2030 yılları arasında, kömür tüketiminde Referans Senaryo'ya göre, yaklaşık %73, Alternatif Senaryo'ya göre ise %28 oranında artış ön görmektedir²⁹⁶. Ancak, kömür enerji kaynakları içinde sera gazı emisyonları ve atmosferik kirleticiler (SO_x, NO_x, partikül maddeler, civa vb) bakımından en kirlisi durumundadır. Gelişmiş elektrik santrallerinde (süper-kritik ve emisyon kontrollerine sahip) yakılan kömür bile sağladığı enerji birimi başına, doğal gaza göre 6-7 kat SO_x, 2 kat CO₂ emisyonuna neden olmaktadır (Tablo

²⁹⁴ National Energy Board, “ Canada's Oil Sands:Opportunities and Challenges to 2015:An Update, (Çevrimiçi) <http://www.neb.gc.ca/clf-njl/rnrgynfntn/nrgyrprt/Isnd/Isnd.eng.html>, 25 Ağustos 2008., pp.9,10.

²⁹⁵ IEA, “Key World Energy Statistics 2008”, (Çevrimiçi) http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf, 28 Ağustos 2008, pp.24,36,37.

²⁹⁶ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.74-97.

1.29; 1.30)²⁹⁷. Kömürün enerji sistemi içindeki ağırlıklı payının korunması, atmosfere salınan toplam CO₂ emisyonlarının önemli bir problem olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır. 1990 yılında atmosfere salınan toplam CO₂ emisyonunun %40'ı kömür kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. Küresel ısınma başta olmak üzere kömürün çevre üzerindeki etkileri dikkat çeken bir konu haline gelmesine karşın, CO₂ emisyonlarında kömürün payı azalmamıştır. 2005 yılında toplam CO₂ emisyonunun, %41'i kömürden kaynaklanmıştır. Referans Senaryo'ya göre, 2030 yılına kadar, kömürün CO₂ içindeki payının, enerji tüketimindeki artışla beraber %45'e yükseleceği ön görülmektedir²⁹⁸.

Tablo 1.29
Kömür ve Doğal Gaz Atmosferik Emisyonlar

Emisyonlar	Kömür (Emisyon Kontrollü Süper-kritik)	Doğal Gaz (Emisyon Kontrollü Entegre Kombine Çevrim Santrali)
NO _x (gr/GJ)	4-5	5
SO _x (gr/GJ)	4,5-5	0,7
Partikül Madde (gr/GJ)	2,4-2,8	2
Civa (mg/GJ)	0,3-0,5	-

Kaynak: IPCC, **Carbon Dioxide Capture and Storage**, Ed. By Bert Metz, Ogulade Davidson, Heleen de Coninck vd, New York, Cambridge University Press, 2005, p.398'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Temiz kömür teknolojileri, kömür kullanımının çevresel etkilerinin azaltılması için önemli bir araç olarak görülmektedir. Bu teknolojiler ile, gerek sera gazı (özellikle CO₂) gerekse diğer atmosferik kirlenici emisyonlarının azaltılması amaçlanmaktadır. Karbon yakalama-depolama (KYD) ve kömür santrallerinin veriminin artırılması kömürün çevre etkilerinin azaltılması amacıyla düşünülen seçenekler olarak ön plana çıkmaktadır. Termik santraller tarafından üretilen CO₂ emisyonlarının ayrılması ve daha sonra ayrılan gazın, tuz aküferleri, tükenmiş petrol/doğal gaz yatakları ve kazılamayan kömür yataklarına pompalanarak depolanması karbon yakalama ve depolama teknolojisini oluşturmaktadır. KYD teknolojisi temel olarak üç adımdan oluşmaktadır. Birinci adım, salınan CO₂ gazının yakalanmasını, ikinci adım, yakalanan gazın, depolama alanına iletimini, üçüncü

²⁹⁷ IPCC, **Carbon Dioxide Capture and Storage**, Ed. By Bert Metz, Ogulade Davidson, Heleen de Coninck vd, New York, Cambridge University Press, 2005, p.398.

²⁹⁸ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.216.

adım ise, gazın uzun süre depolanmak üzere jeolojik formasyona pompalanmasını kapsamaktadır. CO₂'in yakalanması, yakıtın yakılmasından önce ve sonra olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Yakılmadan önce gerçekleştirilen yakalama işleminde, ilk olarak doğal gaz ya da kömür, hava ve oksijen ile reaksiyona sokularak CO ve hidrojen üretilmekte, ardından açığa çıkan bu gazlar, başka bir işlemde geçirilerek, hidrojen ve CO₂ içeren bir gaz karışımı oluşturulmaktadır. Hidrojen elektrik üretimi için yakılırken, CO₂ depolanmak üzere ayrılmaktadır. Yakılma sonrası gerçekleştirilen yakalama işlemi, fırında yakılan yakıttan kaynaklanan egsoz gazından CO₂'in ayrılmasını içermektedir. Egsoz gazı, hacim başına doğal gaz santrallerinde %3-4, kömür santrallerinde %15 oranında CO₂ içermektedir. Egsoz gazındaki CO₂'nin ayrılması için çeşitli kimyasal çözücüler ya da çeşitli zar filitreleri kullanılmaktadır. Oksijenle yakma işlemi ise, fosil yakıtın saf oksijen ve çevrime uğramış oksijen gazı ile birlikte yakılmasını kapsamaktadır. Bu tür yakma işlemi sonucu, su ve CO₂ içeren egsoz buharı üretilmekte, bu buhar içinden CO₂ ayrılmaktadır²⁹⁹.

Tablo 1.30
Karbon Bazlı Yakıtların Doğrudan CO₂ Emisyonları

Yakıtlar	Emisyonlar (grCO₂ / MJ)
Antrasit	96,8
Bitümen	87,3
Alt-Bitümen	90,3
Linyit	91,6
Kuru Odun	78,4
Doğal Gaz	50
Fuel-Oil	73,9
Kerosen	67,8
LPG	59,1
Benzin	69,3

Kaynak: IPCC, **Carbon Dioxide Capture and Storage**, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yakalanan gazın, zaten kanıtlanmış ve kullanılan bir teknoloji olan boru hatları vasıtasıyla iletimi bu teknolojinin ikinci aşamasını oluşturmaktadır. 1000 km'nin altında olan mesafeler için boru hatları ile iletim en maliyet etkin yöntem olarak kabul edilmektedir. Gazın depolanması üçüncü aşamayı oluşturmaktadır. CO₂'nin depolanacağı bölgenin seçimi, gazın depolama alanından kaçmaması gibi konular

²⁹⁹ A.e.

depolama işlemi açısından önem taşımaktadır. KYD, işlemi ile santralin saldığı CO₂'in %85'inin yakalanabileceği düşünölmektedir. Bu işlem ile ayrılan gazın depolanması yanında, petrol ve doğal gaz endüstrisinde, kuyulardaki basıncın arttırılarak üretimin yükseltilmesi amacıyla kullanılması da düşünölmektedir. Üretim yapılan petrol ve doğal gaz alanları hakkındaki jeolojik bilgilerin elde olması, depolama işlemini kolaylaştıran bir faktör olarak kabul edilmektedir. Ancak, KYD, işleminin yürütölmesi için gerekli enerji, santralin verimini düşürmektedir. Bu işlem ile birlikte, termal santral veriminde %8 ila 12 dolayında düşüş görölmektedir. KYD işleminin toplam maliyeti (üç aşamasının) 30-90 \$/tonCO₂ olarak tahmin edilmektedir. Maliyetlerin büyük bir kısmını CO₂'nun yakalanması için gerekli işlemler oluşturmaktadır³⁰⁰.

UEA'nın konu ile ilgili yapmış olduğu çalışma, KYD işleminin toplam maliyetini 50 ila 100 \$/tonCO₂ olarak tahmin etmektedir. Gelecekte maliyetin ton başına 25-50 \$ aralığına düşeceği tahmin edilmektedir. Toplam maliyetin yaklaşık yarısını yakalama ve gazın sıkılaştırılması işlemleri temsil etmektedir. Gazın iletimi, iletilen gaz miktarı ve mesafeye bağlı olarak değişmektedir. Büyük ölçekli boru hatlarının 100 km boyunca, gazı 1-5 \$/tonCO₂ maliyetle iletebileceği hesaplanmaktadır. Eğer gaz, gemi ile iletilirse, maliyetin 5000 km'lik bir mesafe için 15-25 \$/tonCO₂ olacağı görölmektedir. Gazın depolama maliyeti 1-2 \$/tonCO₂ olarak hesaplanmaktadır. Eğer gaz, doğal gaz ve petrol kuyularındaki üretimi arttırmak için kullanılırsa, depolanan gazın tonu başına 55 \$'a kadar gelir imkânı bulunmaktadır³⁰¹. KYD işlemi için gerekli bütün işlemler teknolojik olarak kanıtlanmış ve kullanılmaktadır. Dünya genelinde, KYD işleminin kullanıldığı üç önemli proje olarak, Statoil-Sleipner, Kanada-Weyburn ve Cezayir-Salah projeleri sayılmaktadır³⁰². Örneğin, Norveç enerji şirketi, 1996 yılından beri Sleipner bölgesinde üretmiş olduğu doğal gazın içinden ayırmış olduğu CO₂'yi, jeolojik formasyonlarda depolamaktadır. Projenin bitimine kadar 20 milyon ton CO₂'nun

³⁰⁰ A.e., pp.217,218.

³⁰¹ IEA, **Prospects for CO₂ Capture and Storage**, Paris, OECD/IEA, 2004, pp.17,18.

³⁰² IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.219.

depolanması planlanmaktadır³⁰³. Bununla birlikte, CO₂ gazının depolandığı projeler bulunmasına karşın, bütünüyle KYD sisteminin kullanıldığı bir termik santral bulunmamakta; projeler daha planlama aşamasında yer almaktadır. Örneğin ABD’de, 1,8 milyar \$ maliyetli 275 MW kurulu gücü ile FutureGen adlı bir deneme santrali kurma çalışmaları devam etmektedir³⁰⁴. KYD teknolojisini oluşturan safhaların uygulanabilir olması, kömürün dengeli dağılan rezervleri nedeniyle enerji güvenliğine yaptığı katkı, KYD uygulamaları açısından olumlu olarak değerlendirilmektedir. Bununla beraber, atmosfere CO₂ emisyonu salma maliyetinin vergi ve küresel bir karbon pazarı yoluyla temin edilememiş olması, bu teknolojinin uygulandığı büyük bir elektrik üretim teknolojisinin bulunmaması, depolama konusunda gerekli mevzuatın eksikliği, kamuoyunun bu konudaki tavrının belirsizliği çözülmesi gereken problemler olarak görülmektedir³⁰⁵.

Kömür santrallerinin veriminin artırılması ve bu sayede, gerek üretilen enerji miktarının gerekse CO₂ emisyonlarının azaltılması hedeflenmektedir. Dünya genelinde yaygın olarak kullanılmakta olan; ve kömürün tozlaştırılarak yakıldığı kömür santrallerinin verimleri %30 ila %45 arasında değişmektedir. Bu konuda, 163 bar ve 538 C^o’de çalışan kömür santrallerinden farklı olarak, 245 bar ve 550 C^o sıcaklıkta çalışan süper-kritik (kritik sıcaklık:suyun kaynamaksızın buhar fazına geçtiği) ve 600 C^o’de çalışan ultra-süper-kritik kömür santrallerin inşa edilmesi planlanmaktadır. Bu şekilde, kömür santrallerinin verimliliklerinin, %50’inin üstüne ulaşması beklenmektedir. Japonya, Almanya ve Danimarka’da faaliyette bulunan ticari ultra-süper-kritik kömür santralleri yer almaktadır. Farklı kalite özelliklerine sahip kömürün daha düşük sıcaklıklarda yakıldığı bu nedenle de, yüksek sıcaklıklarda oluşan pek çok kirleticinin oluşmasının önlendiği akışkan yataklı santraller farklı kömür teknolojilerine diğer bir örnek teşkil etmektedir. Gazlaştırılmış Entegre Kombine Çevrim Santralleri (GEKÇS), kömürün gazlaştırılarak, (doğal gaz kombine çevrim santrallerinde olduğu gibi) kombine

³⁰³ IPCC, **Carbon Dioxide Capture and Storage**, p.33.

³⁰⁴ FutureGen, “About FutureGen”, (Çevrimiçi) <http://www.futuregenalliance.org/about.stm>, 25 Ağustos 2008.

³⁰⁵ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.220.

çevrim santralinde* yakıldığı santrallerdir. 2007 yılı itibarıyla, dünyada, ikisi Avrupa, ikisi ABD’de olmak üzere 4 adet GEKÇS inşa edilmiştir. Bu tip santrallerde, CO₂ gazının yakalanması daha kolay olduğu için, bu teknolojinin daha sonra geliştirilecek KYD teknolojisi için daha uygun olduğu düşünülmektedir³⁰⁶.

1.7.4. Nükleer Teknoloji

Nükleer teknoloji 20. yüzyılda geliştirilmiş yeni bir teknolojidir. Yeni ve karmaşık yapısı gereği anlaşılması güç olan nükleer teknoloji, faydalarının yanında pek çok tartışmayı da beraberinde getirmektedir. Nükleer enerji, atomun çekirdekleri ile ilgili bir durumdur. İki şekilde elde edilebilir. Bunlardan birincisi iki küçük çekirdeğin birleştirilmesi, yani füzyon, ikincisi de büyük bir çekirdeğin parçalanması, yani fisyonudur. Bunun dışında, kararsız yapıya sahip radyoaktif çekirdeklerin kendiliğinden ışıma yaparak ortaya çıkardığı bozunma ısısı da bir üçüncü enerji şekli olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat, bu durum insan müdahalesi dışında gerçekleşir. Bu yüzden, günümüzde, nükleer teknoloji yoluyla enerji üretme alternatiflerinin dışında değerlendirilmelidir³⁰⁷.

Çekirdek parçalanması ve birleşmesi reaksiyonları, fiziksel açıdan birbirinden farklı olan reaksiyonlardır. Çekirdek birleşmesi (füzyon) reaksiyonları yıldızların merkezinde çok yüksek basınç ve sıcaklık altında gerçekleşen, ve çekirdek parçalanması reaksiyonlarına göre çok daha fazla enerji açığa çıkartan nükleer reaksiyonlardır. Güneş’in enerji kaynağı olan füzyon reaksiyonları, farklı bir enerji formu olarak Güneş ve diğer yıldızların enerji kaynağını oluşturur. Söz konusu reaksiyonlar sonucu Güneş’de, her saniye 700 milyon ton hidrojen helyuma dönüşmektedir³⁰⁸. Ancak meydana gelen reaksiyon sonucu oluşan Helyum ile

* Kombine çevrim santrallerinde, kazandan çıkan sıcak egsoz gazının kombine bir sistem vasıtasıyla başka bir buhar kazanını ısıttığı ve buhar üretiminin gerçekleştirildiği doğal gaz santralleridir. Bu tip santrallerde yakıttan elde edilen ısıdan, farklı sistemler vasıtasıyla iki defa yararlanıldığı için verim daha yüksek olmaktadır (% 60’ın üstünde).

³⁰⁶ A.e., pp.221,222.

³⁰⁷ Altın, a.g.m., s.14.

³⁰⁸ Naci Balkan, Ayşe Erol, **Çevremizdeki Fizik**, 1.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2005, s.49.

reaksiyona giren Hidrojen kütlesi arasında çok küçük bir fark bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 4 milyon tonluk bir kütle Einstein'ın $E=mc^2$ denklemindeki kütle ve enerji arasındaki eşdeğerliği gereği enerjiye dönüşmektedir³⁰⁹. Güneş merkezinde her saniye $9,2 \times 10^{37}$ adet termonükleer reaksiyon meydana gelir ve $3,85 \times 10^{26}$ J (Dünya Yıllık Birincil Enerji Tüketiminin yaklaşık 830.000 katı*) büyüklüğünde ısı açığa çıkar³¹⁰. Güneş orta büyüklükte bir yıldız olarak ömrünün yarısını tamamlamış 4,6 milyar yaşındadır ve 5 ila 6 milyar yıl daha yetecek kadar yakıtı bulunmaktadır³¹¹.

Bugüne kadar füzyon reaksiyonu sonucu kontrollü bir şekilde enerji elde edilmesi mümkün olamamıştır. Günümüzde, nükleer santrallerden çekirdek parçalanması yoluyla enerji elde edilmektedir. Nükleer santraller yakıt olarak büyük ölçüde uranyum kullanmaktadır. Nükleer santrallerde, uranyumdan farklı olarak toryum gibi elementleri yakıt olarak kullanma çalışmaları devam etmektedir. Nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılan uranyumun doğada proton sayıları aynı (92), nötron sayıları farklı olan U^{235} ve U^{238} izotopları bulunmaktadır. Nükleer reaksiyonlar, basitçe uranyum çekirdeklerinin nötronlarla bombardıman edilmesiyle gerçekleşir. Nötronla çarpışan bir çekirdek kendinden daha küçük çekirdeklere bölünür. Parçalanma sonucu meydana gelen çekirdeklerin toplam kütlesi, baştaki büyük çekirdekten çok az miktar daha küçüktür. Aradaki bu fark, enerjiye dönüşen kütleden kaynaklanmaktadır. 1 gram uranyum, 2,5 ton kömüre eşdeğer enerji içermektedir³¹². Dolayısıyla, nükleer reaksiyonlarda açığa çıkan enerji, diğer enerji kaynakları ile karşılaştırılmayacak kadar yüksek olmaktadır. Ancak, nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılan uranyum da doğada bol ve kolay bulunan bir element değildir. Çekirdek parçalanması reaksiyonunun gerçekleşmesi için hızlı ya da yavaş nötronların çarpmasıyla parçalanabilen çekirdeklere ihtiyaç vardır ki, bunlar fisil olarak nitelendirilir. Uranyum izotoplarından U^{235} fisildir, ve nükleer

³⁰⁹ Patrick Moore, **Gezegener Kılavuzu**, Çev. Özlem Özbal, 7.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 1999, s.4.

* 2004 yılında Dünya Birincil Enerji Tüketimi $464 \text{ EJ} (464 \times 10^{18} \text{ Joule})$

³¹⁰ Vaclav Smil, **The Earth's Biosphere Evolution Dynamics and Change**, London, The MIT Press, 2002, p.97.

³¹¹ Isaac Asimov, **Patlayan Güneşler:Üstnovaların Taşıdığı Gizler**, Çev.Nejat Ebcioğlu, İstanbul, İnkilap Kitapevi, 1989, s.71.

³¹² Altın, a.y.

santrallerde yakıt olarak kullanılabilir. Ancak, uranyum doğada saf halde bulunmaz. Doğada bulunan uranyum filizlerinin ancak % 0,071'i U^{235} 'tir³¹³. Ayrıca, doğada bulunan bu kıt izotopun santrallerde yakıt olarak kullanılabilmesi için ek bir takım işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Bu işlemlerin tümü, nükleer yakıt çevrimi olarak adlandırılan sürecin, nükleer santrale kadar olan bölümünü oluşturmaktadır. Yakıt çevrimi aşamaları içinde, zenginleştirme işlemi önemli bir aşama olarak ön plana çıkmaktadır. Zenginleştirme işleminin temel amacı, uranyum içinde bulunan fisil izotop U^{235} miktarının artırılmasıdır. Sivil kullanım için, uranyumun %5 düzeyinde zenginleştirilmesi yeterli olmaktadır. Elektrik üreten nükleer santraller, (örneğin bir Basınçlı Su Reaktörü) çoğunlukla bu zenginleştirme seviyelerine sahip yakıt kullanmaktadır. Buna karşın, askeri kullanımlarda %90 seviyesine kadar zenginleştirme işlemi gerekmektedir³¹⁴. Bu işlemlerin tümü, ileri teknoloji gerektiren ve uranyum maliyetini arttıran işlemlerdir. Bu açıdan bakıldığında şu andaki teknolojik imkânlarla nükleer enerji de sınırsız bir enerji kaynağı değildir. Dolayısıyla diğer fosil yakıtlar gibi uranyum rezervlerinin de belli bir sınırı vardır.

Nükleer reaksiyonlarda U^{235} çekirdeği, yavaş bir nötron ile çarpışıp parçalandığında ortaya parçalanma ürünleri denilen orta büyüklükte Stronsiyum ve Sezyum gibi iki çekirdek, bazı radyasyon parçacıkları, ve iki ya da üç tane hızlı nötron açığa çıkar. Bu nötronlar, diğer U^{235} çekirdeklerine çarparak yeni tepkimelere yol açarlar. Zincirleme tepkinin devam edebilmesi için ortamın fiziksel ve kimyasal şartları iyi ayarlanmalıdır. Bu tepkimelerin meydana geldiği ve özel olarak hazırlanmış ortam, santralin kalbini oluşturur. Ortaya çıkan ısı enerjisi yoluyla elektrik üretilmesi, diğer yakıt türlerini kullanan santrallerden temel olarak farklı değildir³¹⁵.

³¹³ Sema Zararsız, "Uranyum", TAEK, Ekim2005, (Çevrimiçi) <http://www.taek.gov.tr/bilgi/pdf/uranyum.pdf>, 5 Ocak 2006, s.6.

³¹⁴ Arjun Makhijani, Lois Chalmers, Brice Smith, "Uranium Enrichment: Just Plain Facts to Fuel an Informed Debate on Nuclear Proliferation and Nuclear Power", Institute for Energy and Environmental Research, 2004, (Çevrimiçi) <http://www.ieer.org/reports/uranium/enrichment/pdf>, 22 Ağustos 2008, p.5.

³¹⁵ Altın, a.y.

Reaktör kalbinde meydana gelen reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan fisyon ürünleri çok yüksek hızla hareket ederler; ve yüksek kinetik enerjiye sahiptirler. Bu yüzden, ortamda hareket eden nötronların yavaşlatılmaları gereklidir. Bu yavaşlatma işlemi, nötronları daha küçük çekirdeklerle çarpıştırarak gerçekleştirilir. Bu işlem için hidrojen, ağır suyu oluşturan döteryum ve karbon çekirdekleri kullanılır. Hidrojen suda, döteryum da ağır suda bol olarak bulunduğu için nötronların yavaşlatılmasında su ve ağır su kullanılabilir. Ayrıca ortamda hızla hareket eden fisyon ürünleri yolları üzerindeki çekirdeklere çarparak ortamın ısınmasına yol açarlar. Reaktör kalbinde meydana gelen bu ısı artışı, bir şekilde ortamdaki uzaklaştırılmazsa reaktör kalbi erir. Bu yüzden, reaktör kalbinin soğutulması ve ısının belli sınırlar içinde tutulması gerekir. Ortamdan uzaklaştırılması gereken ısı, elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Dolayısıyla, hem nötronları yavaşlatmak, hem de ortamı soğutmak için kullanılan su, reaktör için iki işlevi birden görür. Reaktör kalbinde bulunan uranyum yakıt, kapsüller halinde üretilmektedir, ve zirkonyum alaşımlı tüpler içinde tutulur. Soğutma suyu bu tüpler çevresinde gezdirilir, meydana gelen çok yüksek sıcaklık artışlarına karşın suyun buharlaşmaması için yüksek basınç uygulaması yapılır. Yüksek basınçlı su, daha düşük basınçlı diğer bir devrede bulunan suyun ısıtılmasında kullanılır, ve bu ikinci devredeki su buharlaştırılarak türbinleri döndürmek için kullanılır. Türbine bağlı bir jeneratör de elektrik üretir³¹⁶.

Nükleer santrallerde farklı teknolojilere sahip çok sayıda tasarım mevcuttur. Bir nükleer reaktörün tipini belirleyen, temelde soğutucu ve yavaşlatıcı olarak kullanılan yöntemdir. Basınçlı Su Reaktörü (Pressurised Water Reactor-PWR), Kaynayan Su Reaktörü (Boiling Water Reactor-BWR), Basınçlı Ağır Su Reaktörü [Pressurised Heavy Water Reactor-PHWR (Kanada yapımı Candu tipi reaktörler olarak da bilinmektedir)] dünya genelinde yaygın olarak kullanılan reaktör tipleridir. Bir Basınçlı Su Reaktörü, yavaşlatıcı ve soğutucu olarak atmosfer basıncının, 350 katı basınç altında tutulan su kullanılmaktadır. Buna karşın, bir Kaynayan Su Reaktörü, soğutucu ve yavaşlatıcı olarak normal basınç altında tutulan, bu yüzden de kaynayan su kullanır. Kanada yapımı Candu, tipi reaktör, zenginleştirilmiş uranyumun tersine

³¹⁶ A.e., s.15.

doğal uranyum oksit kullanmaktadır³¹⁷. 2008 yılı itibarıyla, dünyada 372.234 Mwe(Megawatt-elektrik) düzeyinde kurulu güç kapasitesine sahip 439 nükleer reaktör faaliyet halinde iken, 29.278 MWe kurulu güce sahip 35 nükleer reaktör inşaat halindedir. 265 tanesi Basınçlı Su Reaktörü (243.429 MWe), 94'ü Kaynayan Su Reaktörü (85.287), 44'ü Basınçlı Ağır Su Reaktörü'dür (22.390 MWe)³¹⁸.

Tablo 1.31
Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi İlk On Ülke 2006

Ülkeler	Elektrik Üretimi (TWs)	Toplam Dünya Üretimindeki Payı (%)	Kurulu Güç (GW)	Nükleer Enerji Kaynaklı Elektrik Üretimindeki Payı (%)
ABD	816	29,2	99	19,1
Fransa	450	16,1	63	79,1
Japonya	303	10,8	48	27,8
Almanya	167	6	20	26,6
Rusya	156	5,6	22	15,7
G.Kore	149	5,3	17	37
Kanada	98	3,5	13	16
Ukrayna	90	3,2	13	46,7
B.Krallık	75	2,7	10	19,1
İsveç	67	2,4	9	46,7
Diğer	422	15,2	53	7,2
Dünya	2.793	100	369	14,8

Kaynak: IEA, "Key World Energy Statistics 2008", p.17.

1973 yılında, dünya toplam elektrik üretimi, 6.116 TWs(Terawatt-saat) iken, nükleer elektrik santralleri, 203 TWs ile, toplam üretimin %3,3'ünü karşılamıştır. 2006 yılında 18.930 TWs olan dünya elektrik üretiminin, %14,8'i, 2.793 TWs'lik üretim gerçekleştiren nükleer santraller tarafından karşılanmıştır³¹⁹. 2006 yılı itibarıyla nükleer enerjiden elektrik üretiminde ilk on ülke ise dünyadaki nükleer enerji kaynaklı elektrik üretiminin %80'den fazlasını gerçekleştirmektedir (Tablo 1.31).

Güvenlik ve radyoaktif sızıntı tehlikesi, kamuoyunun nükleer santraller konusunda en hassas olduğu hususların başında gelmektedir. II. Dünya Savaşı ve

³¹⁷ WNA, "Nuclear Power Reactors", (Çevrimiçi) <http://www.world-nuclear.org/info/inf32.html>., 25 Ağustos 2008.

³¹⁸ IAEA, "Nuclear Power Plants Information", (Çevrimiçi) <http://www.iaea.org/programmes/a2/>, 22 Ağustos 2008.

³¹⁹ IEA, "Key World Energy Statistics 2008", pp.16,24.

sonrasındaki Soğuk Savaş döneminde, nükleer enerjinin askeri amaçlarla kullanımının yol açtığı yıkım görüntüleri, toplumun bazı kesimlerinin nükleer enerji konusunda olumsuz duygularla hareket etmesine neden olmaktadır. Ayrıca, 1979 yılında ABD’de Three Mile Island ve 1986 yılında eski Sovyetler Birliği’nde Çernobil nükleer santrallerinde meydana gelen kazalar, kamuoyunun, nükleer enerji endüstrisinin güvenliği konusundaki kaygılarını güçlendirmiştir.

Nükleer santrallerin neden olabileceği radyoaktif kirlenme olasılığı karşısında, nükleer endüstri taraftarı olanlar, her endüstrinin, çevre ve insan sağlığı üzerinde belli oranlarda etkiye sahip olduğu ve kaza riski taşıdığını savunmaktadır. Örneğin, nükleer santrallerin neden olduğu radyoaktif kirlenme söz konusu olduğu zaman, güvenli çalışan nükleer santrallerin çevrelerinde, normal şartlar altında alınabilecek dozların üstünde radyoaktif etkilere sebep olmadığı iddia edilmektedir. Bu iddialara göre, kömür içinde var olan uranyum, toryum ve diğer radyoaktif elementlerin varlığı, bu santrallerin neden olduğu radyoaktif etkilerin, güvenli bir nükleer santrale göre çok daha fazla düzeyde olmasına neden olmaktadır. Çernobil Nükleer Santrali kazası üzerine yapılan temel savunma ise, kazanın meydana gelmesinde santral yöneticilerinin hatalı bir şekilde yürüttükleri deney dışında, nükleer santralin batı ülkelerindeki güvenlik standartlarından yoksun (koruyucu kubbe olmaması vb) ve farklı çalışma prensiplerine sahip olması gibi faktörler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Three Mile Island kazasında, reaktör binasından dışarı radyoaktif sızıntı meydana gelmemesi ve çevrede bulunanların bundan zarar görmemesi, batı tipi reaktörlerin sahip olduğu güvenlik sistemlerinin bir üstünlüğü olarak yorumlanmaktadır³²⁰.

Nükleer santrallerin neden olduğu atıklar konusuna yukarıda daha önce değinilmişti. Bu noktada, nükleer santrallerin neden olduğu atıkların, miktarından ziyade sahip oldukları nitelikler üzerinde durulacaktır. Zira daha önce belirtildiği gibi, nükleer endüstrinin neden olduğu atık miktarı diğer endüstrilerle kıyaslanmayacak kadar küçük miktardadır. Ancak, içerdikleri radyoaktivite nedeniyle nükleer atıklar, diğer endüstrilerden farklı endüstriyel süreçleri gerekli

³²⁰ Max W. Carbon, **Nuclear Power: Villain or Victim?: Our Most Misunderstood Source of Electricity**, Madison, Pebble Beach Publishers, 1997, pp.36,43,44.

kılmaktadır. Örneğin, 1000 MWe, kurulu gücü olan bir nükleer santralin bir yılda ürettiği ve yüksek dereceli radyoaktiviteye sahip harcanmış yakıt 10 m³ düzeyindedir. Yüksek dereceli radyoaktif atıklar, toplam atık miktarının yalnızca %5'ini temsil etmesine karşın, radyoaktivitenin %95'i bu atıklardan kaynaklanmaktadır³²¹. Aynı şekilde, dünya genelindeki tüm nükleer santraller, yılda yaklaşık 10.000 ton civarında harcanmış yakıt şeklinde ağır metale neden olmaktadır. Harcanmış yakıtın üçte birine yakın kısmı, santrallerde yakıt olarak kullanılmak üzere tekrar işlemden geçirilerek ayrılmakta; geri kalan kısmı ise depolanmayı beklemektedir. Nükleer santral endüstrinin geçmiş elli yıl boyunca ürettiği ve depolananan toplam harcanmış yakıt miktarı ise 190.000 ton kadardır³²².

Reaktörün kalbinde bulunan uranyum zamanla fakirleşir ve değiştirilmesi gerekir. Kullanılmış yakıtın içinde işe yarar olan ve diğer sektörlerde de kullanılan bir takım izotoplar çeşitli yöntemlerle ayrılır ve geriye işe yaramayan fakat radyoaktif açıdan zararlı maddeler kalır. Bu atıkların gelişigüzel bir şekilde atılması mümkün değildir. Atıkların radyoaktiflik özellikleri azalıp zararsız hale gelinceye kadar saklanması gerekir. Radyoaktif bir elementin kendiliğinden ışınım yaparak radyoaktifliğinin yarıya inmesi için geçen süreye yarı ömür denir. Yarı ömür, her radyoaktif element için farklıdır. Her hangi bir radyoaktif elementin radyoaktifliğinin azalması ve elementin zararsız hale gelmesi için on yarı ömür geçmesi gerekmektedir. Nükleer reaktör atıkları içinde Stronsiyum ve Sezyum gibi radyoaktif elementler önemli yer tutmaktadır. Stronsiyumun yarı ömrü 28, Sezyumun ise 30 yıldır. Dolayısıyla bu elementlerin zararsız hale gelmeleri için 300 yıl boyunca güvenle saklanmaları gereklidir. Bunun dışında kalan bazı radyoaktif elementlerin yarı ömürleri çok daha uzun olabilir. Mesela plutonyumun yarı ömrü 24.000 yıldır, on yarı ömür düşünüldüğünde plutonyumun 240.000 yıl boyunca güvenle saklanması gerekir. İnsan ömrü düşünüldüğünde son derece uzun olan bu süreler boyunca atıkların güvenle saklanması için sıkı tedbirlerin alınması gerekir. Bir nükleer santralden çıkan atıklar, ilk önce belli bir müddet özel havuzlarda bekletilir. Daha sonra bu atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek saklanır. Uzun vadede atıkların

³²¹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.356.

³²² IAEA, **Nuclear Technology Review 2006**, Vienna, IAEA, 2006, p.15.

camlaştırılması, sonra da paslanmaz çelikten borular içinde depresel hareketliliği az kaya formasyonları içinde bulunan beton galerilere gömülmesi önerilmektedir. Ancak cam ve çeliğin yüksek radyoaktivite karşısında bu kadar uzun süre dayanıp dayanamayacağı konusunda bir takım şüpheler bulunmaktadır³²³.

Uranyumun sadece sivil kullanım için değil, askeri amaçlar için de zenginleştirilmesi, nükleer teknolojinin en hassas konularından birisini oluşturmaktadır. Zenginleştirme genel olarak, uranyum atomları içinde fisil izotop olan U^{235} atomlarının sayısının artırılmasını amaçlamaktadır. Nükleer elektrik santrallerinde kullanılmak üzere uranyumun %5 düzeyinde zenginleştirilmesi yeterlidir. Genel olarak %20 zenginleştirme düzeyine sahip uranyum düşük zenginlikte, %20'inin üzerindeki ise yüksek zenginlikte uranyum olarak kabul edilmektedir. Askeri kullanımlar ve daha küçük çapta olan araştırma reaktörleri yüksek zenginlikte uranyuma ihtiyaç duymaktadır³²⁴. Nükleer yakıt teknolojisinin en önemli aşamalarından biri olan zenginleştirme safhası, nükleer silah teknolojisinin yayılmasının önlenmesinde kilit derecede öneme sahiptir. Dünyada, zenginleştirme teknolojisine sahip çok az ülke bulunmaktadır (ABD, Rusya, Fransa, Almanya, Japonya, Hollanda, İngiltere, Çin)³²⁵. Uranyum zenginleştirme dışında, nükleer santrallerin harcanmış yakıtının içinde bulunan ve uranyumun fisil olmayan izotopu U^{238} 'in bir nötron yutarak oluşturduğu plütonyum, önemli bir risk teşkil etmektedir. Normal olarak, parçalanma ürünlerinin yaklaşık %1'ini oluşturan plütonyum, nükleer silah yapımı için son derece uygun bir materyal olduğu için, nükleer teknolojiye ulaşmış ülkelerin kolaylıkla nükleer silah üretmesini mümkün kılmaktadır³²⁶. Nükleer silahların yayılmasına yönelik olarak 1970 yılında imzalanan ve 1995 yılına kadar farklı ülkelerin katılımıyla genişleyen Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması (NSYÖA) gereği ,Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), nükleer faaliyetleri izlemektedir³²⁷. Ancak, nükleer teknoloji yanında, nükleer güce sahip

³²³ Altın, **a.g.m.**, s.16.

³²⁴ Vural Altın, "Nükleer Dosya", **Bilim ve Teknik Dergisi**, Sayı 460, Mart 2006, s.36.

³²⁵ The Ux Consulting Company, "World Enrichment Nameplate Capacity", (Çevrimiçi) <http://www.uxc.com/fuelcycle/enrichment/capacity-enrichment.html>, 24 Ağustos 2008.

³²⁶ Carbon, **a.g.e.**, p.51.

³²⁷ IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.357.

ülkelerin izlemiş olduğu politikalar, nükleer silah teknolojisinin ne şekilde sınırlandırılacağı konusunda soru işaretlerine sebep olmaktadır.

1.7.5. Elektrik Üretim Teknolojileri

Nükleer elektrik santralleri açısından ön plana çıkan diğer bir konu, elektrik üretim maliyetleri olmaktadır. Birincil enerji kaynakları kullanılarak elektrik üretilmesi, farklı yöntemler ve teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Kullanılmakta olan teknolojilerin sunmuş olduğu kolaylıklar yanında, katlanılması gereken maliyetler ise, bu konuda yapılan tartışmaların temelini oluşturmaktadır. Farklı üretim yöntemleri içinde, düşük maliyetleri yanında, enerjinin farklı boyutları açısından tatminkâr sonuçlar vaad eden yöntemler (çevreyi daha az kirleten, enerjide dışa bağımlılığı azaltan vb) en çok arzu edilenler olmaktadır. Bununla beraber, bir bütün olan enerji sistemi içinde, tek bir tedarik yönteminin ya da enerji kaynağının bütün amaçları karşılamaasının zorluğu da kabul edilmelidir. Enerji kaynaklarının fiziksel özellikleri dolayısıyla, değişik elektrik üretim yöntemleri farklı teknolojik süreçleri gerekli kılmaktadır. Bu durum, birbiriyle karşılaştırılması çoğu zaman zor, farklı maliyet yapılarına sahip elektrik üretim yöntemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Nükleer santrallerin ihtiyaç duyduğu ileri teknoloji yanında, zorunlu olan yüksek güvenlik standartları ve bununla bağlantılı güvenlik prosedürlerinin karmaşıklığı, nükleer santrallerin inşa edilme süresinin, diğer elektrik santrallerine göre daha uzun ve daha maliyetli olmasına yol açmaktadır. Yüksek ilk yatırım maliyetleri, nükleer santral yatırımlarının geri dönüş süresini uzatmaktadır. Genel olarak, nükleer alt yapıya sahip ülkelerde, nükleer santral kurulmasına ilişkin kararın alınmasından sonra, santralin faaliyete geçirilmesi 15 yıllık bir süre alırken, gerekli alt yapı ve eğitimli işgücüne sahip olmayan ülkelerde, bu sürenin çok daha uzun olması beklenmektedir. Nükleer santrallerden farklı olarak, doğal gaz santralleri, 2-3, rüzgâr santralleri, 1-2, kömür santralleri ise, 4 yılda kurulabilmektedir. Nükleer santrallerin, uzun inşaat süresi, çoğu zaman başlangıçta yapılan maliyet

tahminlerinden sapmalara neden olmaktadır. Yüksek ilk yatırım maliyetlerine karşın, yakıt maliyetlerinin, nükleer santralin işletme ve toplam maliyetleri içindeki payının düşük olması, yakıt ve işletme maliyetlerinin düşmesine, daha da önemlisi uluslararası piyasalarda uranyum fiyatında meydana gelebilecek dalgalanmalardan daha az etkilenmesini sağlamaktadır. Uranyum, bir nükleer santralde toplam üretim maliyetinin %5'ini, yakıt maliyeti ise, toplam üretim maliyetinin %15'ini temsil ederken, bir doğal gaz santralinde, doğal gaz maliyeti toplam üretim maliyetinin %75'ini temsil etmektedir. Bu durum, nükleer santral üretim maliyetinin, diğer santrallere göre daha istikrarlı bir çizgi izlemesini sağlamaktadır. Örneğin, uranyum, kömür ve doğal gaz fiyatında %50'lik bir artış, nükleer santralin toplam birim üretim maliyetinin %3 yükselmesine neden olurken, kömür santralinde %20, doğal gaz santralinde %38'lik bir artışa sebebiyet verebilmektedir³²⁸.

1980'lerin sonunda başlayan ve elektrik piyasasının özelleştirilmesini amaçlayan düzenlemeler, yüksek yatırım maliyetlerine sahip santraller için bazı olumsuzlukları beraberinde getirmiştir. Nükleer enerjinin gelişimi, çoğunlukla devlete ait ve dikey entegre yapıya sahip (üretim, iletim ve dağıtım faaliyetlerinin birlikte yürütüldüğü) şirketlerin bulunduğu, kamu otoritesi tarafından düzenlenmiş piyasalarda gerçekleştirilmiştir. Dikey entegre yapıya sahip tekellerden, farklı elektrik üretim teknolojilerinin rekabet halinde olduğu piyasalara doğru değişimin, yatırım kararlarında, ekonomik kriterler yanında, siyasi faktörlerin de rol oynadığı nükleer enerji endüstrisi üstünde, endüstrinin iç problemlerine (Three Mile Island ve Çernobil Kazası gibi) ek olarak bazı olumsuz etkileri olmuştur. Kamu otoritesi tarafından düzenlenmiş ve devlete ait üretim şirketlerinde, yüksek yatırım kararlarının taşınmış olduğu belirsizlik ve risklerin, tüketicilere yansıtılma kolaylığı, bu tip yatırımların yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Nükleer santrallerin, yüksek yatırım maliyetleri ve uzun inşaat süreleri nedeniyle, geri dönüşüm sürelerinin uzun olması, daha az risk ve daha çabuk geri dönüşümü tercih eden özel yatırımcılar açısından olumsuz bir tablonun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yatırımın taşınmış olduğu risklerin tüketicilere yansıtılmasının getirmiş olduğu kolaylık, devlet

³²⁸ A.e., pp.344,369,372.

tarafından düzenlenmiş, rekabetin kısıtlı olduğu piyasalarda, işletim maliyetlerinin daha büyük önem kazanmasına neden olmaktadır. Buna karşın, farklı teknolojilerin rekabet halinde olduğu piyasalarda, yatırımın getirmiş olduğu belirsizlik ve risklerin yatırımcı tarafından üstlenilme zorluğu, bu tip piyasalarda diğer faktörler değişmeksizin, yatırımcının daha az sermaye yoğun, daha çabuk inşa edilebilen seçeneklere yönelmesine yol açmaktadır³²⁹.

Tablo 1.32
Elektrik Üretim Maliyetleri

Elektrik Üretim Teknolojisi	Toplam Üretim Maliyeti (\$/ MWs)			
	İnşaat Maliyeti (\$/kWe)	İnşaat Süresi (Yıl)	Geri Dönüşüm Oranı (%5)	Geri Dönüşüm Oranı (%10)
Kömür	1000-1500	4	25-50	35-60
Doğal Gaz	400-800	2-3	37-60	40-63
Nükleer	1000-2000	5-10	21-31	30-50
Rüzgâr	1000-2000	1-2	35-95	45-140
Küçük Hidro-elektrik	-	-	40-80	65-100
Güneş Santrali	-	-	>200	300
Kombine Isı ve Elektrik	-	-	25-65	30-70

Kaynak: IEA/NEA, **Projected Costs of Generating Electricity:2005 Update**, Paris, OECD/IEA, 2005, pp.12-14'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Nükleer enerji yatırımları, özel yatırımcıdan ziyade, enerjinin farklı boyutlarını (siyasi faktörler, enerji güvenliği, sera gazı azaltımı, kirlilik vb) daha uzun vadeli olarak değerlendirebilen siyasi otorite açısından daha cazip bir seçenek olarak öne çıkmaktadır³³⁰. Ayrıca, sera gazı azaltım çabaları ile bağlantılı olarak, CO₂ emisyonlarının, karbon vergisi ya da küresel bir karbon pazarının oluşturulması sonucu, bir maliyet unsuru olarak elektrik üretimine girmesi, fosil yakıtlar karşısında nükleer enerjinin durumunu güçlendiren gelişmeler olarak kabul edilmektedir³³¹.

Elektrik santrallerinin maliyetlerini etkileyen, yakıt fiyatı, geri dönüşüm oranı, inşaat süresi, santralin hizmet süresi, eğer söz konusu yenilenebilir bir kaynak ise rüzgâr ve güneş ışığı parametreleri gibi pek çok değişken bulunmaktadır. Farklı

³²⁹ Massachusetts Institute of Technology (MIT), **a.g.e.**, pp.37,38.

³³⁰ IAEA, **Nuclear Technology Review 2006**, p.12.

³³¹ Massachusetts Institute of Technology (MIT), **a.g.e.**, pp.42,43.

teknolojilerin maliyetlerini karşılaştırmak çoğu zaman beraberinde pek çok varsayımı da getirmektedir. Seçilen parametrelerin genişliği ve varsayımların farklılığı ise aynı kaynağı kullanan değişik santrallerin maliyetlerinde bile farklılıklar ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Örneğin, UEA ve Nükleer Enerji Ajansı'nın (NEA) birlikte yürütmüş olduğu çalışmada farklı teknolojiler kullanan 130 elektrik santralının maliyetleri karşılaştırılmıştır. (Tablo 1.32). Bu çalışmada da nükleer santrallerin diğer santrallere göre daha uzun sürede inşa edildiği ve yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Santrallerin yenilenmesi ve kapatılmasının dahil edilmediği yatırım maliyetleri, kurulu güç başına 1000-2000 \$ olarak gerçekleşmiştir. %5 geri dönüşüm oranına göre, yatırımların yaklaşık %50'sini yatırım maliyetleri, %30'unu işletme ve onarım maliyetleri, %20'sini de yakıt maliyetleri oluşturmaktadır. Geri dönüşüm oranı %10 olarak kabul edildiğinde, yatırım maliyetleri toplam maliyetlerin %70'ini, işletme ve onarım %20, yakıt maliyetleri ise %10'unu oluşturmaktadır.

Nükleer endüstrinin son yıllarda gerçekleştirmiş olduğu gelişmeler, işletme-onarım giderlerinin azaltılmasına, dolayısıyla toplam üretim maliyetlerinin aşağı çekilmesine yardımcı olmuştur. Bu konuda öne çıkan en önemli gelişme, nükleer santrallerdeki kapasite kullanım oranının yükselmesi olmuştur. Kapasite kullanım oranı bir santralin, belli bir süre itibarıyla (çoğunlukla 1 yıl) üretebildiği enerjinin, potansiyel üretime oranı olarak tarif edilmektedir [gerçek üretim (kWs)/santral kapasitesi x periyot içindeki saat]. Kapasite kullanım oranı açısından önemli olan nokta, bu oranın önceden tahmin edilemeyen, periyot sonunda açığa çıkan bir değer olmasıdır. Bu durum, elektrik üretim teknolojilerinin sunmuş olduğu güvenilirlik derecesi açısından da önem taşımaktadır. Örneğin, yenilenebilir elektrik santrallerinin (rüzgâr, hidrolik, solar vb) belli bir dönem itibarıyla üretebileceği elektriği, kesin olarak bilmek kolay değildir. Periyot öncesinde yapılan tahmin ile gerçekleşen arasında fark çıkma olasılığı yüksektir. Buna karşın, teknik açıdan, nükleer santraller yüksek kapasite kullanım oranlarını gerçekleştirebilen santraller olarak kabul edilmektedir. Örneğin, ABD'de Wolf Creek Nükleer Santrali, yakıtının yenilenmesi amacıyla durdurulmadan önce 506 gün (12.144 saat) boyunca kesintisiz

elektrik üretimi gerçekleştirmiştir³³². Nükleer santrallerin, olağandışı durumlar dışında, yakıt yenileme için durdurulmaları, kapasite kullanım oranları açısından önem arz etmektedir. Yakıtın daha kısa sürede yüklendiği durumlar, kapasite kullanım oranının yükselmesini sağlamaktadır. Nükleer santrallerin bu konudaki performansları farklılık göstermektedir. Örneğin, Finlandiya’da Olkiluoto santralinde ulaşılan en kısa süre 7 gün iken, ABD’deki en iyi derece, 15 gün ile Browns Ferry Nükleer santralinde başarılmıştır³³³. Yükselen kapasite kullanım oranlarının nükleer santrallerin elektrik üretiminde açığa çıkardığı fark, ABD’nin santral filosunda görülebilir. ABD’de 1980-2006 yılları arasında, nükleer kurulu güç 51,8 GWe düzeyinden, 100,3 GWe düzeyine ulaşarak %93,6 oranında artmıştır. Buna karşın, nükleer santrallerin ürettiği toplam elektrik, 1980 yılındaki 251,1 milyar kWs değerinden, 2006 yılında, 787,2 milyar kWs’ye ulaşarak toplamda %213,4 oranında yükselme kaydetmiştir. Bu sonucun ortaya çıkmasında, 1980 yılında, %56,3 olan kapasite kullanım oranının 2006 yılında, %89,6’ya yükselmesi büyük rol oynamıştır³³⁴. Nükleer santral teknolojisi açısından önemli olan diğer noktalar, daha uygun yakıt dizaynının kullanılması ile yakıtın daha iyi yakılması (high burn-up), nükleer santralin tasarımında yapılan değişikliklerle üretebileceği güç miktarının artırılmasının (uprate) sağlanması ve santralin lisansının uzatılarak daha uzun süreler hizmet etmesiyle daha kârlı hale geçmesi (başlangıç yatırımlarının geri dönüşüm süresinin dolması dolayısıyla santralde, daha çok işletme, onarım ve iyileştirme maliyetleri açığa çıkmakta, dolayısıyla mevcut santralin işletme ömrünün uzatılması, yeni bir santral inşa etmekten daha kârlı olmaktadır)³³⁵.

Elektrik talebinde görülen yüksek dalgalanmalara karşın, elektriğin depolanma zorlukları, elektrik arz ve talebinin dengelenme zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Elektrik talebinde gün içinde farklı zamanlarda meydana gelebilecek değişimler, elektrik arzının istenen yer ve zamanda sağlanabilmesini önemli hale getirmektedir. Bu açıdan, elektrik santralleri, talebin sürekli olduğu hallerde sürekli üretim

³³² Banks, **a.g.e.**, p.320.

³³³ World Energy Council, “ The Role of Nuclear Power in Europe”, January 2007, (Çevrimiçi) http://www.worldenergy.org/documents/wec_nuclear_full_report.pdf, 23 Temmuz 2008, p.17.

³³⁴ EIA, “Nuclear Power Plant Operations 1957-2007”, (Çevrimiçi) http://www.eia.doe.gov/emeu/pdf/pages/sec9_5.pdf, 26 Ağustos 2008.

³³⁵ World Energy Council, **a.y.**

yapabilen temel yük santralleri, orta yük santralleri ve talepteki yükselişlere çabuk cevap verebilecek zirve yük santralleri olarak temelde üçe ayrılmaktadır. Temel yük santralleri 24 saat çalışabilen, yapım maliyetleri yüksek, ancak yakıt maliyetleri düşük santrallerdir. Orta yük santralleri, çabuk faaliyete geçirilebilen, yapım maliyetleri daha düşük, ancak yakıt maliyetleri temel yük santrallerinden daha yüksek olan teknolojileri kullanmaktadır. Zirve yük santralleri ise talepte meydana gelen ani yükselişler karşısında çok çabuk devreye sokulabilen, yakıt maliyetlerinin yüksek olduğu santraller olarak tarif edilmektedir. Nükleer santrallerin, teknolojik özelliklerinin sunmuş olduğu tablo (yüksek ilk yatırım maliyeti, düşük işletim ve yakıt giderleri, santrallerin durdurulma ve çalıştırma zorlukları, yüksek kapasite kullanım oranlarına ulaşabilmeleri), bu santralleri, temel yük santralleri olarak ön plana çıkarmaktadır. Genel olarak kabul edilen görüş, kömür santrallerinin temel ve orta yük, doğal gaz santrallerinin de zirve yük santralleri olduğu yönündedir. Yenilenebilir kaynaklar ise, kaynağın (rüzgâr, su, güneş) ulaşılabilir olduğu durumlarda mutlaka çalıştırılması gereken seçenekler olarak kullanılmalıdır. Elektrik üretim teknolojilerinin maliyet yapıları bu ayrımı doğrulamaktadır (Tablo 1.32).

Elektrik talebinde meydana gelebilecek marjinal artışlar karşısında, marjinal üretim maliyeti en düşük olan santralin devreye sokulması gerekmektedir. Marjinal maliyetlerin içinde ise yakıt maliyetleri önemli yer tutmaktadır. Bu konuda, doğal gaz santralleri ve kömür santralleri arasında, yakıt fiyatındaki dalgalanmalara bağlı olarak yer değiştirmeler olduğu görülmektedir. Ancak, talebin dalgalı olduğu dönemde doğal gaz santralleri ön plana çıkmaktadır. Çünkü, doğal gaz santrallerinin, düşük ilk yatırım maliyetleri, kısa inşaat süreleri, devreye sokulma kolaylıkları bulunmaktadır. Farklı teknolojilerin rekabet ettiği piyasalarda, yakıt fiyatındaki yükselmeler, yatırım maliyetleri aksine tüketiciye daha kolay yansıtılabilmektedir. Doğal gaz santrallerinin maliyetleri içinde yakıt maliyetlerinin ağırlıklı yer tutması nedeniyle, rekabetçi ve serbest piyasalar, doğal gaz santrallerinin, yakıt riskini azaltmakta, aynı zamanda bu santralleri elektrik fiyatının belirleyicisi konumuna getirmektedir. Doğal gaz santrallerinin göstermiş olduğu üretim esneklikleri, istikrarsız kapasite kullanım oranları ile dikkat çeken rüzgâr santrallerinin kurulu güç içindeki paylarındaki artışla birlikte daha fazla önem kazanmaktadır. Üretim

maliyetlerinin karşılaştırıldığı UEA ve NEA'nın çalışmasında, değerlendirme kapsamına alınan 19 rüzgâr santralının kapasite kullanım oranları, karada inşa edilmiş olanlarda %17-38 oranında değişmektedir. Bu nedenle, kurulu güç içinde rüzgâr santrallerinin payının artması, bu santrallerin kapasite kullanım oranlarının düşüren şartların açığa çıktığı durumlarda (rüzgârın esmediği haller gibi) devreye sokulabilecek yedek güç ihtiyacının da artması sonucunu doğurmaktadır. Bu konuda, doğal gaz santrallerinin sahip olduğu esneklikler de doğal gaz santrallerini ön plana çıkarmaktadır³³⁶.

³³⁶ IEA, **Natural Gas Market Review 2007**, pp.124,126.

İKİNCİ BÖLÜM

AB'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

2.1. AB VE ENERJİ YAKLAŞIMI

2.1.1. AB'nin Kuruluşu ve Genişlemesi

Yirminci yüzyıldaki iki büyük dünya savaşında büyük bir yıkım yaşayan ve dünyadaki lider konumlarını kaybettiklerini düşünen Avrupa'nın büyük devletleri Avrupa kıtasında bütünlüğü sağlamanın kaçınılmaz bir sorumluluk olduğunu görmüşlerdir. Avrupa'nın, savaştan sonra ortaya çıkan iki süper güç, ABD ve Sovyetler Birliği karşısında varlığını sürdürebilmesinin ancak bir birlik vasıtasıyla mümkün olabileceğini kabul eden Avrupalı devlet adamları ortak ekonomik çıkarlar üzerine inşa edilebilecek bir birlik modelini benimsemişlerdir¹. Ekonomik bütünleşme süreci ve sonrasında meydana gelen refah artışıyla birlikte daha sonraki yıllarda gerçekleştirilecek siyasi birliğin gerçekleştirilmesinin daha kolay olacağı kabul edilmiştir.

Günümüzde Avrupa Birliği (AB) ismini almış olan birlik, 1957 yılında Roma Antlaşması ile Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET) adıyla kurulmuştur. 1957 yılında altı Avrupa ülkesi Batı Almanya, Fransa, İtalya, Belçika, Hollanda ve Lüksemburg, AET'yi kuran Roma Antlaşması'nın altına imza atmışlardır. AET'yi kuran Roma Antlaşması'yla, Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu'nun (EURATOM) kurulmasına da karar verilmiştir. Topluluk, atom enerjisinin sanayi ve enerji üretiminde barışçıl amaçlar için kullanılmasını amaçlamıştır². Yine aynı altı ülke, 1951 yılında Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu'nu (AKÇT) kuran antlaşmayı imzalayarak aralarında kömür, demir cevheri, hurda demir ve çelik ürünleri ticaretine konan kısıtlamaları tamamen kaldırmışlar; ve topluluk dışındaki ülkelere ortak gümrük tarifesi uygulamaya başlamışlardır. Savaş sanayiinin en önemli hammaddeleri olarak kabul

¹ Erol Manisalı, **İçyüzü ve Perde Arkasıyla :Avrupa Çıkmazı -Türkiye-Avrupa Birliği İlişkileri**, 4. Basım, İstanbul, Otopsi Yayınevi, Eylül 2002, s.51.

² Rıdvan Karluk, **Avrupa Birliği ve Türkiye**, 6. Basım, İstanbul, Beta Basım A.Ş., 2002, s.12.

edilen demir, çelik ve kömürün, savaştan ziyade, üye ülkelerin ekonomilerinin gelişmesine katkıda bulunması amaçlanmıştır.

AET, AKÇT ve EURATOM, 1 Temmuz 1967'den itibaren birleştirilmiş; ve bu tarihten sonra tek bir Avrupa Topluluğu meydana gelmiştir³. Avrupa Topluluğu bir yandan üye ülkeler arasındaki entegrasyonu derinleştirirken diğer yandan da genişlemeye devam etmiştir. Avrupa Topluluğu'nun ilk genişlemesi 1973 yılında gerçekleşmiştir. 1973 yılında Birleşik Krallık, İrlanda ve Danimarka, topluluğa üye olmuştur. 1981 yılında Yunanistan'ın topluluğa üye olmasıyla ikinci genişleme yaşanmıştır. 1986 yılında, İspanya ve Portekiz topluluğa üye olmuştur. 1995 yılında Finlandiya, İsveç ve Avusturya'nın topluluğa katılımıyla 15 üyeli bir AB meydana gelmiştir. Topluluk, en büyük genişlemesini 2004 Mayıs'ında gerçekleştirmiştir. Bu tarihte, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Litvanya, Letonya, Macaristan, Malta, Polonya, Slovakya, Slovenya ve Kıbrıs'ı temsilen Güney Kıbrıs Rum Kesimi, topluluğa üye olarak kabul edilmişlerdir. 2007 yılında Bulgaristan ve Romanya'nın katılımıyla, 6 üye ile kurulan topluluk, 27 üyeye ulaşmıştır⁴. 2008 yılı itibarıyla, Hırvatistan, Makedonya ve Türkiye, AB'ye üye olmak için müzakere sürecinde yer almaktadır. Arnavutluk, Bosna-Hersek, Karadağ, Sırbistan ve Kosova gibi Balkan ülkeleri ise, AB'nin genişleme takviminin potansiyel adayları olarak ön plana çıkmaktadır⁵.

AB'ye katılan ülkeler yanında Fas, Norveç, İsviçre gibi ülkelerin üyelik süreçleri olumlu sonuçlanmamıştır. 8 Temmuz 1987 tarihinde topluluğa tam üyelik başvurusunda bulunan Fas'ın bu talebi, 1 Ekim 1987 tarihinde reddedilmiştir⁶. Norveç ise, 1972 ve 1993 yıllarında AB'ye üye olma konusunda yapılan referandumda çıkan olumsuz sonuçlar dolayısıyla AB'ye üye olmamıştır. Örneğin, Norveç'in tam üyelik başvurusuna AB Komisyon'u 24 Mart 1993'te olumlu yanıt vermiş; ancak 5 Nisan 1993 tarihinde yapılan halk oylamasında Norveç halkının

³ Manisalı, **a.g.e.**, s.52.

⁴ European Commission Enlargement, “ From 6 to 27 Members and Beyond”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/enlargement/the-policy/from-6-to-27-members/index_en.htm, 2 Eylül 2008.

⁵ European Commission Enlargement, “Enlargement Strategy and Progress Reports 2007”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/enlargement/press_corner/key_documents/reports_nov_2007_en.htm, 2 Eylül 2008.

⁶ Karluk, **a.g.e.**, s.20.

%52,2'si olumsuz yönde oy kullanmıştır. İsviçre, 6 Aralık 1992 ve 4 Mart 2001 tarihlerinde yapılan referandumlarda çıkan olumsuz sonuçlar neticesinde AB'ye girmekten vazgeçmiştir⁷.

1963 yılında imzalanan Ankara Antlaşması ile AET ile ilişkileri başlayan Türkiye, 1987 yılında topluluğa tam üyelik başvurusunda bulunmuş, ancak üyelik başvurusu reddedilmiştir.1995 yılında, Gümrük Birliği antlaşmasıyla Türkiye, üye olmamasına karşın Gümrük Birliği'nin içinde yer alarak AB ile özel bir ilişkinin içine girmiştir. Daha sonra, 1999 yılında Helsinki zirvesinde aday ülke konumuna yükselen Türkiye; 17 Aralık 2004 tarihinde üyelik müzakerelerinin 2005 yılında başlatılmasına ilişkin AB kararından sonra 3 Ekim 2005 tarihinde üyelik müzakerelerinin açılması kararıyla üyelik sürecinde bir aşamayı daha geride bırakmıştır.

2.1.2. AB'de Temel Antlaşmalar ve Kurumlar

Günümüzde, 27 üyeye ulaşmış olan AB, coğrafi anlamda genişlemekle kalmamıştır. Kurucu antlaşmalar ile belirlenen kurumlar ve karar mekanizmalarında da gerek eski antlaşmalara yapılan eklemeler gerekse eski antlaşmaların yerini alan yeni antlaşmalar yoluyla değişimler yaşanmıştır. AB müktesabatını oluşturan antlaşmaların yakından incelenmesi, üye ülkeler arasında sınırlı alanlarda başlayan işbirliğinin giderek daha fazla alana yayıldığını ortaya koymaktadır. Tarihsel süreç içinde imzalanan temel antlaşmalarda, üye ülkeler giderek, daha fazla alanda AB kurumları tarafından yapılan düzenlemeleri kabul etmiştir. AB'yi oluşturan kurumlar, kömür, demir ve çelik gibi endüstrilerden başlayarak ekonomik, sosyal, çevre ve dış politikaya kadar uzanan bir yelpazede etkili olmaya başlamıştır. Aynı şekilde, AB içindeki karar mekanizmalarında değişiklikler meydana gelmiş, daha etkin karar alınmasını sağlayacak düzenlemeler yapılmıştır.

⁷ A.e.,s.23.

Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu Antlaşması (AKÇTA) : II. Dünya Savaşı sonrasında ortaya çıkan yeni dünya düzeninde, Avrupa'yı barışçıl amaçlarla birleştirme çabalarının ilk meyvesi AKÇTA olmuştur. Kömür ve çeliğin ülke ekonomilerindeki ağırlıklı rolü gereği, bu endüstrilerin tüm Avrupa'nın refahına hizmet edecek şekilde kullanılması gerektiği kabul edilmiştir. Dönemin, Fransa Dışişleri Bakanı Robert Schuman, 9 Mayıs 1950 tarihindeki ünlü bildirisini ile, Fransa ve Almanya'nın kömür ve çelik üretiminin, diğer ülkelerin de katılabileceği yüksek bir otoritenin denetimine verilmesi fikrini kamuoyuna açıklamıştır. Dolayısıyla, Avrupa'da savaşın nedenleri yanında, savaşı sürdürebilme araçlarının da ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Fransa, Dışişleri Bakanı'nın yapmış olduğu bu teklif üzerine, Fransa, Batı Almanya, İtalya, Belçika, Hollanda ve Lüksemburg, antlaşma müzakerelerine başlamış ve AKÇTA, 18 Nisan 1951 tarihinde, Fransa'nın başkenti Paris şehrinde, imzalanmıştır. AKÇTA, 24 Haziran 1952 tarihinde, 50 yıllık bir süre için, yürürlüğe girmiştir. Antlaşma'nın temel amacı, taraf ülkeler arasında, kömür, demir filizi, hurda demir ve çelik ürünlerinin serbest dolaşımını sağlamaktır. Antlaşma hükümlerine uygun olarak, 10 Şubat 1953 tarihinde, kömür, hurda demir ve demir filizi, 1 Mayıs 1953'de ise, çelik ortak pazarı, yürürlüğe girmiştir. AKÇTA, üye ülkeler arasında kabul edildiği üzere, 50 yıllık sürenin sona ermesi ile birlikte, 23 Haziran 2002 tarihinde yürürlükten kalkmıştır⁸.

Avrupa Ekonomik Topluluğu Antlaşması (AET): AKÇTA ile, kömür ve çelik gibi ürünlerde, ulusal egemenlik haklarının uluslar üstü bir kuruma devredilmesi, bu antlaşmaya taraf olan ülkelerin aralarındaki işbirliğini daha farklı alanlara da taşıma konusunda adımlar atmalarına neden olmuştur. Üye ülkelerin, Avrupa Savunma Topluluğu adı altında, askeri alanda entegrasyonu amaçlayan teşebbüsleri, konunun ulusal politikalar açısından taşıdığı önem dolayısıyla başarılı olamamıştır. Bu sonuç, üye ülkeleri, entegrasyon konusunda ulusal politikalar açısından daha az hassasiyetin söz konusu olduğu alanlara yöneltmiştir. 1955 yılında, Messina Konferansı sonrasında alınan karar gereği, bir komisyon kurularak, üye ülkeler arasında ortak bir pazar oluşturulması imkânı üzerine bir rapor hazırlamakla

⁸ Avrupa, "Treaty Establishing the European Coal and Steel Community", (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/ecsc_en.htm, 2 Eylül 2008.

görevlendirilmiştir. 1956 yılında kurulan komisyon, Belçika Dışişleri Bakanı P.H Spaak başkanlığında Brüksel’de toplanmış; ve Nisan 1956’da hazırlamış olduğu raporu sunmuştur. Komisyon, hazırlamış olduğu raporda, üye ülkeler arasında genel bir ortak pazarın açılmasını ve bir nükleer enerji topluluğunun kurulması seçenekleri sunmuştur. Bunun üzerine, İtalya’nın başkenti Roma’da, Mart 1957’de, AKÇTA’ya taraf olan ülkeler arasında Roma Antlaşmaları olarak bilinen antlaşmalar imzalanmıştır. İmzalanan antlaşmalardan birincisi, taraf ülkeler arasında, mal, hizmet, sermaye ve insan dolaşımını serbestleştirmeyi amaçlayan AET Antlaşması’dır. Roma Antlaşmaları 1 Ocak 1958 yılında yürürlüğe girmiştir⁹.

Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (EURATOM): 1957 yılında, Roma’da imzalanan ikinci antlaşma, EURATOM’u kuran antlaşmadır. EURATOM, dönemin konvansiyonel enerji kaynakları olarak ön plana çıkan kömür ve petrolün yanı sıra, enerji güvenliğinin sağlanması için nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımını amaçlayan bir antlaşmadır. Nükleer enerjinin, teknoloji ve sermaye yoğun karakterinin getirmiş olduğu zorlukların üstesinden gelenebilmesi amacıyla AKÇT’ye taraf ülkeler, nükleer enerji konusunda işbirliği yapılmasına karar vermişlerdir. Nükleer enerji endüstrisinin geliştirilmesi, barışçıl amaçlarla kullanılması, güvenlik standartlarının belirlenmesi, nükleer enerji alanında araştırmaların desteklenmesi, EURATOM Antlaşması’nın temel amaçları olarak ortaya çıkmıştır¹⁰.

Birleşme Antlaşması: 8 Nisan 1965 tarihinde imzalanan ve 1 Haziran 1967’de yürürlüğe giren antlaşma ile, daha önceden kurulmuş olan Avrupa Toplulukları, tek bir çatı altında birleştirilerek, Avrupa Topluluğu (AT) oluşturulmuştur. Birleşme Antlaşması, AKÇT, AET ve EURATOM tarafından oluşturulmuş ayrı komisyon ve konseylerin yerine, tek bir komisyon ve konseyin kurulmasını sağlamıştır¹¹.

⁹ Europa, “Treaty Establishing the European Economic Community”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/eec_en.htm, 2 Eylül 2008.

¹⁰ Europa, “Treaty Establishing the European Atomic Energy Community”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/euratom_en.htm, 2 Eylül 2008.

¹¹ Europa, “Treaties and Law”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/abc/treaties/index_en.htm., 2 Eylül 2008.

Tek Avrupa Senedi (TES): 17 Şubat 1986 tarihinde 9 üye ülke ve 28 Şubat 1986 tarihinde Danimarka, İtalya ve Yunanistan tarafından imzalanan TES, 1 Haziran 1987 tarihinde yürürlüğe girmiştir¹². TES, AT'nin entegrasyonu açısından önemli bir aşamayı teşkil etmiştir. TES, 5 önemli konuda Topluluk Antlaşmaları'nda değişiklikleri getirmiştir¹³:

- Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konsey'i arasındaki işbirliği sürecinde değişiklikler yapılmıştır. Parlamento'nun Topluluk müktesabıtının oluşturulmasındaki etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır.
- Roma Antlaşması'nın 237. maddesine göre AT'nin genişlemesi, ve 238. maddesine göre ortaklık antlaşmaları konusunda Konsey'in karar almasından önce Parlamento'nun fikrinin sorulması hükmü kabul edilmiştir. Bu durum, AT'nin genişleme ve dış politikasının belirlenmesi hususunda Parlamento'nun rolünü arttırmıştır.
- Para, çevre, sosyal ve ortak iç pazar konusundaki politikalar yeniden belirlenmiş ya da düzenlenmiştir.
- Konsey'de alınacak kararlarda, nitelikli çoğunluk ve oybirliği şartlarının aranmasını zorunlu kılan durumlarda değişiklik yapılmıştır. Buna göre, ortak gümrük tarifesi, hizmet edinimleri, sermaye hareketleri, deniz ve hava taşımacılığı ortak politikalarının belirlenmesinde, nitelikli çoğunluk yerine, oybirliği şartı getirilmiştir. İç pazar, sosyal politika, ekonomik ve sosyal birleşme, araştırma ve teknolojik gelişme ve çevre konularında, nitelikli çoğunluk aranmaya devam edilmesi karara bağlanmıştır.
- Ortak bir dış politikanın belirlenmesinde, üye ülkelerin birlikte hareket etmelerini sağlayacak mekanizmaların geliştirilmesine karar verilmiştir. Üye ülkelerin Dışişleri Bakanları ve bir Komisyon üyesinin yılda dört defa toplanması karara bağlanmıştır. Konsey ve Komisyon bu politikanın izlenmesinde sorumlu olmuştur. Uluslararası toplantılarda

¹² Europa, "The Single European Act", (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/singleact_en.htm, 2 Eylül 2008.

¹³ Karluk, **a.g.e.**, ss. 52,53.

belirlenen ortak politika izlenecektir. TES, siyasi işbirliği konusunda bir başkanlık kurulmasını sağlamış ve Konsey'e başkanlık eden ülkenin bu görevi yürütmesine karar vermiştir.

Maastricht Antlaşması: Avrupa Birliği Antlaşması olarak da bilinen Maastricht Antlaşması, 7 Şubat 1992 yılında imzalanmış ve 1 Kasım 1993 yılında yürürlüğe girmiştir. Maastricht Antlaşması, üye ülkelerin, ekonomik işbirliğinin ötesine geçerek Avrupa'daki entegrasyonu, siyasi alana da taşıma amacını güttükleri temel antlaşma olarak ön plana çıkmıştır. Maastricht Antlaşması'nın temel amaçları 5 temel başlık altında açıklanabilir:

- Kurumların demokratik meşruiyetini güçlendirmek
- Kurumların etkinliğini arttırmak
- Parasal ve ekonomik birliğin kuruluşunu tamamlamak
- Sosyal politikalara ağırlık vermek
- Ortak dış ve güvenlik politikasını oluşturmak

Maastricht Antlaşması, üç önemli sütun üzerinde duran AB'nin oluşturulmasını sağlayan antlaşma olmuştur. Avrupa Toplulukları, ortak güvenlik ve dış politika, polis ve adli soruşturmalara ilgili işbirliği bu üç konuyu oluşturmaktadır. Avrupa Toplulukları, AKÇT, AET, ve EURATOM'u kapsamaktadır. Üye ülkeler, bu üç topluluk ile birlikte, ulusal egemenliklerinin bir kısmını, AB kurumlarına devretmişlerdir. Yapılan düzenlemeler, AB Komisyon'u tarafından teklif edilmektedir. Komisyon tarafından getirilen öneriler, Konsey ve Parlamento tarafından kabul edilmektedir. Düzenlemelerin AB kanunlarına uygunluğu Adalet Divanı tarafından denetlenmektedir. Ortak güvenlik ve dış politika alanı, üye ülkelerin, dış politika ve güvenlik konularında beraber karar alma mekanizmasını getirmektedir. Bu alanda, çoğunlukla hükümetler arasındaki oybirliğine dayalı kararlar uygulanmaktadır. Parlamento ve Adalet Divanı'nın bu konudaki yetkisi sınırlı kalmaktadır. İç işleri ve adalet konuları, hükümetlerarası alanda alınan kararlar

ile AB vatandaşlarının özgürlük, adalet ve güvenliğinin korunmasını amaçlamaktadır¹⁴.

Amsterdam Antlaşması: 2 Ekim 1997 tarihinde imzalanan, ve 1 Mayıs 1999 tarihinde yürürlüğe giren Amsterdam Antlaşması, bütünleşme sürecini başlatan kurucu antlaşmalarda bazı değişiklikler yapmıştır¹⁵. Bu değişikliklerin en önemlisi insan hakları konusunun AB'ye üyelik için bir şart olarak Antlaşma'da yer almasıdır. Bu konuda, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi, referans belge olarak seçilmiş; ve bu sözleşmeye uygunluk, tam üyelik için şart olarak kabul edilmiştir. İkinci olarak, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'ne uymayan ülkelerin, AB Konsey'indeki oy hakkının, diğer üyelerin üçte birinin teklifi ve oybirliği ile alınan karar gereği askıya alınabilmesi kabul edilmiştir¹⁶.

Nice Antlaşması: 26 Şubat 2001 tarihinde imzalanan Nice Antlaşması, 1 Şubat 2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Nice Antlaşması, genişleyen AB'de, karar mekanizmalarında değişiklikler getirmiştir. Konsey'de alınacak kararlarda, nüfusu daha yüksek olan ülkeler lehine iyileştirmeler yapılmış, oy dağılımı 25 üyeli ve 27 üyeli AB'ye göre yeniden düzenlenmiştir¹⁷.

Lizbon Antlaşması: AB'yi 21. yüzyıla taşıyacak antlaşma olarak sunulan Lizbon Antlaşması, 13 Aralık 2007 tarihinde imzalanmış; üye ülkeler tarafından onaylanmayı beklemektedir. Lizbon Antlaşması, AB'nin entegrasyonu konusunda büyük tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Gerçekte Lizbon Antlaşması, daha önce hazırlanan ve AB Anayasası olarak bilinen belgenin 2005 yılında, Fransa ve Hollanda'da yapılan referandumlarda reddedilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. AB Anayasası olarak bilinen antlaşma, temel olarak, genişleyen AB'nin entegrasyonunu amaç edinmiş bir belge olarak kabul edilmiştir. Kararlarda, üye ülkelerin nüfuslarının

¹⁴ Europa, "Treaty of Maastricht on European Union", (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/maastricht_en.htm, 2 Eylül 2008.

¹⁵ Europa, "The Amsterdam Treaty: A Comprehensive Guide", (Çevrimiçi) <http://europa.eu/scadplus/leg/en/s50000.htm>, 2 Eylül 2008.

¹⁶ Karluk, **a.g.e.**, ss.85,86.

¹⁷ Europa, "Treaty of Nice: A Comprehensive Guide", (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/nice_treaty/index/_en.htm, 2 Eylül 2008.

etkili olduğu nitelikli çoğunluğun daha çok kullanılması, Parlamento'nun etkisinin artırılması, 6 ayda bir değişen Konsey başkanlığının sürekli hale getirilmesi, AB'nin bir dışişleri bakanına sahip olması, Komisyon'un üye sayısının azaltılarak küçültülmesi gibi hususlar AB Anayasası'nda yer almıştır. 2004 yılında imzalanan Anayasa konusunda, aralarında B.Krallık, Fransa, Hollanda, İspanya ve Polonya'nın da bulunduğu 12 üye ülke referandum kararı almıştır¹⁸. 2005 yılında, Fransa ve Hollanda'da yapılan referandumların sonucunun olumsuz olması, üye ülkelerin daha farklı bir belge üzerinde çalışmalarına neden olmuştur. Neticede, Lizbon Antlaşması ortaya çıkmıştır. Lizbon Antlaşması'nın içermiş olduğu temel konular¹⁹:

- Parlamento'nun karar mekanizmalarında etkisinin artırılması amaçlanmaktadır. Göç, adli ve cezai konular, ticaret politikası, tarım, bütçe ve uluslararası antlaşma konularında, Parlamento'nun Konsey ile birlikte karar mekanizmalarında etkili olması amaçlanmaktadır. Bu durum daha önceden, sadece fikri alınan parlamentonun onay makamına yükseltilmesi anlamına gelmektedir. Antlaşma tarafından tamamlayıcılık olarak nitelendirilen ilke gereği ulusal parlamentoların karar alma mekanizmaları üzerindeki etkisi de artmaktadır. Tamamlayıcılık ilkesi gereği, AB düzeyinde alınan kararların etkinliği ulusal parlamentolar tarafından denetime açıktır. Buna göre, eğer bir uygulama AB düzeyinde ulusal uygulamalardan daha faydalı ise kabul edilmelidir. Dolayısıyla, ulusal parlamentoların üçte biri herhangi bir uygulamanın tamamlayıcılık ilkesine uygun olmadığını iddia ederek Komisyon'a başvurma hakkına sahiptir.
- Daha etkin ve hızlı çalışan bir AB için, nitelikli çoğunluğun yeterli olduğu alanlar genişletilmektedir. Buna göre, 2014 yılından itibaren, nitelik çoğunluk ile karar alınırken, üye ülkelerin %55 oyu ile AB nüfusunun %65'ini yeterli olacaktır. Konsey başkanının 2,5 yıl süreyle

¹⁸ The Economist, "Constitutional Conundrum", **Fit at 50? A Special Report on the EU**, 17-23 March 2007, pp.9,10

¹⁹ Europa, "Treaty of Lisbon", (Çevrimiçi) http://europa.eu/lisbon_treaty/index_en.htm, 2 Eylül 2008.

seçilmesi, Komisyon başkanının seçimlerinin daha demokratik yollarla yapılması, ve Komisyon'un küçültülmesi düşünülmektedir.

- Birlik içinde, özgürlük, güvenlik, adalet ve işbirliğinin güçlendirilmesi amaçlanmaktadır.
- AB'nin dışişlerinden sorumlu bir yüksek komiserin atanması kabul edilmektedir. AB'nin dış politika ve güvenlik alanlarındaki çıkarlarının daha iyi savunulması, birden çok ve farklı görüşler yerine AB'nin tek bir ses ile konuşabilmesi, ortak güvenlik ve dış politikanın oluşturulmasında önemli görülmektedir.

2.1.3. AB'nin Enerji Yaklaşımı

AB'de, enerji konusunda yapılan düzenlemelerin tümü, birliğin temel antlaşmalarında yer alan hükümlere dayanmaktadır. AB içindeki kömür politikaları, 1952-2002 yılları arasında yürürlükte kalan AKÇTA, nükleer enerji politikası ise, 1957 yılında kurulan EURATOM antlaşmasına göre düzenlenmektedir. Dolayısıyla, enerji konusu, AB'nin kurulmasını sağlayan gelişmelerin temelini teşkil etmiştir²⁰. Bununla beraber, topluluk antlaşmalarında, enerji konusunun özel olarak düzenlendiği bir madde bulunmamaktadır. Enerji ile ilgili kararların hukuki kaynağını, diğer başlıklar altındaki maddeler oluşturmaktadır. AB'yi kuran temel antlaşma olan Maastricht Antlaşması'nda, 3 numaralı Hizmetler, 15 numaralı Trans-Avrupa Bağları ve 19 numaralı Çevre başlıkları altındaki maddeler, yapılan düzenlemelerin hukuki alt yapısını oluşturmaktadır²¹. Bunun dışında, antlaşmalarda yer alan dış ilişkiler, araştırma-geliştirme, üye ülkelerin kanunlarının yakınlaştırılmasının söz edildiği değişik madde ve hükümler, enerji ile ilgili kararların alınmasına temel teşkil etmektedir. Ayrıca, kuruluşundan itibaren, üye ülkeler, egemenlik sahalarına giren konularda uluslar üstü bir otoritenin zaman zaman bağlayıcı olabilen kararlarını kabul etmelerine karşın, enerji, ulusal egemenlik

²⁰ Paul K Lyons, *EU Energy Policies towards the 21st Century*, United Kingdom, EC Inform, 1998, p.5.

²¹ Europa, "Activites of the European Union:Energy", (Çevrimiçi) http://europa.eu./pol/ener/index/_en.htm, 2 Eylül 2008.

sahası içinde kalmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında iki temel ilke rol oynamıştır. İlk olarak, üye ülkelerin enerji tablolarını şekillendiren enerji kaynaklarının seçimi, üye ülkelerin egemenlik alanına girmekte, dolayısıyla AB kurumlarının bu konuda bir yetkisi bulunmamaktadır. İkincisi, üye ülkelerin sınırları içinde bulunan enerji kaynakları, AB'ye değil, ülkelere ait bulunmaktadır²².

Avrupa Toplulukları olarak bilinen ve 1951-1957 yılları arasında imzalanan antlaşmalar ile hayata geçirilen üç önemli projeden ikisi, AKÇT ve EURATOM, Avrupa kıtasındaki enerji arz problemlerine bir çözüm bulmayı amaç edinmiştir. Dünya Savaşı sonrasında, Avrupa'nın içinde bulunduğu durum, güvenli enerji arzını, kıtada kalıcı bir barışın sağlanmasını mümkün kılacak unsurlardan biri haline getirmiştir. Savaş sırasında Avrupa'nın altyapısının büyük bir bölümü hasar görmüş; savaş nedeniyle yeni kaynakların bulunması ve üretilmesi için gerekli yatırımlar yapılamamıştır. Avrupa'nın üç önemli kömür üreticisi, Almanya, B.Krallık ve Polonya, ihracat yapamayacak duruma düşmüştür. Savaş sonrasında, Almanya, savaş öncesindeki maksimum üretiminin ancak beşte birini gerçekleştirebilmektedir. Bu tablo karşısında, kömür üretiminin arttırılmasını sağlayacak düzenlemelere ihtiyaç duyulmuş; ve AKÇT kurulmuştur. Antlaşmaya taraf olan ülkeler, kömür üretimi konusunda, uluslar üstü bir otoritenin kararlarını kabul etmelerine rağmen, ilk başta üçüncü ülkelerle olan ilişkilerde serbest hareket etmeyi (sonradan ortak bir dış ticaret tarifesine geçilmesine rağmen) tercih etmişlerdir²³. Kömürün Avrupa enerji sistemi içindeki ağırlıklı rolü, enerji arzı konusunda kömüre yoğunlaşılması sonucunu doğurmuştur. Dolayısıyla, II. Dünya Savaşı sonrasında başlayarak 1956 yılına kadar geçen sürede, kömür üretiminin arttırılmasını hedefleyen ortak kömür politikalarının oluşturulması hedeflenmiştir²⁴.

1956 yılında yaşanan siyasi bir kriz, enerji güvenliği algılamasında önemli bir değişime neden olmuştur. Mısır devlet başkanı Cemal Nasır'ın Süveyş Kanalı'nı

²² IEA, **IEA Energy Policies Review: The European Union 2008**, Paris, OECD/IEA, 2008, p.8.

²³ Sanam S. Haghighi, **Energy Security: The External Legal Relations of the European Union with Major Oil and Gas Supplying Countries**, Oxford/Portland, Oregon, Hart Publishing, 2007, pp.38,39.

²⁴ Svein S. Andersen, "EU Energy Policy: Interest Interaction and Supranational Authority", Arena Working Papers, (Çevrimiçi) http://www.arena.uio.no/publications/wp00_5.htm, 5 Eylül 2008.

devletleştirmesi, Fransa, İngiltere ve İsrail'in askeri müdahalesi ile sonuçlanmıştır²⁵. Bu durum, Avrupa enerji tüketimi içinde payını giderek arttırmakta olan petrol arzının güvenliği konusunda şüphelerin doğmasına yol açmıştır. Yaşanan kriz neticesinde, Süveyş Kanalı'ndan yapılmakta olan petrol sevkiyatının aksaması, Avrupa'da sıkıntıya neden olmuştur. 20. yüzyılın ilk yarısı ve II. Dünya Savaşı süresince, Avrupa'nın en güvendiği petrol tedarikçisi ABD olmuştur. Ancak, artan petrol tüketimi ile birlikte Orta Doğu ülkeleri, petrol arzı konusunda Avrupa için önem kazanmaya başlamıştır. Daha önce, kömürün temel enerji kaynağı olarak kabul edildiği Avrupa'da, sıvı yakıtların sunmuş olduğu üstünlükler, kömür aleyhine bu yakıtların pazarını genişletmiştir. Petrolün artan tüketimine karşın, Avrupa, kömürden farklı olarak, petrol konusunda, düşen iç üretim nedeniyle dışarıya bağımlı olma durumuyla karşı karşıya kalmıştır. Yaşanan gelişmeler Avrupa ülkelerine, artık enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında kıta içindeki üretimin yetmeyeceğini ve enerji ithalatına bağımlı hale geldiklerini hatırlatmıştır²⁶.

Fransa ve B.Krallık tarafından işletilen Süveyş Kanalı, 1956 yılında, büyük çoğunluğu Avrupa'ya ulaştırılmakta olan petrol için önemli bir geçiş güzergâhı konumunda bulunmaktadır. Aynı yıl, Orta Doğu'da günde üretilen 3,5 milyon varil petrolün, %90'ı ihraç edilmektedir. 1,3 milyon varil Süveyş Kanalı'ndan geçmekte ve Avrupa kıtasının petrol ihtiyacını yaklaşık yarısını karşılamaktadır²⁷. Avrupa'da artan petrol ithalatı karşısında, kömür başta olmak üzere kıtanın iç üretimini yükseltmek için gerekli tedbirler alınmasına karar verilmiştir. İngiltere ve Fransa başta olmak üzere, ülkelerin Orta Doğu'da (İngiltere, İran ve Irak, Fransa Irak'da) petrol üretim faaliyetlerinin varlığı, üye ülkelerin enerji tedarik politikalarında ulusal bir rota izlemelerinde rol oynamıştır. Ancak, Mısır devlet başkanı Nasır ile başlayan milliyetçilik dalgası ve petrolün Arap ülkeleri için siyasi bir güç olduğu düşüncesi, petrol ithalatına bağımlı olan batı ülkeleri açısından önemli bir problem teşkil etmeye başlamıştır. Ayrıca, kullanım kolaylıkları dolayısıyla, petrolün kömür ile ikâme

²⁵ Daniel Yergin, **Petrol:Para ve Güç Çatışmasının Epik Öyküsü**, Çev. Kamuran Tuncay, 3.Basım, Ankara, Türkiye İş Bankası Yayınları, 2003, ss. 457-466.

²⁶ Haghghi, **a.g.e.**, p.40.

²⁷ Leonardo Maugeri, **The Age of Oil:The Mythology History and Future of the World's Most Controversial Resource**, London, Praeger, 2006, p.95.

edilmesinin güçlüğü, ucuz Orta Doğu petrolü karşısında Avrupa kömür madenlerinin maliyet dezavantajlarının bulunması, artan tüketimin iç üretim ile karşılanmasını zorlaştırmıştır. Bu noktada, Süveyş Krizi'nin çıkışından önce tartışılmaya başlanan nükleer enerji seçeneği, enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Fransa başta olmak üzere, nükleer enerji, Avrupa'da bazı çevreler tarafından enerji bağımsızlığı konusunda gelecekteki tek alternatif olarak kabul edilmiştir. Ancak, kömür endüstrisinin Avrupa ekonomisinde oynamış olduğu önemli rol, kömür başta olmak üzere diğer konvansiyonel enerji kaynaklarının üretimine de önem verilmesi fikrinin savunulmasına yol açmıştır. Netice olarak, 1957 yılında imzalanan Roma Antlaşmaları ile, Avrupa'da nükleer enerji endüstrisinin kurulması karara bağlanmıştır. Bunun yanında, petrolün, enerji tüketimi açısından önemi kabul edilmiştir. Bu konuda, üye ülkeler içinde, acil durumlar için petrol stoklarının oluşturulması, üyeler arasında kriz anında petrol arzının eşit dağıtımının sağlanması, petrol kaynaklarının çeşitlendirilmesi gibi önleyici tedbirler tartışılmıştır²⁸.

1957 yılından sonra, kurulan EURATOM ile birlikte ortak bir nükleer enerji politikası oluşturulmaya çalışılmıştır. Özellikle Sovyetler Birliği kaynaklı petrolün Avrupa pazarındaki payının artması, petrol konusunda kaynak çeşitlenmesini mümkün kılmıştır. Çıkarılan direktiflerle acil petrol stoklarının oluşturulması karara bağlanmıştır²⁹. Ancak, bu dönemde ortak bir enerji politikasının oluşturulması mümkün olmamıştır. Petrol üretici ülkeler karşısında, diğer ülkelerle birlikte hareket etmek yerine, ülkeler, kendi bağımsız politikalarını izlemeyi tercih etmişlerdir. Örneğin, Fransa, tek bir Avrupa politikasından ziyade, bağımsız politikaların kendisine daha fazla hareket imkânı tanıdığına inanmıştır. Aynı şekilde, ABD ile yapılacak işbirliği, Fransa tarafından sıcak karşılanmamıştır³⁰. 1960 yılında OPEC'in kurulması ve petrol ihraç eden ülkelerin bir araya gelmesi, Avrupa ülkeleri için enerji konusunda ortak bir politika izlenmesini sağlayacak gelişmelerin yolunu açmamıştır. Ancak, 1967 yılında meydana gelen Arap-İsrail Savaşı sırasında, petrol, tekrar siyasi

²⁸ Haghghi, a.g.e. , p.45,46.

²⁹ Andersen, a.g.e.

³⁰ Haghghi, a.g.e., p.50.

bir araç olarak kullanılmıştır. 5 Haziran 1967 tarihinde, İsrail'in Suriye, Ürdün ve Mısır'a karşı başlattığı saldırı karşısında, Arap ülkeleri, Avrupa, ABD ve Japonya'nın İsrail'e vermiş olduğu destek nedeniyle, petrol ihracatını kısıtlamaya başlamıştır. Orta Doğu, Avrupa ve Japonya'nın petrol ihtiyacının %80'ini karşılamasına karşın, ambargo ile amaçlanan hedeflere ulaşamamıştır. ABD'nin petrol ithalatının düşük seviyede bulunması, OPEC üyeleri olan İran ve Venezüella'nın ambargo kararına uymaması ve petrol ticaretindeki ulaşım noktalarını değiştirilebilme imkânı, uygulanan ambargonun zayıflamasına neden olmuştur³¹.

Yaşanan ambargonun etkilerinin zayıflığına karşın, Komisyon'un enerji krizleri karşısında düşünmüş olduğu tedbirlerin önemi ortaya çıkmıştır (arz kesintisi karşısında petrol stoklarının oluşturulması, iç pazarın birleştirilmesi ve uluslararası petrol şirketlerinin yardımıyla ortak bir arz politikasının oluşturulması). 1968 yılında, AT, kabul etmiş olduğu direktif ile üye ülkelerde, 65 günlük ihtiyacın karşılanmasını mümkün kılacak stokların oluşturulmasını istemiştir. Ayrıca, artan petrol ithalatı karşısında, üretici ve tüketici ülkeler arasındaki karşılıklı bağımlılık fikri, bu noktada önem kazanmıştır. Komisyon, ortaya çıkan karşılıklı bağımlılık durumu karşısında, her iki tarafın da çıkarlarına hizmet eden bir işbirliği oluşturulması fikrinin benimsenmesi gerektiğini belirtmiştir. Petrol üreten ülkelerdeki sosyal ve ekonomik gelişmenin desteklenmesi, enerji endüstrilerinin sermaye ve teknoloji ihtiyacının karşılanması, Avrupa'lı iş adamlarının üretici ülkelerdeki yatırım imkânlarını araştırması gibi düşünceler, karşılıklı ilişkilerin güçlendirilmesi açısından başvurulacak önlemler arasında sayılmıştır³².

1970'li yıllara gelinirken, dünya enerji tablosunda önemli değişimler meydana gelmiştir. Enerji sistemi içinde, petrolün yükselişi zirve noktasına ulaşmış; ve petrol, dünya enerji sisteminin ana enerji kaynağı olarak kömürün rolünü ele geçirmiştir. 1973 yılında, petrol, dünya birincil enerji tüketiminin %47'sini karşılarken, kömürün payı ise %24,5'e gerilemiştir. OECD ülkeleri, birincil enerji arzında, petrolün aldığı

³¹ Maugeri, **a.g.e.**, pp.99,100.

³² Haghghi, **a.g.e.**, pp.51,52.

%52,8'lik pay ile petrole daha da bağımlı hale gelmiştir³³. Ulaştırma sektörünün rakipsiz enerji kaynağı petroldür. Dünya sanayi üretiminin üçte biri, elektrik üretiminin ise yaklaşık dörtte biri petrole bağımlıdır. Gerçekte, petrol, savaş sonrasında Avrupa başta olmak üzere sanayileşmiş ülkelerin hızlı ekonomik büyümelerinin kaynağı olmuştur. Petrol üreticisi ülkelerin hızla genişleyen üretim kapasiteleri, petrol fiyatları üzerinde aşağı yönde bir baskı oluşturmuştur. Düşük petrol fiyatları, petrolün sunduğu kullanım kolaylıkları ile birleşince petrol tüketimi hızla artmıştır. Hızla yükselen talep karşısında, geleneksel petrol üreticisi olan ABD'nin düşen üretimi, 70'li yıllardaki petrol krizlerini hazırlayan tablonun bir bölümünün oluşmasına katkıda bulunmuştur³⁴.

Tablonun öteki yanında, petrol üreticisi ülkeler, uluslararası petrol şirketleri karşısındaki konumlarını güçlendirmeye başlamışlardır. 1960 yılında, OPEC'in kurulması ile başlayan süreç, 70'li yıllarda, petrol sahibi ülkelerdeki petrol şirketlerinin millileştirilmesine kadar uzanmıştır. 1965 yılında, ülkede bulunan zengin petrol yatakları, Libya'yı önemli bir petrol üreticisi olarak, dünya sahnesine çıkarmıştır. 1969 yılında Libya'da meydana gelen iktidar değişimi, uluslararası petrol şirketi ile yapılan pazarlıklara da yansımıştır. Pazarlıkların sonucunda, Libya ilk defa olarak, petrol gelirlerinin %45-55 oranında petrol sahibi ülke lehine bölüştürülmesi şartını kabul ettirmiştir. Libya ile başlayan süreç diğer ülkelere de yayılmıştır³⁵.

Bu tablo içinde, 6 Ekim 1973 tarihinde, Mısır ve Suriye'nin, 1967 yılında kaybedilen toprakları geri almak amacıyla İsrail'e saldırması, tarihin en önemli petrol krizlerinden birisinin yaşanmasına neden olacak gelişmeleri başlatmıştır. Petrol pazarında meydana gelen köklü değişimler, petrol ihraç eden Arap ülkelerinin, petrolü siyasi bir araç olarak kullanmalarının yolunu açmakla kalmamış; yaşanan olayların etkisini 1956 ve 1967 krizlerinin ötesine taşımıştır. Ekim 1973'te petrol üreten Arap ülkeleri, üretilen petrolün Akdeniz'e ulaştırılmasında geçiş güzergâhı

³³ IEA, "Key World Energy Statistics 2008", (Çevrimiçi) http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf, 28 Ağustos 2008, pp.6,7.

³⁴ IEA, **Oil Supply Security:Emergency Response of IEA Countries**, Paris, OECD/IEA, 2007, p.15.

³⁵ Maugeri, **a.g.e.**, p.102.

olan Mısır ve Suriye ile birlikte hareket ederek, günlük petrol üretimlerini 20,8 milyon varilden, 15,8 milyon varile düşürme kararı almıştır³⁶. Dünya petrol üretiminin temel aktörü konumunda olan Suudi Arabistan, ABD ile var olan güvenli petrol arzı karşısında, Suudi Arabistan'ın siyasi ve askeri savunmasını kapsayan özel ilişkisi nedeniyle, genel olarak petrolün politik bir araç olarak kullanılması politikasına karşı olmasına karşın; yaşanan olaylar karşısında geleneksel politikasını terk ederek ambargo kararına katılmıştır³⁷. Ambargo kararı ile birlikte düşen üretim nedeniyle petrol ihracat gelirlerinden olmak istemeyen üretici ülkeler, petrol üzerindeki vergileri arttırarak, krizin daha da derinleşmesine neden olmuşlardır. Uluslararası petrol piyasalarında ambargonun en etkili olduğu zamanda, petrol kesintisi günlük 4,8 milyon varile ulaşmıştır³⁸.

Avrupa piyasasında petrol arzı konusunda fiziksel bir kesinti yaşanmamıştır. Ancak, ithalatçı ülkelerin gelecekte yaşanacak fiziksel sıkıntı korkusuyla, birlikte hareket etmeyerek, uluslararası piyasalardan mümkün olduğu kadar çok petrol almaya çalışmaları, petrol fiyatının hızlı bir şekilde yükselmesine neden olmuş, kriz öncesi varili 3 \$ olan petrol, Ekim 1973'te 11,65 \$'a yükselmiştir. Komisyon'un, petrol arzı konusunda yaşanacak bir sıkıntı karşısında uluslararası şirketlerden beklediği yardım ümidi gerçekleşmemiştir. Panik alımlarıyla petrole artan talep karşısında, uluslararası petrol şirketleri, yüksek fiyat ve kâr olanaklarının da etkisiyle kriz karşısında beklenen iş birliğini gerçekleştirememiştir. Ambargoyu başlatan Arap ülkeleri, daha sonra, bütün ithalatçı batı ülkelerini kapsayan geniş bir ambargo uygulamasından seçici ambargo uygulamasına geçiş yapmışlar; bu durumdan özellikle batı Avrupa ülkeleri istifade etmiştir. İspanya, Fransa ve Britanya, yaşanan kriz karşısında İsrail devletine açık bir destek vermekten kaçındıkları için ambargo dışında tutulmuştur. Belçika, Arap dünyası karşısındaki değişen tutumu nedeniyle, üretim kesintilerinden önceki tedarik miktarına yeniden kavuşmuştur. İtalya ise, kriz karşısındaki tarafsız tutumu sebebiyle, ambargonun ilk aşamasında yapılan ilk %5'lik kesintiden etkilenmiş, sonraki kesintilerin dışında tutulmuştur. Hollanda ve

³⁶ IEA, **Oil Supply Security:Emergency Response of IEA Countries**, p.16.

³⁷ Michael T. Klare, **Blood and Oil:The Dangers and Consequences of America's Growing Petroleum Dependency**, London, Penguin Books, 2004, p.26.

³⁸ IEA, **Oil Supply Security:Emergency Response of IEA Countries**, a.y.

Portekiz, İsrail devletine verdikleri destek yüzünden ambargonun tam olarak uygulandığı devletler olmuştur. Petrol ihracatçısı Arap ülkelerinin, AT içinde var olan ülkelere karşı takınmış olduğu bu farklı tutum, ortak bir enerji politikasından yoksun olan üye ülkeler arasında farklılıkları daha da derinleştirmiştir. Fransa ve Britanya'nın Orta Doğu petrolüne sorunsuz bir şekilde ulaşmaları, AT içinde, yaşanan kriz karşısında ortak bir duruşun ortaya çıkmasına izin vermemiştir. Ayrıca, Britanya, Topluluk içinde, petrol arzının paylaşılması fikrini kabul etmemiş, ve ayrıcalıklı konumundan taviz vermemiştir. AET'nin, Kasım 1973'de gelen, ve kriz tarafı ülkeleri uzlaşmaya davet ettiği bildirisini; ardından Aralık 1973'de Kopenhag Zirvesi'nde Arap yanlısı tutumu, Arap ülkelerinin tutumunu yumuşatarak, üretimde yapılması planan %5'lik kesintinin ertlenmesine neden olmuştur. Ayrıca, AET, Arap-Avrupa diyalogunun başlatılması kararı almıştır. Ancak, bu kararın gerçekleştirilmesi, ABD'nin itirazı nedeniyle mümkün olmamıştır. Avrupa'nın kendisinden bağımsız bir Orta Doğu politikası izlemesinden rahatsız olan ABD, petrol üreticisi ülkelerin OPEC ile petrol piyasalarında elde ettiği etkinin dengelenmesi amacıyla, tüketici ülkelerin oluşturduğu bir organizasyonun kurulması fikrini ortaya atmıştır. ABD'nin baskıları ile, Uluslararası Enerji Ajansı'nın (UEA) kuruluşu gerçekleştirilmiştir. AT, Arap-Avrupa ilişkilerinin derinleştirilmesine yönelik olarak, Orta Doğu barış sürecine ağırlık verilmesine karar vermiştir. Avrupa'nın enerji güvenliğinin, Orta Doğu'daki barış ve güvenliğin sağlanmasında yattığını gören AT, 1974 yılında yayınlamış olduğu bir bildiriye, Avrupa ve Arap ülkeleri arasında, enerji, tarım, ulaşım, finans, bilim ve teknoloji alanlarında işbirliğinin desteklenmesine karar vermiştir. AT ülkelerinde bulunan teknolojik imkânlar ile petrol üreticisi ülkelerin elinde bulunan doğal kaynakların, oluşturulacak işbirliği için gerekli olan bütün olanakları sağladığı kabul edilmiştir. AT içinde, ülkelerin sahip olduğu farklı pozisyonlar, Arap ülkeleri ile kurulacak işbirliği planlarının gerçekleştirilmesi önünde en önemli engel olarak kalmaya devam etmiştir. Fransa ve Britanya, Arap ülkeleri nezdinde sahip oldukları ayrıcalıklı konumlarından taviz vermemiştir. Ayrıca, AT içinde faaliyet gösteren petrol

şirketlerinin şeffaf olmayan üretim, satış, fiyat ve kâr rakamları planlanan işbirliğinin gerçekleşmesine engel olmuştur³⁹.

ABD'nin etkisiyle kurulan ve daha sonra UEA'ya dönüşecek olan Enerji Koordinasyon Grubu, tüketici ülkelerin, OPEC'in karşısındaki dengeleyici gücü olarak düşünülmüştür. Enerji Koordinasyon Grubu'na katılan ülkeler, aralarında acil durumlarda petrol paylaşımın kabul etmişlerdir. Fransa, geleneksel politikasını sürdürerek, bu anlaşmanın dışında yer almıştır. AT üyeleri, petrol arz kesintilerine karşı acil petrol stokları oluşturmalarını kabul eden bir direktif olmasına rağmen, gelecekte meydana gelecek bir kriz karşısında, ABD'nin desteğini de arkalarında bulabilmek amacıyla UEA ile oluşturulmak istenen sisteme katılmışlardır. 1973 yılında yaşanan kriz, Komisyon'u hareket geçirmiştir. Yayınlanan raporda, petrolün enerji sistemi içindeki rolü kabul edilmekle beraber, enerji kaynak ülkelerinin çeşitlendirilmesinden ziyade, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. AT içinde, kömür ve nükleer enerjinin kullanımının arttırılması için ekonomik ve finansal kolaylıklar sağlanması tavsiye edilmiştir. Enerji güvenliği açısından doğal gazın sahip olduğu olumlu özellikler üzerinde durulmuştur. AT'nin doğal gaz konusunda da dışarıya bağımlı olma ihtimaline rağmen, Orta Doğu dışındaki kaynaklardan doğal gaz tedarik etme imkânı, doğal gaz açısından olumlu bir durum olarak kabul edilmiştir. Arap ülkeleri ile başlatılması planlanan diyalog, ABD'nin de etkisi nedeniyle gerçekleştirilememiştir. ABD, Avrupa'nın bağımsız olarak üretici ülkelerle ilişkiye girmesinden ziyade, tüketici ülkelerin kendi aralarında birleşerek karşı bir güç oluşturmaları gerektiği yönündeki politikasında ısrar etmiştir. Bu durum, ABD'den bağımsız bir AT enerji politikasının oluşturulmasında önemli engellerden biri olarak kalmıştır⁴⁰.

1979 yılında İran'da yaşanan siyasi iktidar değişimi, petrol piyasalarında yeni bir krizin doğmasına yol açmıştır. 1978 yılında, günde ortalama, 5,5 milyon varil üreten; ve Suudi Arabistan'dan sonraki en büyük ikinci petrol ihracatçısı olan İran'ın üretimi, Ocak 1979'da, günde 40.000 varile gerilemiş; Nisan 1979'da 4 milyon varile

³⁹ Haghghi, a.g.e., pp.54,57.

⁴⁰ A.e., pp.58,59.

yükselmiştir. Yaşanan üretim kaybının telafi edilmesi için diğer petrol üreticisi ülkelerden günlük 2 milyon varillik petrol üretimi desteği gelmesine rağmen, günde 64 milyon varile yükselmiş olan dünya petrol talebi karşısında, üretimde %5,5'lik bir kaybın önüne geçilememiştir. 1979 yılından başlayarak yaşanan olaylar, üretimde karşılaşılan kesinti çok büyük olmamasına karşın, petrol fiyatlarında 1981 yılına kadar sürecek bir yükselişin başlamasına neden olmuştur. Mart 1979'da ABD'de, Three Mile Island nükleer santralinde yaşanan kaza, petrole gelecekte alternatif olarak görülen nükleer seçeneğin güvenilirliğinin sorgulanmasına yol açmıştır. İran ve ABD arasında, Kasım 1979'da yaşanan rehine krizi, siyasi gerilimi attırarak devam ettirmiştir. Bu kriz esnasında Suudi Arabistan içinde iktidar muhalifleri ile hükümet arasında yaşanan gerilim; Suudi Arabistan'ın petrol üretiminin güvenliği konusunda şüphelerin doğmasına yol açmıştır. Aralık 1979'da ise Sovyetler Birliği'nin Afganistan'ı işgali ve 1980 yılında başlayan İran-İrak savaşı ile Orta Doğu'daki siyasi çalkantı doruk noktasında ulaşmıştır⁴¹.

1979'dan başlayarak AT Komisyonu, petrol piyasalarında yaşanan tedirginlik karşısında önleyici tedbirler almaya çalışmıştır. Enerji tüketiminde tasarruf tedbirlerinin uygulanması, petrole olan bağımlılığın ve petrol ithalatının azaltılması, Komisyon'un önerileri içinde yer almaktadır. 1980 yılında, AT'nin Lüksemburg zirvesinde, enerji ilk olarak önemli bir başlık olarak ele alınmıştır. Zirve sonrasında üretici ülkeler ile bir diyalogun başlatılması kararı çıkmıştır. 1980 yılında, İran-İrak Savaşı patlak verdiği anda, Komisyon, AT içinde fiyat yükselişlerinin önüne geçmek için aşırı petrol alımlarını sınırlayan önlemler üzerinde durmuş, 1973 yılında oluşturulan acil petrol stoklarına başvurulmasını tavsiye etmiştir. 1981 yılında, petrol için düşünülen önlemler doğal gaz alımları ve fiyatlarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Petrol fiyatlarındaki belirsizlik üzerine 1981 yılında, AT Komisyonu, Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri ve Körfez Ülkeleri İşbirliği Konseyi gibi kurumlar ile teknik işbirliği çalışmalarını başlatmıştır. Petrol piyasalarında, 70'li yıllarda yaşanan değişimin, tetiklediği gelişmeler (yükselen fiyatlar karşısında petrol tüketiminin düşmeye başlaması, Kuzey Denizi petrol kaynaklarının Orta Doğu

⁴¹ Maugeri, a.g.e., pp.1283129.

petrolünü ikâme etmesi, yükselen petrol fiyatının tetiklediği yatırımların sonraki yıllarda endüstride önemli bir üretim kapasitesi oluşmasına neden olması, petrole alternatif olabilecek enerji kaynaklarının daha çok kullanılmaya başlanması vb.) 80’li yıllar boyunca petrol fiyatının düşük kalmasına yardımcı olmuştur. 1986 yılında yaşanan Çernobil Nükleer Kazası, AT’nin dikkatinin tekrar nükleer enerjiye yönelmesine neden olmuştur. Komisyon, Çernobil Kazası’nın sonuçları hakkında bir rapor hazırlayarak, nükleer enerji alanında, sağlık, güvenlik, operasyon güvenliği, acil durum işlemleri, uluslararası işbirliği ve araştırma konularında yapılması gerekenler üzerinde durmuştur. Bu raporla bağlantılı olarak, Çernobil’den sonra, uluslararası alanda nükleer santrallerin işletilmesi konusunda uyulması gereken standartlar ve nükleer kazaların diğer ülkelere en kısa zamanda haber verilmesini kapsayan bir işbirliği sözleşmesi imzalanmıştır⁴².

1990’lı yıllar, Sovyet Bloku’nun yıkılması ve ardından gelen Körfez Savaşı ile başlamış; uluslararası sistemde olduğu gibi dünya enerji tablosunda da önemli değişikliklere neden olmuştur. İlk olarak, 70’li yıllarda başlayan süreç devam etmiştir. 1970’li yıllarda yaşanan krizlerin tetiklemiş olduğu yeni yatırım dalgası, petrol üretiminde artışları mümkün kılarak geniş bir yedek üretim kapasitesinin inşasını sağlamıştır. Petrol krizlerinin neden olduğu fiyat artışları, Kuzey Denizi başta olmak üzere ekonomik yönden uygun olmayan alanları kârlı hale getirmiştir. OECD ülkelerinin enerji kaynakları konusunda başlatmış olduğu kaynak çeşitlendirme politikası (özellikle Avrupa’daki elektrik, doğal gaz ve nükleer enerjiye doğru) petrole olan bağımlılığı azaltmıştır. OECD ülkelerinde, sanayiden hizmetler sektörüne geçiş ve enerji verimliliğindeki artış, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında bağlantının zayıflamasını sağlamıştır. Orta Doğu’nun petrol üreticisi ülkeleri, tüketici ülkelerin aksine, İran-İrak savaşı başta olmak üzere, artan nüfus, iç siyasi çekişmeler ve düşen petrol fiyatından kaynaklanan ekonomik zorluklar ile mücadele etmek zorunda kalmıştır. Petrol fiyatlarının düşmesi ile petrol gelirlerinde kayıplar yaşamaya başlayan Arap ülkelerinin, gelirlerindeki düşüşleri daha çok petrol üretimi ile telafi etmeye çalışması, talep düşerken, arzın artması

⁴² Haghghi, a.g.e., pp. 60,61.

sonucuna katkı yapmıştır. Bu durum, petrol fiyatlarında aşağı yönde bir baskı oluşmasına neden olmuştur. Bu gelişmeler, özellikle, petrol piyasalarında üreticilerin hâkim olduğu bir piyasadan tüketici piyasasına doğru bir geçişin yaşanmasını sağlamıştır. Berlin Duvarı'nın yıkılışı ve Sovyetler Birliği'nin çöküşü, liberal düşüncelere ve piyasa düzenine olan güveni arttırmıştır. Bu şartlar altında, jeopolitik kaygılardan ziyade, ekonomik ve çevresel kaygılar enerji konusunda ön plana çıkmaya başlamıştır. Sovyetler Birliği'nin yıkılışı ile, Orta Doğu'ya alternatif olabilecek Kafkaslar ve Orta Asya coğrafyasının uluslararası petrol şirketlerine açılması ihtimali, iyimser görüşlere kuvvet kazandırmıştır⁴³.

1992 yılında Maastricht Antlaşması ile ekonomik bir birlikten siyasi bir entegrasyona doğru önemli bir aşamayı geriden bırakan AB ise, birlik içinde enerji iç pazarının oluşturulması ve uluslararası alanda ticaretin önündeki tüm engellerin kaldırılmasını amaçlayan Gümrük ve Ticaret Genel Antlaşması'na uygun enerji piyasaları oluşturulmasını savunmuştur⁴⁴.

AKÇT'den AB'nin oluşumuna kadar geçen yaklaşık 40 yıllık süreç içinde AT'de enerji politikalarının temel özellikleri:

- 1951-57 yılları, savaş sonrası Avrupa'sında enerji arzının çok büyük bir problem olarak ortaya çıkması, AKÇT'nin kurulmasını sağlamıştır. Kömür arzının artırılma amacı, üye ülkeler arasındaki politik ve ekonomik işbirliğini kuvvetlendirmiştir.
- Petrolün dünya enerji sistemine paralel bir şekilde, Avrupa'da da temel enerji kaynağı haline gelerek, kömürün yerini almaya başlaması, Avrupa'yı ithalatçı konuma sokmuştur. Kıta içinde, ilk önce kömür daha sonra da petrol üretimini artırma çabaları enerji ithalatına olan bağımlılığa çare olmamıştır.

⁴³ Dieter Helm, "The Russian Dimension and Europe's External Energy Policy", (Çevrimiçi) http://www.dieterhelm.co.uk/publications/Russian_dimension.pdf, 15 Ekim 2007, pp.4,5.

⁴⁴ Haghghi, a.g.e., p.62.

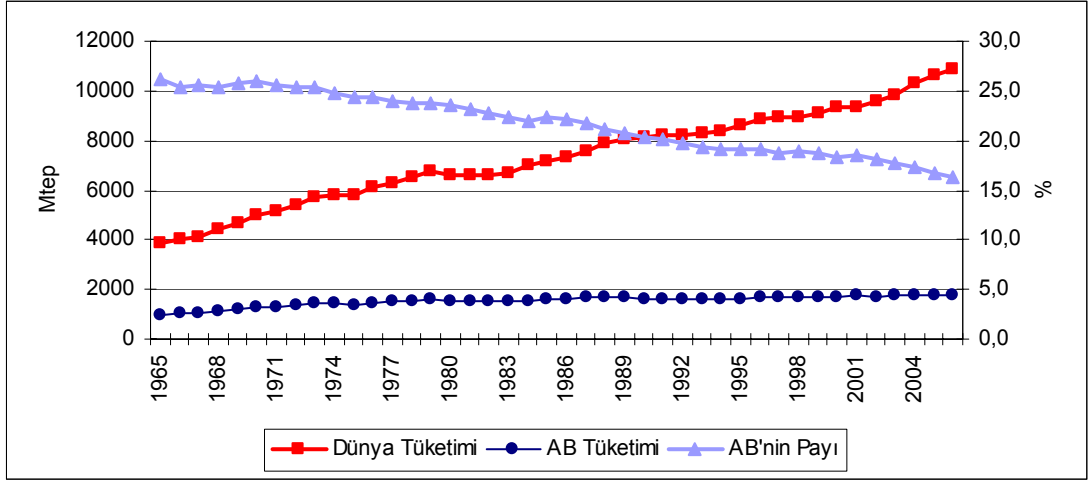
- 1956 yılında Süveyş Krizi ile başlayan ve petrol arz güvenliğini tehlikeye sokan gelişmeler karşısında, AT, krizlerin etkilerini hafifletici yönde tedbirler almaya çaba göstermiştir.
- 1957 yılında EURATOM'un kurulmasıyla birlikte, nükleer enerji, üye ülkelerin petrole olan bağımlılığını azaltmak ve enerji güvenliğini sağlamak amacıyla başvurdukları temel kaynaklardan biri olmuştur.
- Üye ülkeler arasındaki farklılıklar, AT'de genel ve kapsamlı bir enerji politikası oluşturulmasına engel olmuştur. Enerji, ulusal politika alanında kalmıştır. AT kurumları tarafından getirilmeye çalışılan düzenlemeler daha çok topluluk iç pazarının işleyişi ile sınırlı kalmıştır.
- Üye ülkeler, enerji politikalarından üçüncü ülkelerle olan ilişkilerini bağımsız olarak sürdürmeyi tercih etmişlerdir.
- ABD'nin, Avrupa üzerindeki etkisi, ABD'den bağımsız bir Avrupa politikasını oluşturulmasına engel olmuştur.
- Uluslararası sistemde meydana gelen değişimler, AT'deki enerji konusunun şekillenmesinde etkili olmuştur.

2.2. AB'NİN ENERJİ TABLOSU

2.2.1. Dünya Enerji Tablosu İçinde AB

1965-2006 yılları arasında, ticari enerji kaynaklarının dikkate alındığı enerji görünümünde, dünya birincil enerji tüketimi, yaklaşık 2,8 kat artarak 1965 yılındaki 3.836,6 Mtep değerinden, 2006 yılında 10.878,5 Mtep değerine ulaşmıştır. AB*'nin enerji tüketimi ise, dünya genelinde görülen artışın gerisinde kalmıştır. 1965 yılında, 999,1 Mtep olan birincil enerji tüketimi, 2006 yılına kadar yaklaşık 1,8 kat yükselerek, 1.781, 9 Mtep olarak gerçekleşmiştir (Grafik 2.1).

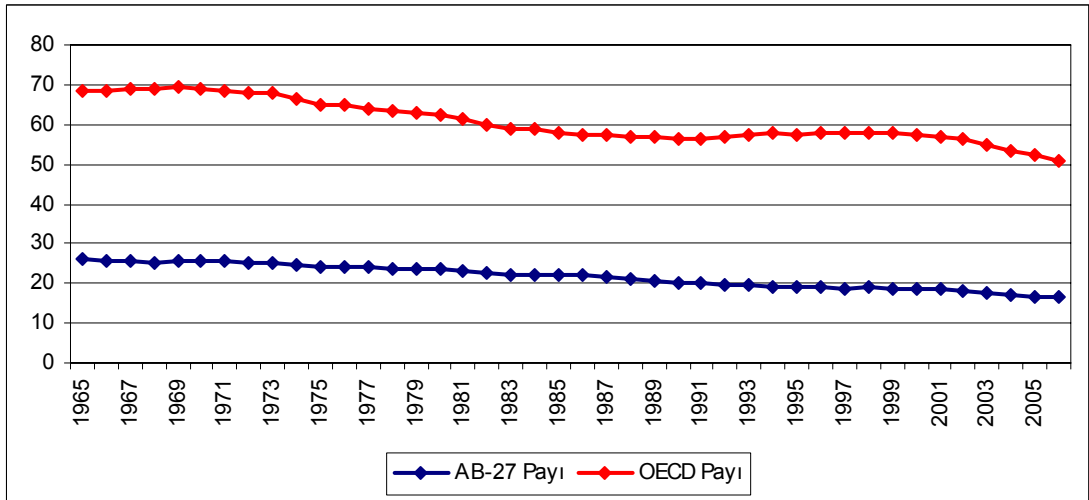
* Aksi belirtilmedikçe 27 üyeli AB'yi ifade etmektedir.



Grafik 2.1
Dünya ve AB*'de Birincil Enerji Tüketimi 1965-2006

* Estonya, Letonya ve Litvanya'nın 1985 öncesi, Slovenya'nın ise 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007", (Çevrimiçi) <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=70444622>, 11 Temmuz 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



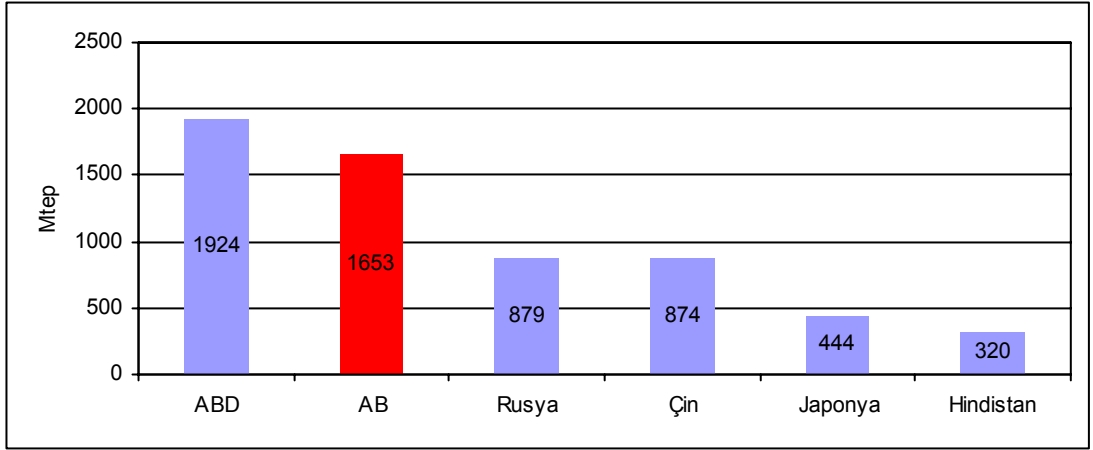
Grafik 2.2
AB* ve OECD Dünya Enerji Tüketimindeki Payları 1965-2006

* Estonya, Letonya ve Litvanya'nın 1985 öncesi, Slovenya'nın ise 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB'nin enerji tüketiminin, dünya enerji tüketimine oranla daha yavaş bir şekilde artması, birliğin dünya enerji tüketimi içindeki payının, 1965 yılında

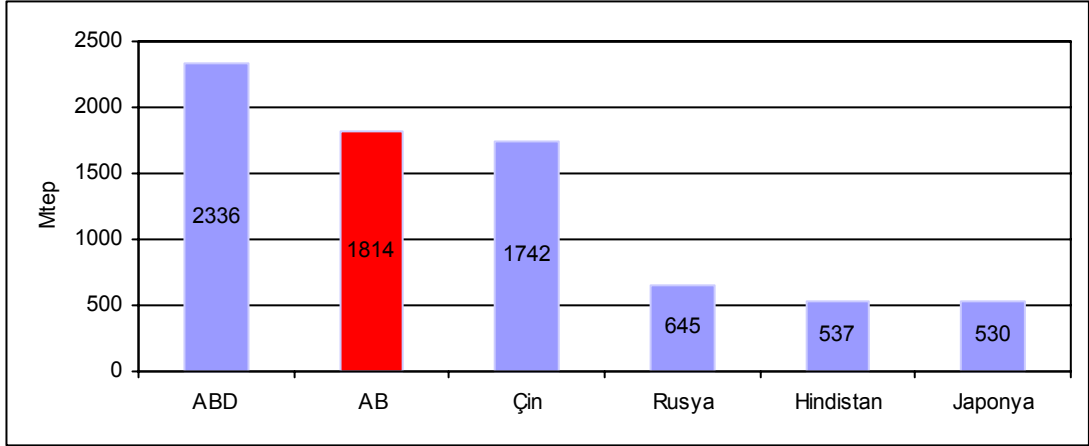
%26,1'den, 2006 yılında %15,8'e düşmesine neden olmuştur. Bu durum, gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketimlerindeki artış karşısında, gelişmiş ülkelerin dünya tüketimlerindeki paylarının azalması ile de uyumlu bir görüntü arz etmektedir. Örneğin, aynı dönem içinde, OECD ülkelerinin dünya birincil enerji tüketiminde %70'in üstünde olan payları, 2006 yılına gelindiğinde %51'e gerilemiştir (Grafik 2.2).



Grafik 2.3
Büyük Ekonomilerin Dünya Birincil Enerji Talebi 1990

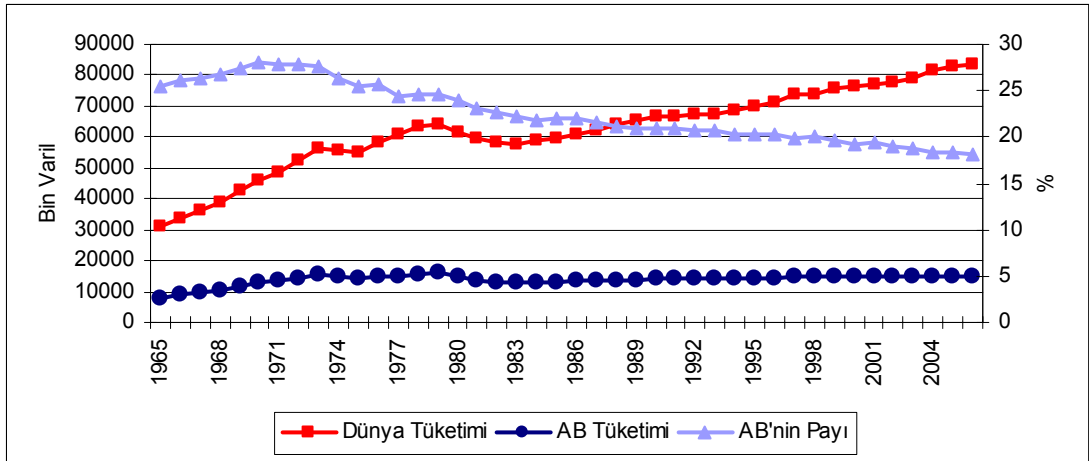
Kaynak. IEA, **World Energy Outlook 2007**, OECD/IEA, Paris, 2007, pp.592-620'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ticari olmayan (biyo-kütle, odun, atıklar vb) enerji kaynaklarının göz önünde bulundurulması, dünya enerji tablosunu bir miktar değiştirmektedir. Örneğin, modern-ticari kaynaklar yanında, geleneksel kaynakları da değerlendirme içine alan, UEA'nın verilerine göre, 2005 yılında dünya birincil enerji talebi 11.429 Mtep olarak gerçekleşmiştir. 1990 yılında 8.755 Mtep olan dünya birincil enerji talebi karşısında, AB, 1.653 Mtep ile dünya enerji tablosu içinde %18,8'lik paya sahiptir. Dünya enerji dengesi içindeki ağırlığı azalmasına karşın AB, 2005 yılında 1.814 Mtep'lik enerji tüketimi ve %15,8'lik dünya payı ile dünyanın diğer büyük ekonomilerinin önünde yer alarak, ABD'nin ardından dünyanın en büyük ikinci enerji tüketicisi konumunda yer almıştır (Grafik 2.3, 2.4).



Grafik 2.4
Büyük Ekonomilerin Dünya Birincil Enerji Talebi 2005

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.5
Dünya ve AB*'de Günlük Petrol Tüketimi 1965-2006

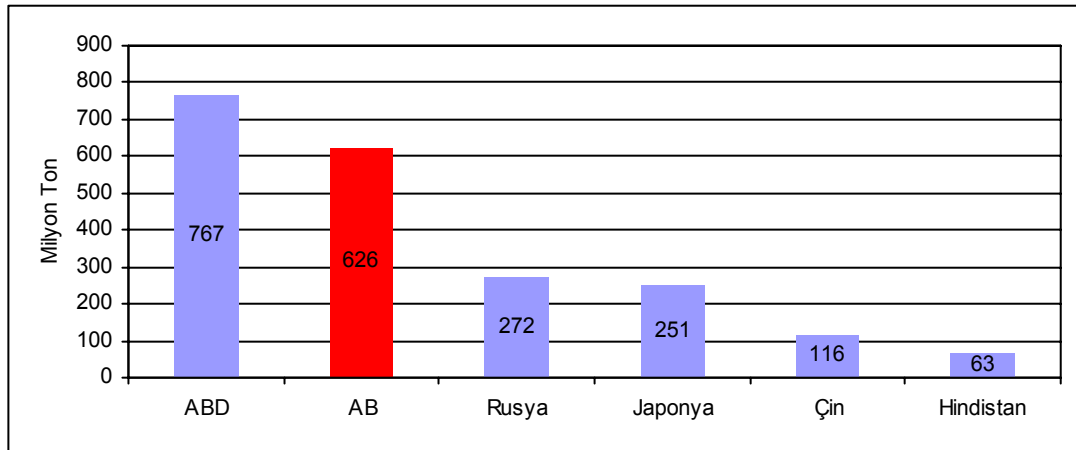
* Estonya, Letonya ve Litvanya'nın 1985 öncesi, Slovenya'nın ise 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya enerji tablosunda dikkati çeken en önemli husus, Çin ve Hindistan'ın büyük tüketiciler olarak enerji sahnesine yükselmeleridir. Diğer büyük ekonomilerde olduğu gibi, AB'nin toplam enerji tüketimindeki artış yavaşlarken, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketimleri büyük bir hızla artmaya devam etmiştir. Örneğin, 1990-2005 döneminde, Çin'in birincil enerji talebindeki artış, 863 Mtep ile, Japonya'nın 2005 yılındaki 530 Mtep olan toplam enerji talebinden daha

fazladır. 1990 yılında, Rusya'nın ardından, dördüncü sırada yer alan Çin, 2005 yılında toplam enerji tüketiminde Rusya'yı geride bırakarak üçüncü sıraya yükselmiştir. Aynı şekilde, Hindistan da, Japonya'yı geçerek, enerji tüketiminde Rusya'nın ardından beşinci sırada yer almıştır. Rusya'nın, Sovyetler Birliği'nin yıkılmasından sonra girmiş olduğu dönem, enerji tüketimine de yansımış, diğer ülkelerin enerji tüketimleri artarken bu ülkenin enerji tüketimi doğal olarak azalmıştır.

2007 yılında dünya günlük petrol talebi, 85,220 milyon varil olarak gerçekleşmiştir⁴⁵. 1965 yılında, 31,240 milyon olan günlük dünya petrol talebi, 2,7 kat artmıştır⁴⁶. 1965 yılında AB'nin günlük petrol talebi 7,766 milyon varil ile dünya talebinden yaklaşık %24,8 pay almakta iken, 2007 yılında AB'nin günlük petrol talebi 14,861 milyon varile yükselmesine rağmen, toplam dünya ham petrol talebi içindeki payı, %17,4'e gerilemiştir⁴⁷. Enerji tüketimindeki gelişmelere paralel biçimde AB'nin petrol talebindeki artış yavaşlamakta, buna karşın Çin ve Hindistan gibi ülkelerinde petrol talebi hızla artmaya devam etmektedir.



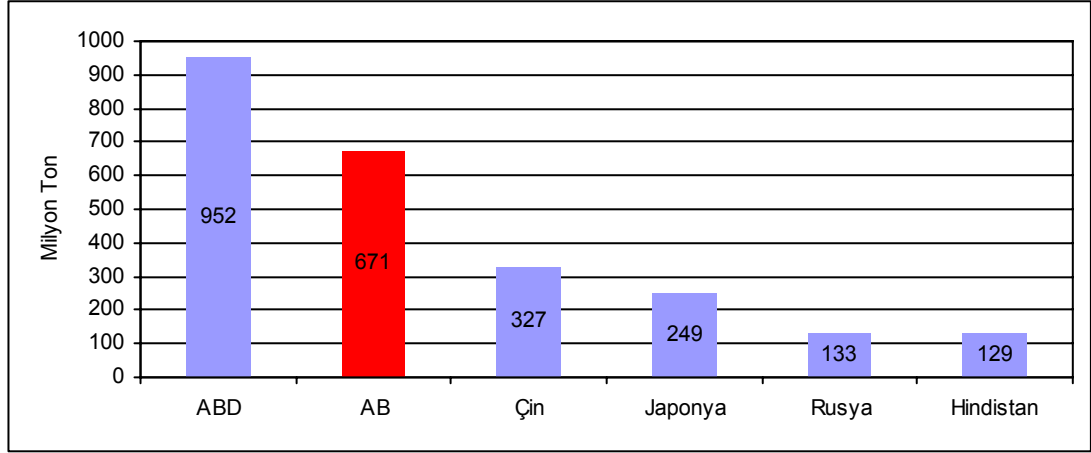
Grafik 2.6
Büyük Ekonomilerin Yıllık Petrol Talebi 1990

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007**, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

⁴⁵ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", (Çevrimiçi) http://www.bp.com/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf, 16 Ağustos 2008, p.11.

⁴⁶ BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007", (Çevrimiçi) <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>, 11 Temmuz 2008.

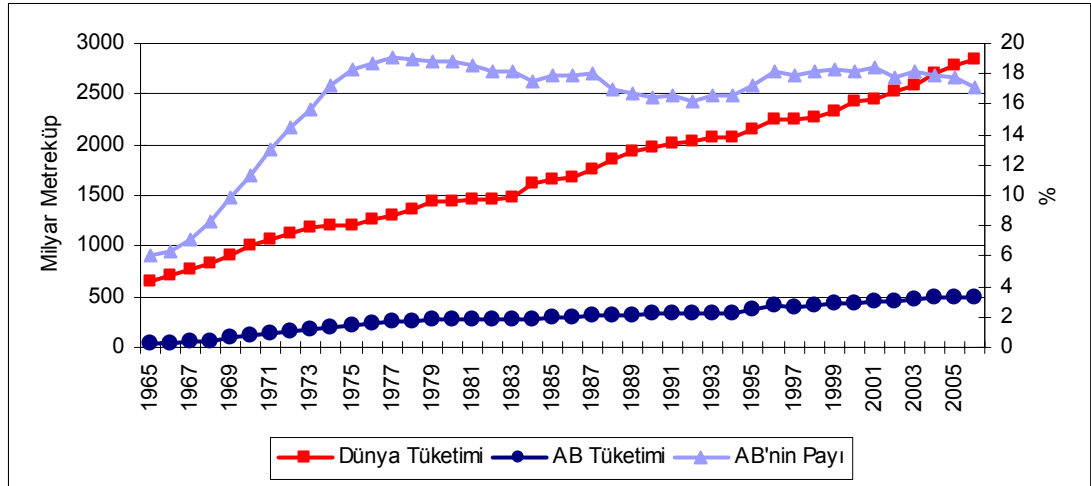
⁴⁷ A.e.



Grafik 2.7
Büyük Ekonomilerin Yıllık Petrol Talebi 2005

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007**, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB, petrol tüketimindeki yavaş artışa rağmen, toplam enerji tüketiminde olduğu gibi, petrol tüketiminde de, dünyanın büyük ekonomileri arasında ilk sıralarda gelmektedir. Yıllık tüketim değerleri itibarıyla, 1990 yılında, 626 milyon tonluk petrol tüketimiyle ABD'nin arkasında ikinci sırada yer alan AB, 2005 yılında, yerini korumayı başarmıştır (Grafik 2.6, 2.7).



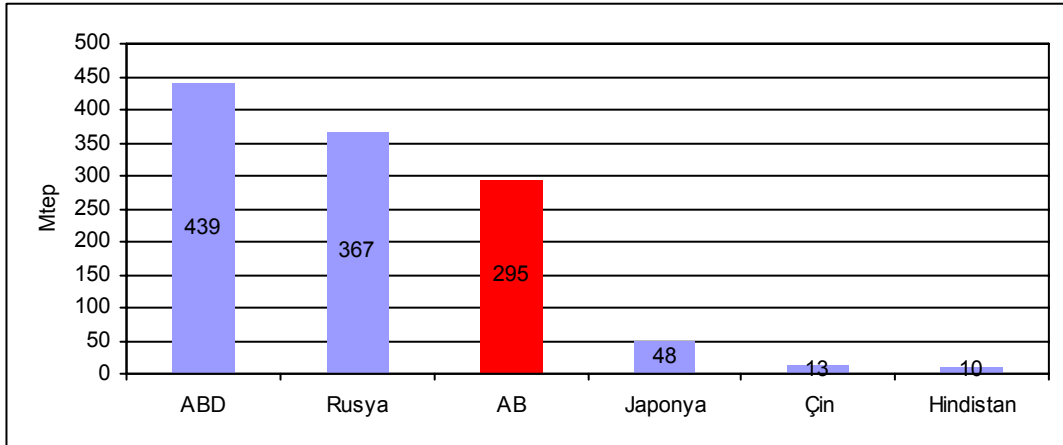
Grafik 2.8
Dünya ve AB'de Yıllık Doğal Gaz Tüketimi 1965-2006**

* Estonya, Letonya ve Litvanya'nın 1985 öncesi, Slovenya'nın ise 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Doğal gazın, AB enerji tüketimindeki rolü petrolden farklı bir süreç izlemiştir. Avrupa’da doğal gaz devri 1960’larda Kuzey Hollanda’da Groningen bölgesinde geniş doğal gaz rezervlerinin bulunmasıyla başlamış; ve doğal gaz kullanımı hızla artmıştır⁴⁸. 1965-2006 yılları arasında dünya doğal gaz tüketimi yaklaşık 4,3 kat yükselirken, AB’nin doğal gaz tüketimi 1965 yılındaki 39,7 milyar m³’lük değerinden 2006 yılında 467 milyar m³’e ulaşarak, 11 kattan fazla artmıştır. Bu duruma paralel olarak, AB’nin dünya doğal gaz tüketimi içindeki payı, petrol krizlerinin yaşandığı 1970’li yıllarda büyük bir hızla yükselerek %20’lerin üstüne çıkmıştır (Grafik 2.8).

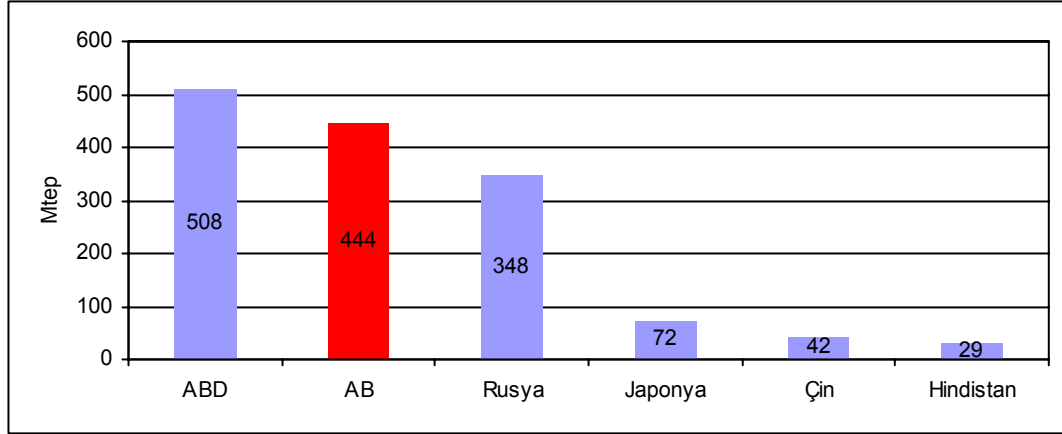
Doğal gazın fiziksel özelliklerinin gerektirdiği alt yapı ihtiyacı, doğal gaz tüketiminin, bu alt yapıya sahip olan gelişmiş ülkelerde daha fazla olduğunu göstermektedir. Nitekim, ABD ve AB ve Rusya doğal gaz tüketiminde diğer ülkelere göre oldukça önde yer almaktadır. AB, 1990 yılında, tüketimde Rusya’nın arkasında yer almasına rağmen, 2005 yılında, Rusya’yı geride bırakarak ABD’den sonra ikinci büyük doğal gaz tüketicisi konumuna gelmiştir (Grafik 2.9, 2.10).



Grafik 2.9
Büyük Ekonomilerin Yıllık Doğal Gaz Tüketimi 1990

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

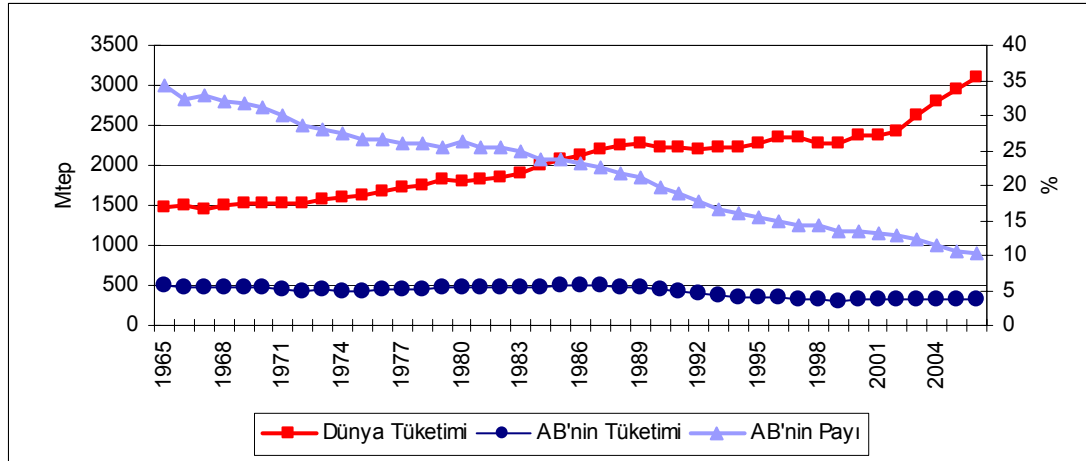
⁴⁸ RWE; “World Energy Report 2005: Determinants of Energy Prices, (Çevrimiçi) <http://www.rwe.com/generator.aspx?property=Data/id=266754/worldenergyreport.2005.pdf>, 4 Şubat 2006, p.36.



Grafik 2.10
Büyük Ekonomilerin Yıllık Doğal Gaz Tüketimi 2005

Kaynak: : IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çin ve Hindistan'ın hızla büyüyen enerji tüketimleri karşısında, bu ülkelerin doğal gaz tüketimlerinin diğer büyük ekonomilere göre çok küçük kaldığı görülmektedir. Bu durum, bu iki ülkenin artan toplam enerji tüketimleri karşısında diğer enerji kaynaklarına yönelmelerine sebep olmakta, ikinci olarak, doğal gaz tüketimi için gerekli alt yapının kurulması durumunda bu ülkelerin gelecekteki dünya doğal gaz tüketimi için potansiyel pazarlar olarak ortaya çıkma ihtimalini güçlendirmektedir.

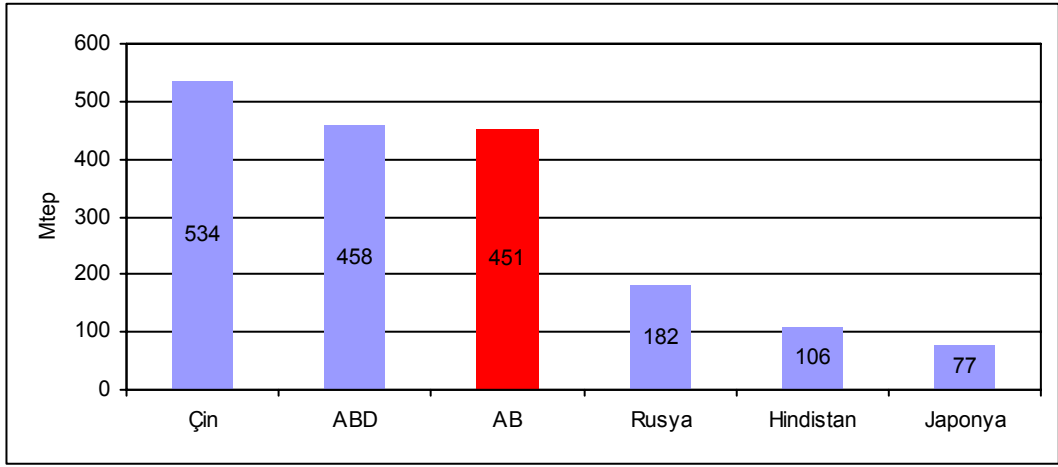


Grafik 2.11
Dünya ve AB*'de Kömür Tüketimi 1965-2006

* Estonya, Letonya ve Litvanya'nın 1985 öncesi, Slovenya'nın ise 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

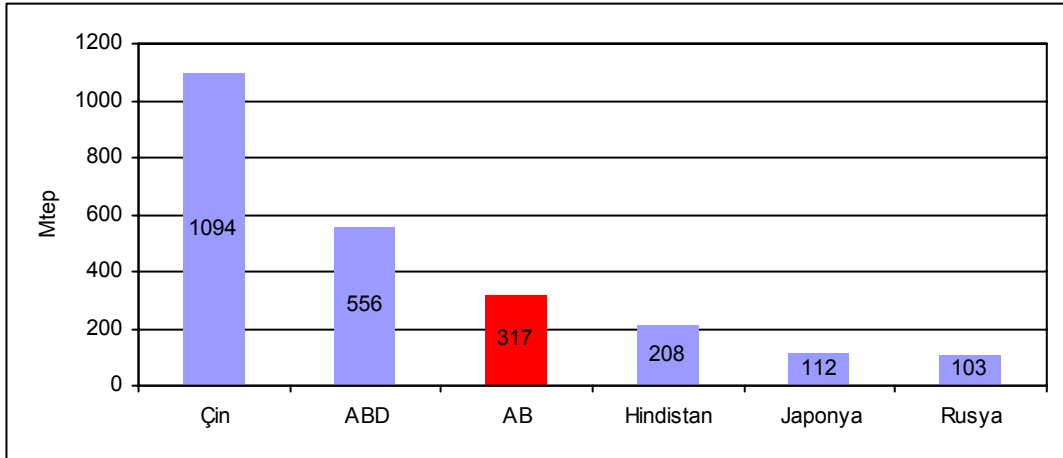
Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kömür, diğer iki fosil yakıtta göre 1965-2006 yılları arasında daha yavaş bir şekilde artmıştır. Dünya kömür tüketimi, 1965 yılında, 1.481,8 Mtep iken, toplamda %108,5 oranında artış göstererek 2006 yılında 3.090,1 Mtep'e ulaşmıştır. Aynı dönemde, AB'de, doğal gaz tüketiminde görülen büyük artıştan tamamıyla farklı olarak kömür tüketiminde büyük bir gerileme yaşanmıştır. AB, 1965 yılında 508 Mtep kömür tüketimi gerçekleştirirken, 2006 yılına kadar tüketim, %37 oranında azalarak, 320 Mtep değerine gerilemiştir.



Grafik 2.12
Büyük Ekonomilerin Yıllık Kömür Tüketimi 1990

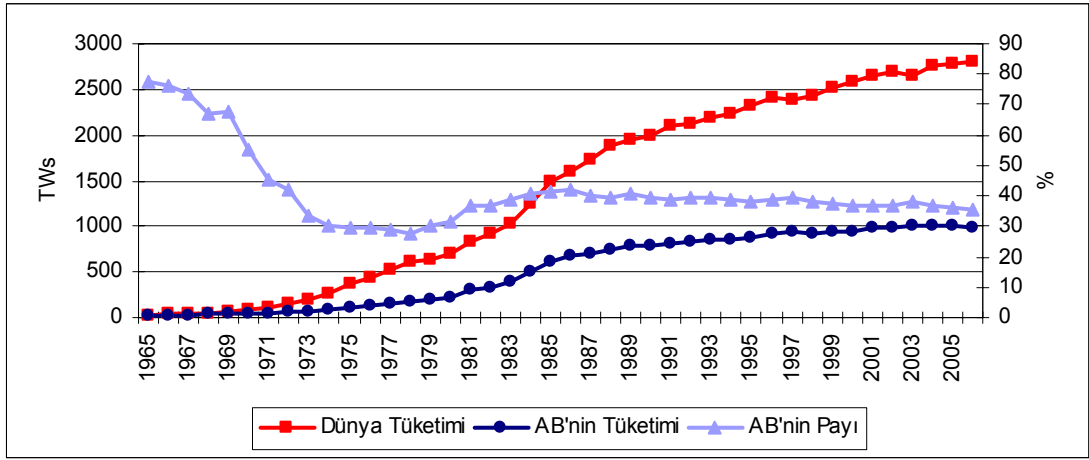
Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2007, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.13
Büyük Ekonomilerin Yıllık Kömür Tüketimi 2005

Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2007, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya tüketimindeki artış karşısında, AB’de azalan kömür tüketimi, birliğin dünya kömür tüketimindeki payının, 1965 yılında %34,3 olan payının, %10,4’e düşmesine neden olmuştur (Grafik 2.11). Kömürün, çevresel etkilerinin diğer fosil yakıtlara göre daha fazla olması, çevre kaygılarının güçlü olduğu AB’de kömür tüketimini düşürürken, enerji güvenliğinin ön plana çıktığı ülkelerde yükseltmektedir. Örneğin, Çin diğer fosil yakıtlarda ABD ve AB’nin gerisinde yer almasına karşın, kömür tüketiminde birinci sırada bulunmaktadır.



Grafik 2.14
Dünya ve AB*'de Nükleer Elektrik Tüketimi 1965-2006

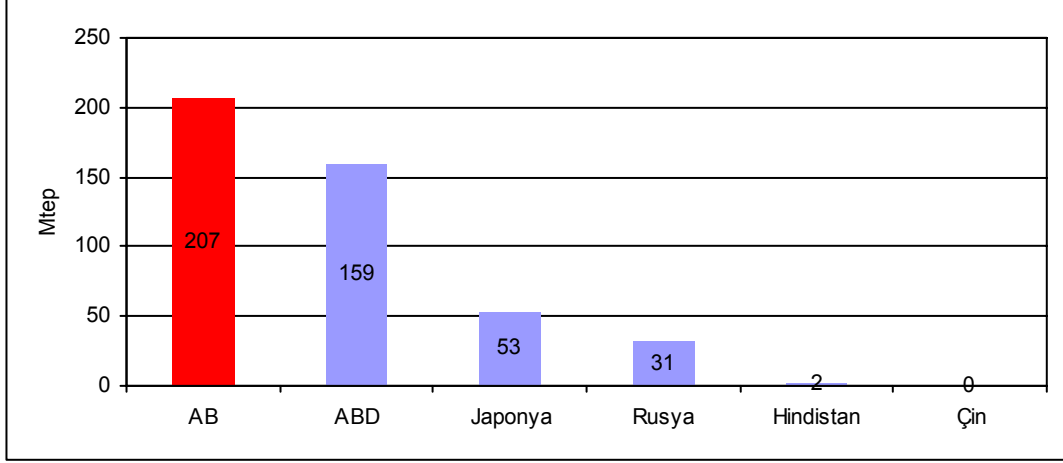
* Estonya, Letonya ve Litvanya'nın 1985 öncesi, Slovenya'nın ise 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1990-2005 döneminde, AB, kömür tüketimini azaltırken, Çin ve Hindistan iki katına çıkarmış, ABD ise, yaklaşık %21,3 oranında arttırmıştır. 2005 yılında, Çin, kendisinden sonra en büyük üç kömür tüketicisi konumunda bulunan ABD, AB ve Hindistan'ın toplamında daha fazla kömür tüketmiştir. 1970'li yıllarda nükleer endüstrinin hızlı bir şekilde genişlediği görülmektedir. 1965 yılında tüm dünyada, 5000 MWe kurulu güce sahip, 45 nükleer santral bulunmaktadır. 20 yıl içinde, nükleer santral sayısı yaklaşık 8, kurulu güç miktarı da 50 kat yükselmiştir. Çernobil Kazası'ndan önceki yıl olan 1985'te, 253.000 MWe kurulu güce sahip 365 nükleer santral faaliyet göstermektedir⁴⁹. Bu hızlı genişleme döneminde, AB'nin dünya

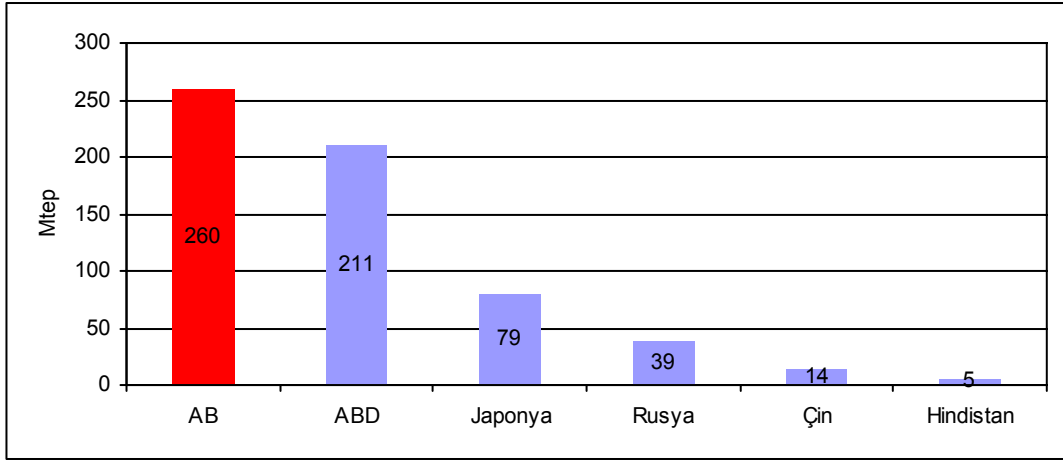
⁴⁹ Nuclear Energy Agency, **Nuclear Energy Today**, Paris, OECD/IEA, 2003, p.9.

tüketimi içindeki payı, hızlı bir şekilde azalmış ve %40'ın altına inmiştir. 2006 yılında, AB'nin dünya genelinde nükleer enerji kaynaklı elektrik tüketimindeki payı %35,4 olarak gerçekleşmiştir (Grafik 2.14).



Grafik 2.15
Büyük Ekonomilerin Nükleer Enerji Tüketimi 1990

Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2007, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



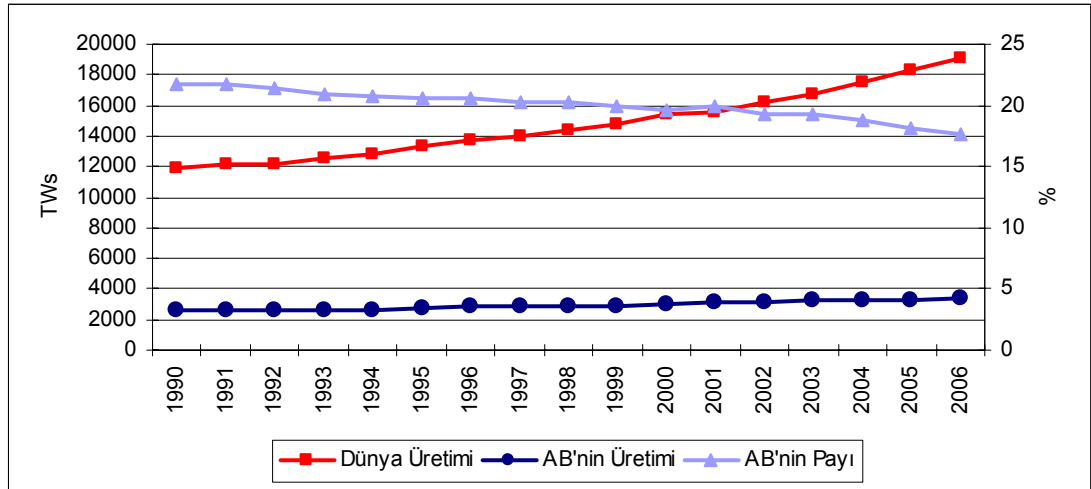
Grafik 2.16
Büyük Ekonomilerin Nükleer Enerji Tüketimi 2005

Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2007, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Nükleer enerji, 20. yüzyılın ikinci yarısında dünya enerji sistemine girdikten sonra tüketimi hızla artan bir enerji kaynağı olmuştur. Dünya genelinde, 1965 yılında, nükleer santral kaynaklı 25,7 TWs elektrik tüketilmiştir. Aynı yıl, AB, 19,9 TWs saat nükleer kaynaklı elektrik tüketimi ile dünya tüketiminin %77,6'sını gerçekleştirmiştir. 2006 yılına kadar olan dönemde, nükleer elektriğin tüketimi,

dünya genelinde, yaklaşık 110 kat artarak, 2.808,1 TWs'ye ulaşmıştır. Nükleer santral kaynaklı elektriğin tüketimi, AB'de yaklaşık 50 kat yükselerek, 994,6 TWs'ye ulaşmıştır⁵⁰.

AB, nükleer enerji tüketimi açısından, dünyada birinci sırada yer almaktadır. AB 1990 yılında olduğu gibi 2005 yılında da diğer büyük ekonomilerin çok önünde yer almaktadır. (Grafik 2.15, 2.16). Ağustos 2006 itibarıyla, dünya genelinde faaliyette bulunan 368.496 MWe kurulu güç kapasitesine sahip 443 nükleer santralden, 133.838 MWe kurulu güce sahip, 152 adet nükleer elektrik santrali AB içinde faaliyet göstermektedir. Bu açıdan, AB, hem kurulu güç hem de nükleer reaktör sayısı bakımından dünyada birinci sırada bulunmaktadır. ABD, ülke olarak, 103 nükleer santral ve 98.054 MWe kurulu güç ile en büyük nükleer elektrik üreticisi ülke olmasına rağmen, bir bütün olarak düşünüldüğünde AB'nin gerisinde kalmaktadır⁵¹.



Grafik 2.17
Dünya ve AB*'de Nükleer Elektrik Tüketimi 1990-2006

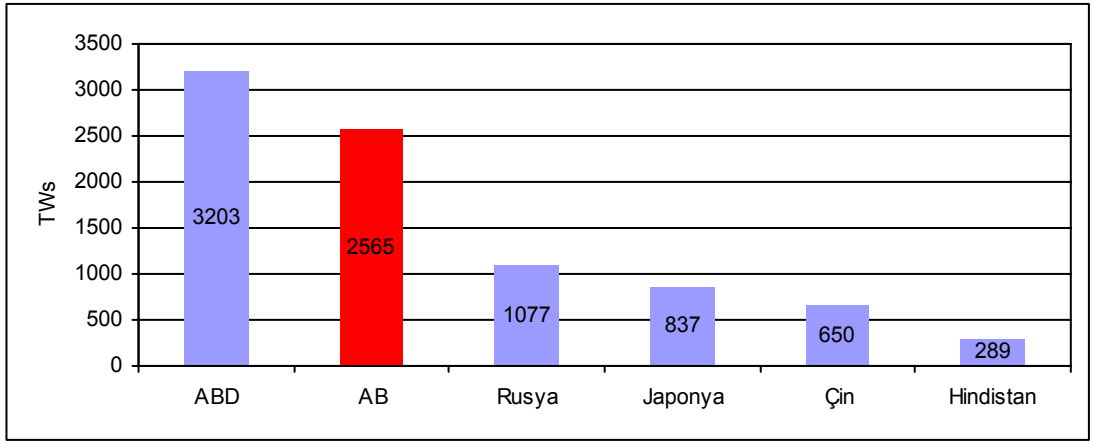
* Slovenya'nın 1991 öncesi tüketim değeri dahil değildir.

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

⁵⁰ BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007".

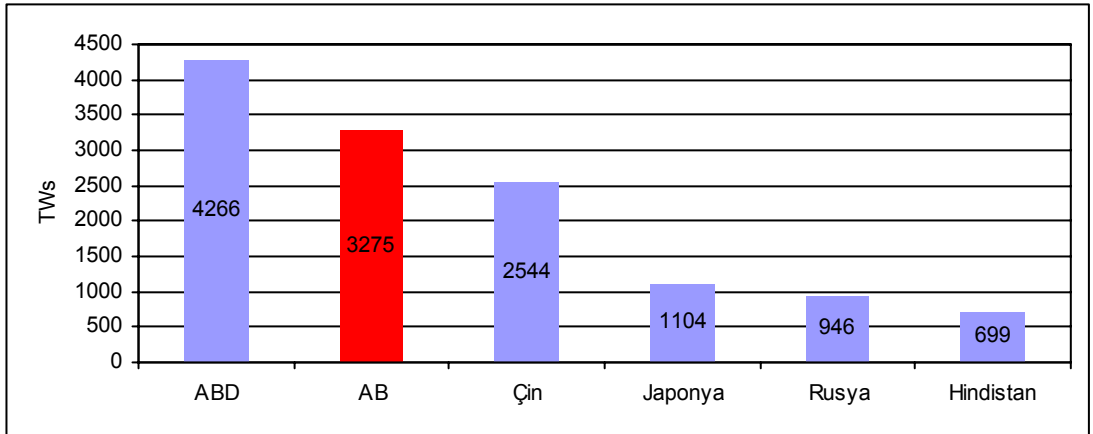
⁵¹ European Commission, "Commission Staff Working Document:Nuclear Illustrative Programme", Accompanying the Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, SEC(2006)1718, 2007, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/14_nuclear_illustrative_programme_annexe_1_en.pdf, 25 Nisan 2007, p.5.

AB'nin elektrik üretimindeki artış, diğer enerji kaynaklarında olduğu gibi dünya genelindeki artışın gerisinde kalmaktadır. 1990-2006 döneminde, dünya elektrik üretimi, %60 oranında yükselirken, AB'nin üretimi %31 oranında artış göstermiştir. Bunun neticesinde, birliğin dünya elektrik üretimindeki payı 1990 yılındaki %21'lik değerinden 2006 yılında %17'ye gerilemiştir. Dünya genelinde, gerilemekte olan payına karşın, AB, 1990-2005 döneminde, elektrik üretiminde ABD'nin ardından ikinci sıradaki yerini korumuştur. (Grafik 2.18, 2.19)



Grafik 2.18
Büyük Ekonomilerin Elektrik Üretimi 1990

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

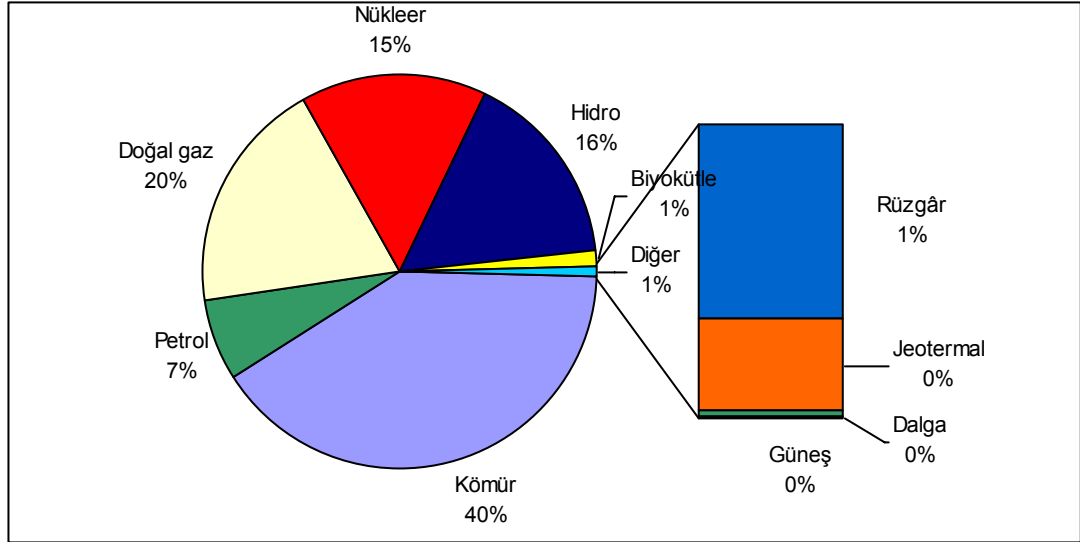


Grafik 2.19
Büyük Ekonomilerin Elektrik Üretimi 2005

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji tüketimi içindeki paylarının artırılması, fosil yakıtlar ile ilişkili olarak artan kaygılardan (tükenebilirlik,

rezervlerin dengesiz dağılımı, enerji güvenliği, çevresel etkileri gibi) dolayı önem arz etmektedir. 1990 yılında, dünya genelinde modern yenilenebilir kaynaklar* kullanılarak 2.311 TWs elektrik üretilmiş, toplam dünya üretiminin %19,5'i yenilenebilir kaynaklardan sağlanmıştır. 2005 yılında ise, yenilenebilir kaynaklar vasıtasıyla üretilen elektrik, 3.320 TWs'ye ulaşarak, toplamda %39'luk bir artış göstermiştir. Bu artışa rağmen, aynı dönemde, dünya elektrik üretiminde %54'lük artış yüzünden, yenilenebilir kaynakların elektrik üretimindeki payı azalarak, %18,2'ye gerilemiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanarak elektrik üretiminde, hidroelektrik üretiminin çok büyük bir rol oynadığı; diğer kaynakların üretime olan katkısı nispeten düşük kaldığı görülmektedir (Grafik 2.20).



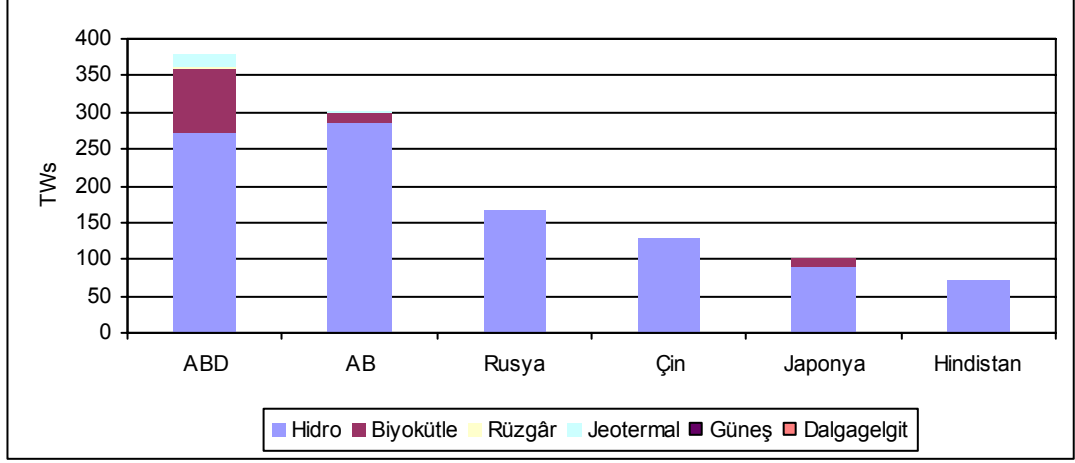
Grafik 2.19
Dünya Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2005

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, p.593'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Hidroelektrik üretiminin katkısı göz önünde bulundurulmadığında yenilenebilir kaynakların elektrik üretimine olan katkısı, 1990 yılında, %1,4, 2005 yılında da %2,2 olarak gerçekleşmiştir. Ülkelerin yenilenebilir kaynaklardan elde ettikleri elektrik içinden hidroelektriğin çıkarılması durumunda büyük bir fark ortaya çıkmaktadır. Örneğin 1990 yılında, Rusya, Çin ve Hindistan, hidroelektrik dışında hiçbir yenilenebilir kaynaktan elektrik üretmemiştir. (Grafik 2.21). AB ise, bu konuda diğer ülkelerinde önünde yer almaktadır. 2005 yılında hidroelektrik üretiminin göz önünde

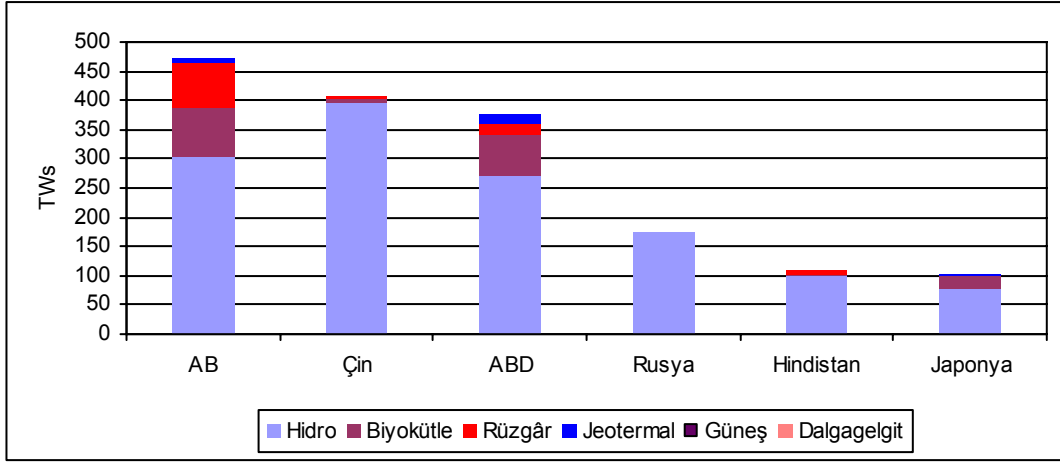
* Hidroelektrik, biyo-kütle, rüzgâr, jeotermal, güneş, dalga-gelgit.

bulundurulduğu bir karşılaştırmada dahi birinci sıradaki yerini korumaktadır (Grafik 2.22).



Grafik 2.21
Büyük Ekonomilerin Yenilenebilir Elektrik Üretimi 1990

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007.**, pp.592-620'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

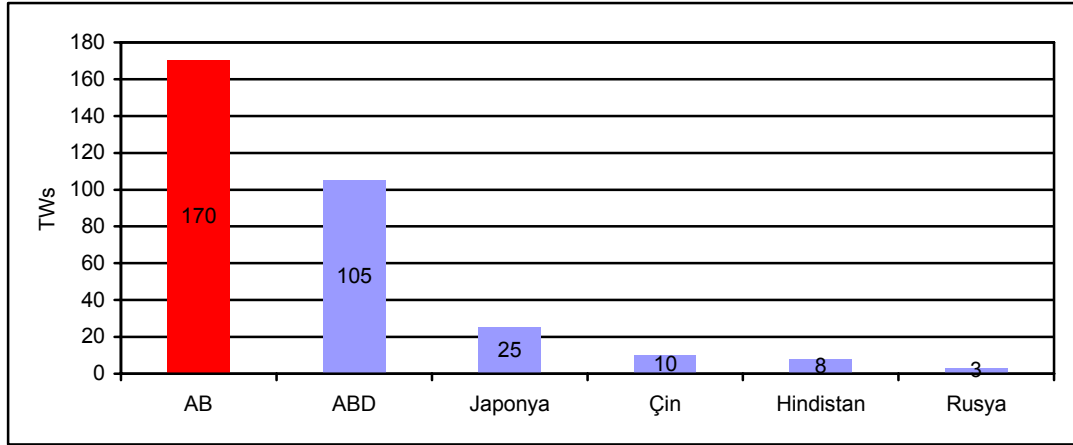


Grafik 2.22
Büyük Ekonomilerin Yenilenebilir Elektrik Üretimi 2005

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007.**, pp.592-620'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Hidroelektrik enerjisi, diğer yenilenebilir kaynaklara göre daha eski ve kanıtlanmış bir teknoloji olduğu için, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların enerji tüketimi içindeki payının artırılması daha önemli bir konu olarak ön plana çıkmaktadır. Örneğin, Çin, 20. yüzyıl sonunda, sahip olduğu 22.000 büyük baraj ile dünya genelinde bulunan 45.000 barajın neredeyse %50'sine ev sahipliği

yapmaktadır⁵². Çin’de, hidroelektrik santralleri, 2004 yılı itibarıyla, kurulu elektrik gücünün yaklaşık %24’ünü temsil etmekte; üretimin de, %16’sını gerçekleştirmektedir⁵³. Bu nedenle, Çin, hidroelektrik üretiminin göz önünde bulundurulduğu bir değerlendirmede, yenilenebilir elektrik üretimi açısından ilk sıralarda yer almaktadır. Aynı durum, ABD ve Rusya gibi ülkeler için de geçerlidir. Hidroelektrik üretimin değerlendirme dışında bırakıldığı bir analiz, AB’nin yenilenebilir kaynaklar açısından göstermiş olduğu ilerlemeyi daha iyi göstermektedir. 2005 yılında AB, diğer bütün büyük ekonomilerin toplamından daha fazla miktarda modern yenilenebilir kaynakları kullanarak elektrik üretmiş ve bu konuda dünya lideri konumuna yükselmiştir (Grafik 1.23).



Grafik 2.23
Büyük Ekonomilerin Yenilenebilir * Elektrik Üretimi 2005

* Hidroelektrik hariç

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp. 592-620’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

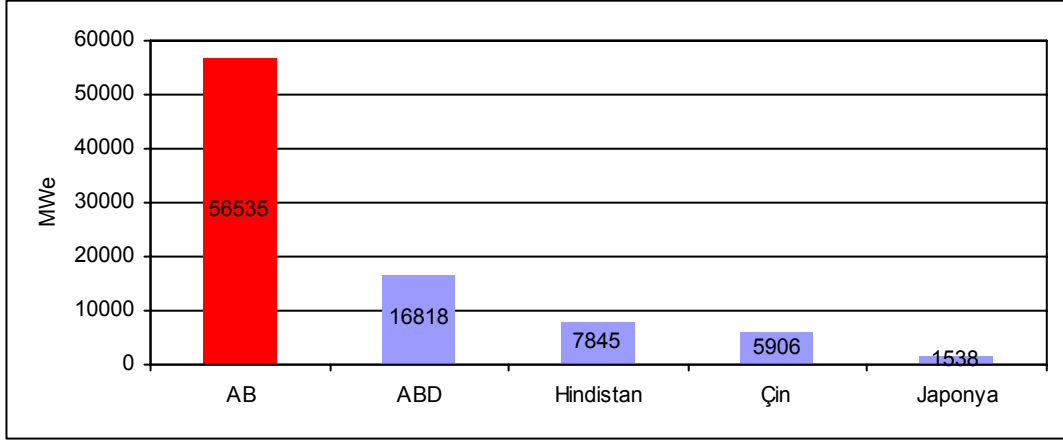
Yenilenebilir kaynaklar söz konusu olduğunda AB’nin diğer ülkelerle arasındaki mesafeyi rüzgâr santralleri çok iyi yansıtmaktadır. 2007 yılı sonu itibarıyla, rüzgâr santrallerinde dünyadaki kurulu güç kapasitesi, 93.864 MWe’ye ulaşmış bulunmaktadır⁵⁴. AB, 56.535 MWe kapasite ile dünya toplamın yaklaşık

⁵² World Commission on Dams, “Dams and Development: A New Framework for Decision Making”, (Çevrimiçi) <http://www.dams.org/docs/report/wcdreport.pdf>, 2 Eylül 2008, p.9.

⁵³ IEA, **China’s Power Sector Reforms: Where to Next?**, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.38,39.

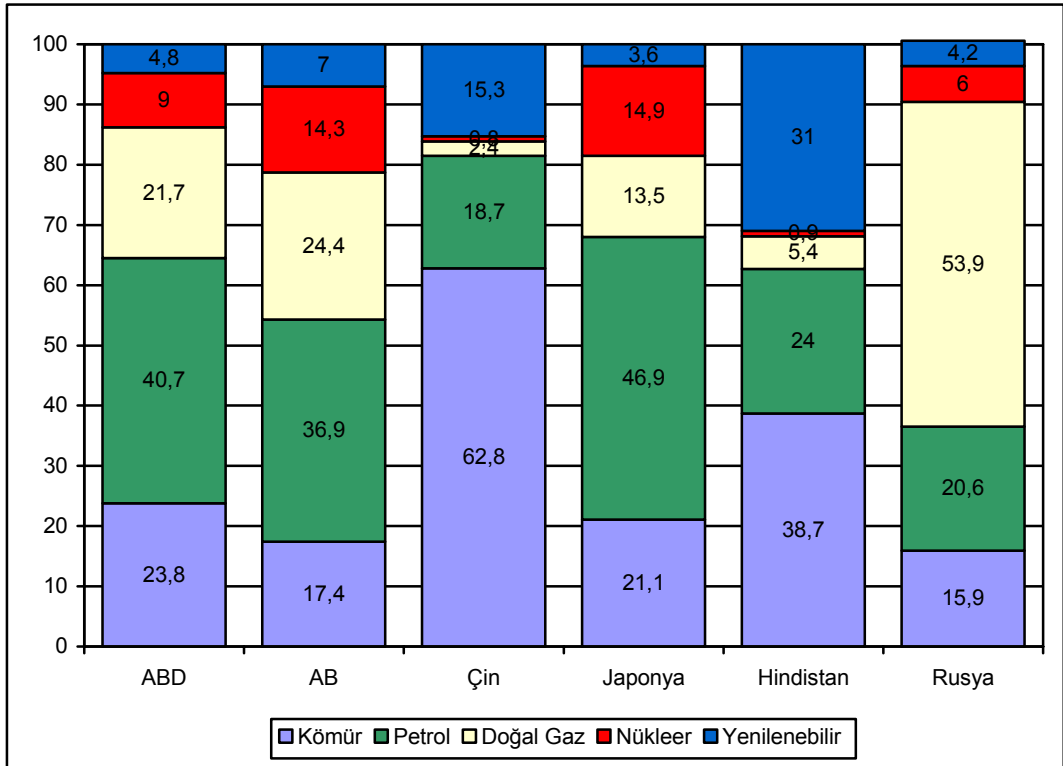
⁵⁴ Global Wind Energy Council, “Global Wind Report”, (Çevrimiçi) http://www.gwec.net/fileadmin/documents/test2/gwec-08-update_FINAL.pdf, 2 Eylül 2008, p.10.

%60'ına ev sahipliği yapmakta, ve diğer bütün büyük ekonomilerin önünde yer almaktadır (Grafik 2.24).



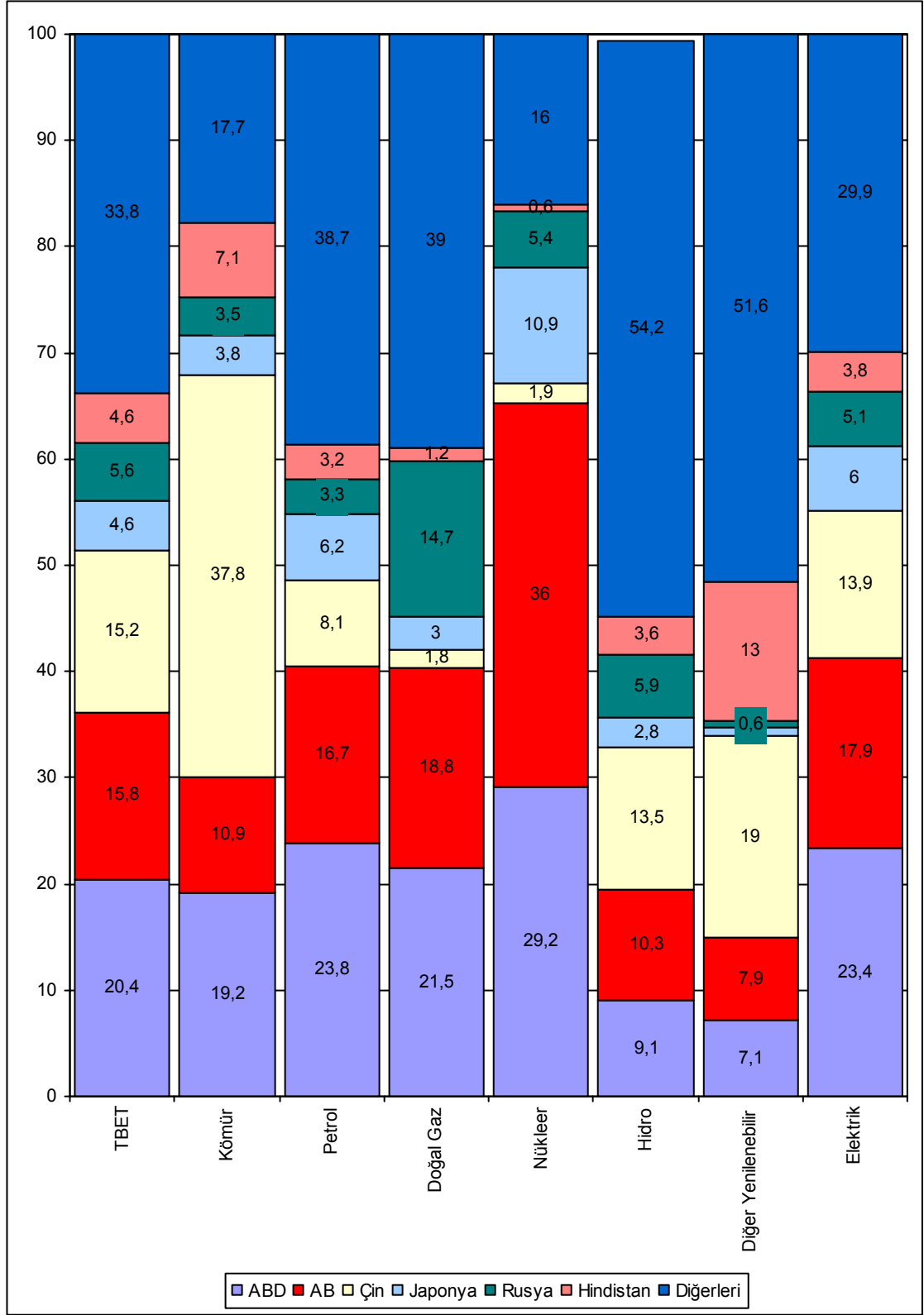
Grafik 2.24
Büyük Ekonomiler ve Rüzgâr Santralleri Kurulu Gücü 2007

Kaynak: Global Wind Energy Council, “Global Wind Report”, (Çevrimiçi) http://www.gwec.net/fileadmin/documents/test2/gwec-08-update_FINAL.pdf, 2 Eylül 2008, pp.10,31’den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.25
Büyük Ekonomilerin Enerji Tüketimlerinde Kaynakların Payları 2005

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

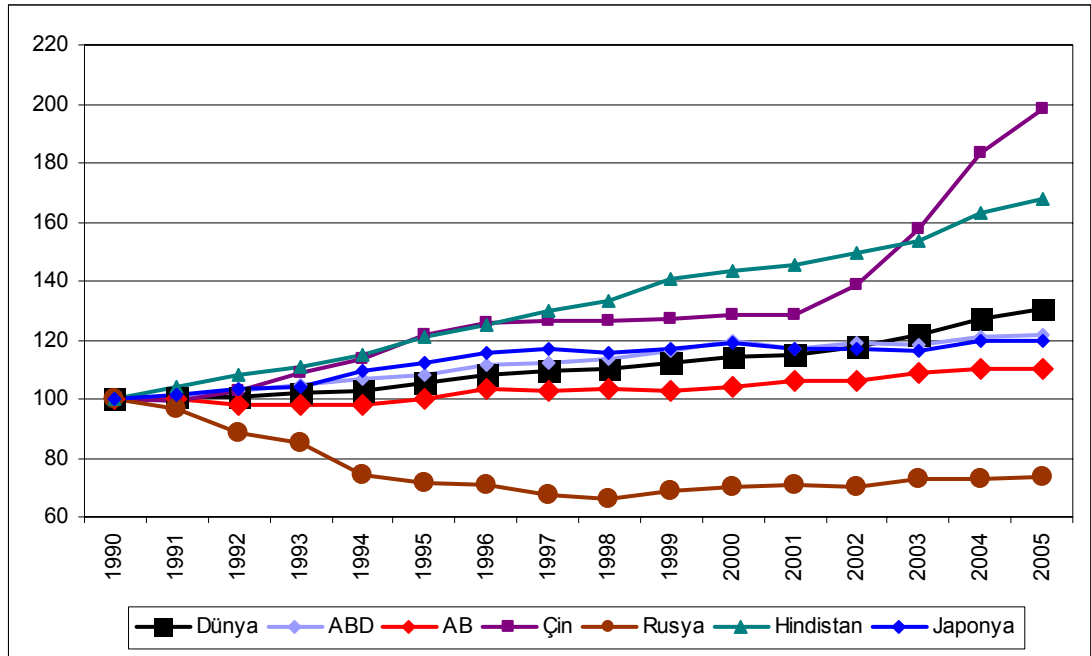


Grafik 2.25
Büyük Ekonomilerin Karşılaştırmalı Enerji Tüketimleri Tablosu 2005

Kaynak: IEA, World Energy Outlook 2007, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya enerji tablosunun görünümüne dair olarak önemli saptamalar yapılabilir:

ABD, AB ve Japonya'nın başını çektiği gelişmiş ülkelerin dünya birincil enerji tüketiminde ağırlıklı rolleri bulunmaktadır. Bu ağırlıklı rol içinde AB, modern-ticari enerji kaynakları tüketiminde, dünya enerji tablosunun en önemli aktörlerinden birisidir. AB, toplam birincil enerji talebinde ABD'den sonra ikinci sırada yer almakta; nükleer enerji ve modern yenilenebilir kaynaklarda (hidroelektrik ve biyokütle dışarı bırakıldığında) dünyanın bir numaralı ekonomisi konumunda bulunmaktadır.

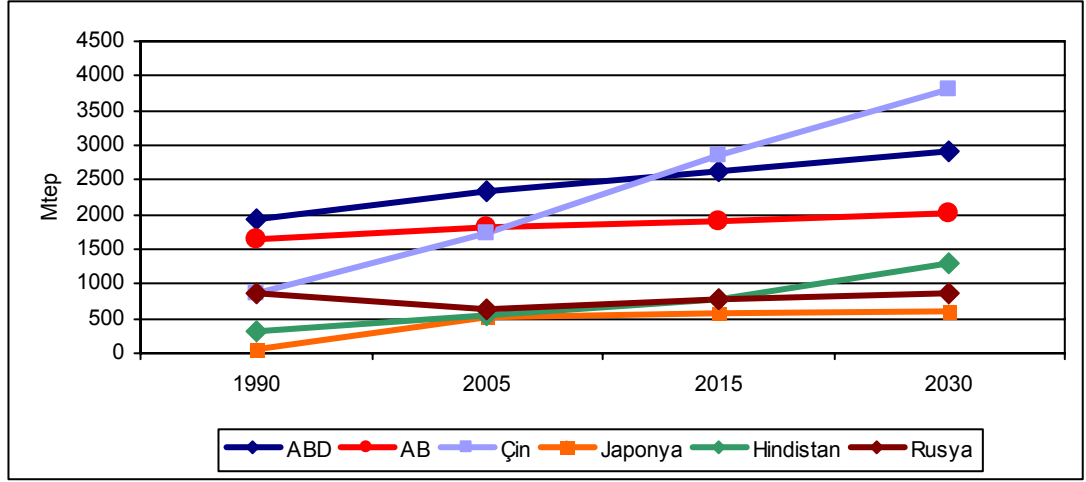


Grafik 2.27
Büyük Ekonomilerin Enerji Talebinde Değişim Oranı 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport. Figures and Main Facts", (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2007_en.htm, 2 Eylül 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çin ve Hindistan başta olmak üzere gelişmekte olan ekonomilerin enerji tüketimindeki hızlı artış, gelişmiş ekonomilerin enerji tüketimindeki yavaşlama ile birlikte, dünya enerji tüketim tablosunda değişime neden olmuştur. 1990-2006 döneminde, AB'nin toplam enerji tüketimi, Rusya hariç tüm büyük ekonomilerin altında bir oranda büyümüştür (Grafik 2.27). Netice olarak, AB'nin dünya enerji tüketimi içindeki payı diğer ülkelerin lehine azalmıştır. Dünya enerji tablosunda

1990'lı yıllarda başlayan değişimin gelecekte de devam etmesi öngörülmektedir. Çin'in 2005-2010 arası, AB'yi, 2015 yılından sonra ise ABD'yi geçerek, dünya birincil enerji tüketiminde birinci sıraya yükselmesi beklenmektedir. Hindistan'ın da, enerji tüketiminde Rusya ve Japonya'yı geride bırakarak, dördüncü sıraya yükseleceği tahmin edilmektedir (Grafik 2.28).



Grafik 2.28

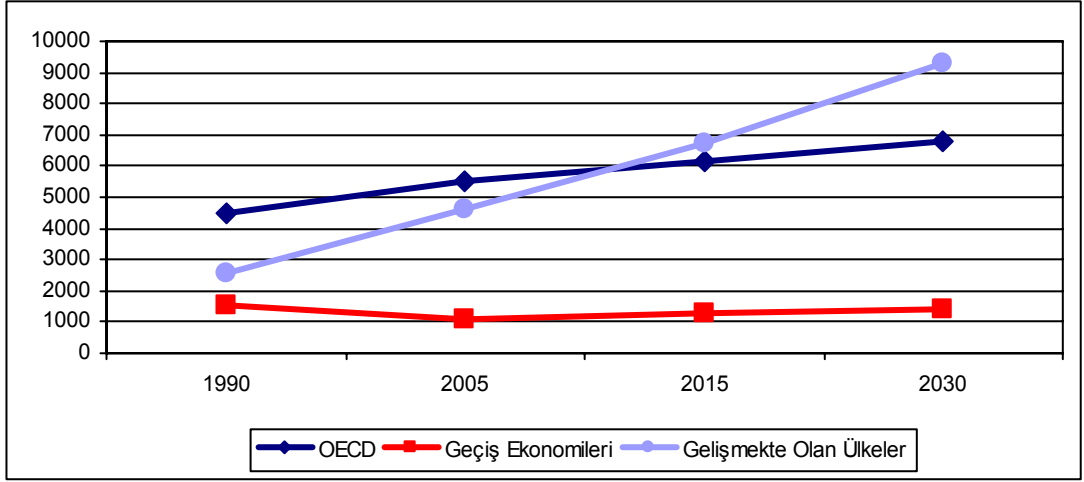
UEA'nın Referans Senaryosu'na Göre Büyük Ekonomilerin Enerji Talebi 2005-2030

Kaynak: IEA, *World Energy Outlook 2007*, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çin ve Hindistan'ın enerji tüketimindeki hızlı yükseliş süreci, diğer gelişmekte olan ülkeler için de geçerlidir. Genel olarak gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketimlerinin gelişmekte olan ülkelere göre daha hızlı artmaktadır. UEA'nın, Referans Senaryosu'na göre, 2005-2030 yılları arasında, gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketimlerinin yaklaşık %100 oranında artması beklenirken, OECD ülkelerinin tüketimindeki artışın %22,6 düzeyinde kalması beklenmektedir. Bu durum karşısında, OECD ülkelerinin dünya enerji tüketimindeki payı, 20. yüzyılın ikinci yarısı boyunca gösterdiği gerilemeye devam ederek %50'nin altına inecektir (Grafik 2.28).

Petrol, ABD, AB ve Japonya'nın toplam enerji tüketiminde (sırasıyla %40,7, %36,9, ve %46,9), Çin, Hindistan ve Rusya'ya göre (sırasıyla %18,7, %24, ve %20,6) petrolün ulaşımda ağırlıklı rolü ve gelişmiş ülkelerdeki otomobil sahipliğinin yüksekliği dolayısıyla daha fazla paya sahiptir. Örneğin, 2005 yılında, AB'de 1000

kişi başına düşen hafif araç sayısı 466, ABD’de 776, Japonya’da 540 iken, Çin’de sadece 26’dır⁵⁵. OPEC’e göre, 1971 yılında, %33 olan ulaşım sektörünün petrol tüketimindeki payı, 2005 yılında %49’a yükselmiştir. OPEC’in yaptığı projeksiyona göre, ulaşım sektörünün petrol tüketimindeki payı yükselmeye devam ederek, 2030 yılında %52’ye ulaşacaktır⁵⁶.



Grafik 2.29
UEA’nın Referans Senaryosu’na Dünya Birincil Enerji Talebi 2005-2030

Kaynak: IEA, **World Energy Outlook 2007**, a.y.’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

UEA ise, 2030 yılına kadar olan periyotta, 2005 yılında 35 milyon olan Çin’deki hafif araç sayısının 2030 yılında, 296 milyona ulaşmasını beklemektedir. Aynı dönemde, Hindistan’daki hafif araç sayısının ise 11 milyondan 115 milyona yükseleceği ön görülmektedir⁵⁷. Dünya petrol tüketimi değerlendirildiğinde, Çin ve Hindistan’ın, dünya petrol tüketiminden aldığı pay (sırasıyla, %8,1 ve %3,2), ABD, AB’ye göre (sırasıyla %23,8 ve %16,7) daha düşüktür. Çin ve Hindistan başta olmak üzere, gelişmekte olan ülkelerde, artan araç sahipliği ile birlikte petrol talebinin yükselmesi, AB başta olmak üzere, yüksek araç sahipliği yüksek olan ülkelerin fiziksel açıdan zaten kıt olan petrole ulaşma konusunda problemlerle karşılaşma olasılığını güçlendirmektedir.

⁵⁵ DG TREN, “EU Energy and Transport: Figures and Main Facts”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2007_en.htm, 2 Eylül 2008.

⁵⁶ OPEC, “World Oil Outlook 2008”, (Çevrimiçi) <http://www.opec.org/library/World%20Oil%20Outlook/pdf/WOO2008.pdf>, 20 Ağustos 2008, p.53.

⁵⁷ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.298.474.

Doğal gaz ve nükleer enerji 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra enerji sistemine katılan modern enerji kaynakları (alt yapı ve teknoloji gereksinimleri dolayısıyla) olarak gelişmiş ekonomilerin enerji tüketimlerinde daha ağırlıklı role sahiptir (örneğin doğal gazın enerji tüketimindeki payı ABD’de %21,7, AB’de %24,4, Çin’de, %2,4, Hindistan’da %5,4). Çin ve Hindistan, artan enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında, kömür başta olmak üzere (bu iki ülkenin enerji tüketimi içinde kömürün payı, diğer büyük ekonomilerin üzerindedir), kendi iç kaynaklarını (hidrolik ve biyokütle başta olmak üzere) kullanmaktadır. Çin ve Hindistan’ın artan enerji ihtiyaçları karşısında, petrol başta olmak üzere, uluslararası piyasalarda ticareti yapılan kıt kaynaklara doğru yönelmelerinin bu kaynaklar üzerinde baskı oluşturma olasılığı bulunmaktadır. Bu durum, enerji güvenliği konusunun ülkelerin gündemindeki yerini koruyacağını göstermektedir. Elektrik tüketimi, birincil enerji tüketimine oranla daha hızlı bir şekilde yükselmektedir. 1973-2006 döneminde, dünya birincil enerji tüketimi %92 oranında artarken, elektrik tüketimi %209 oranında yükselmiştir⁵⁸. AB, elektrik tüketim hızı yavaşlamasına karşın, dünyanın en büyük ikinci elektrik üreticisi olarak ABD’nin arkasında yer almaktadır. Dünya elektrik üretiminde kömür, ağırlıklı role sahip iken (%40; Grafik 2.20), AB’nin elektrik üretiminde kömürün payı dünya ortalamasının altındadır (30,4). Buna karşın, AB, nükleer enerjiyi elektrik üretiminde diğer büyük ekonomilerden daha yoğun olarak kullanmaktadır (%30,5). Bu durum, özellikle sera gazı emisyonlarının düşürülmesi açısından AB’ye önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ancak, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ekonomilerin, hızla artan tüketimleri yanında, elektrik üretiminde kömüre dayanması önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Çin’in elektrik kurulu gücü 1985-2005 yılları arasında 66 GW’den, 622 GW’ye yükselmiş; yalnızca 2006 yılında eklenen kapasite miktarı 100 GW (Türkiye’nin toplam kurulu gücü yaklaşık 40 GW) olmuştur⁵⁹. Meydana gelen kapasite artışının yaklaşık %90’nını kömür santralleri oluşturmuştur. Çin ve Hindistan’ın elektrik üretiminde kömürün payı %70’in üzerinde gerçekleşmiştir. Dünya enerji tablosu içinde, başta AB olmak üzere gelişmiş ülkelerin sera gazı

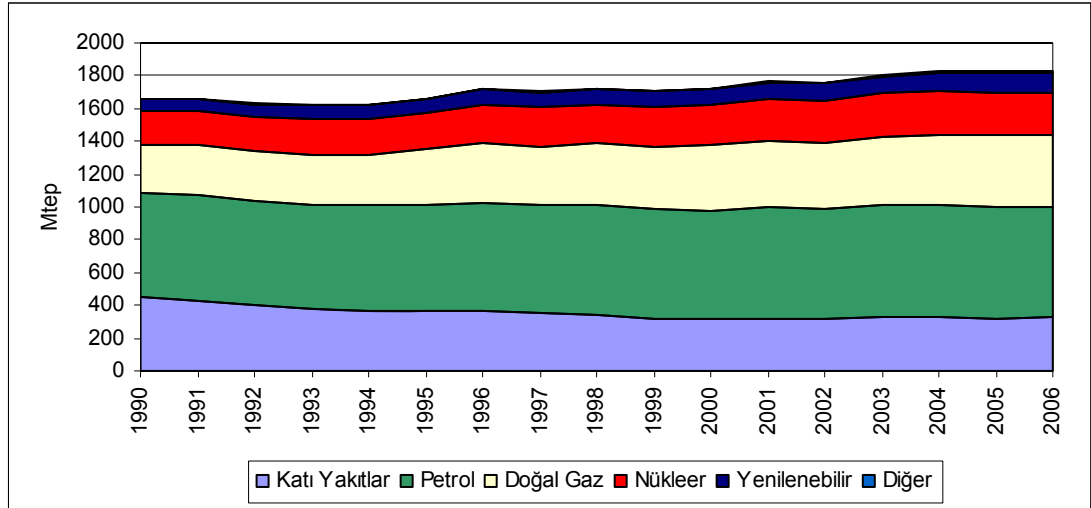
⁵⁸ IEA, “Key World Energy Statistics 2008”, pp.8,26.

⁵⁹ IEA, **World Energy Outlook 2007**, pp.349,511.

azaltım hedefleri açısından önemli bir problem olarak ortaya çıkan bu husus, çevre konusunun önem kazanacağını göstermektedir.

2.2.2. AB'nin Enerji Tablosu

Modern enerji sisteminin dayanmış olduğu fosil yakıtlar, AB'nin enerji tablosu içinde de ağırlıklı paya sahiptir (Grafik 2.30). 1990 yılında enerji tüketiminin %84'ü fosil yakıtlar tarafından karşılanmıştır. 1990-2006 yılında, fosil yakıtların paylarında bir düşme görülmesine rağmen, 2006 yılında fosil yakıtların enerji tüketimindeki payı %79 olarak gerçekleşmiştir.

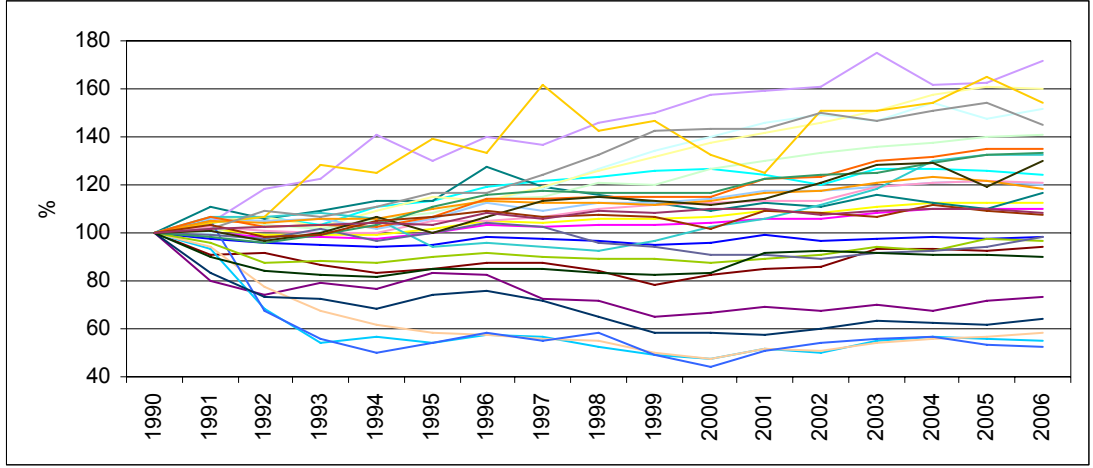


Grafik 2.30
AB'nin Enerji Tüketiminde Kaynakların Gelişimi 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport. Figures and Main Facts" yararlanılarak hazırlanmıştır.

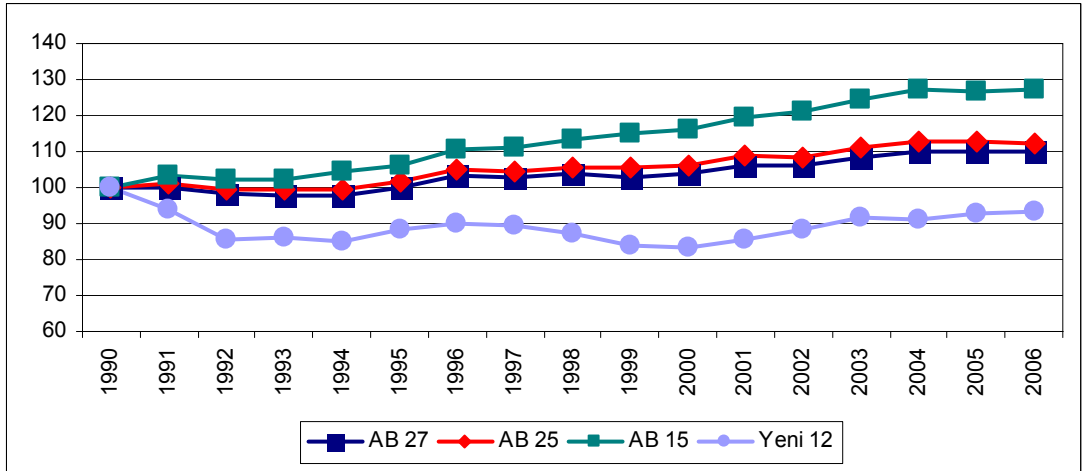
AB'nin toplam enerji tüketimindeki artış hızı oldukça düşüktür. Birliğin enerji tüketimi 1990-2006 yılları arasında, toplamda %9,8 oranında artış göstermiştir. Bu oran gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketimindeki yıllık artışa yakın bir değerdir. Bir bütün olarak AB'nin enerji tüketimindeki artış hızının yavaşlığı, birlik içinde yer alan farklılıkları gizlemektedir. 1990-2006 döneminde üye ülkelerin bazılarının enerji tüketimleri, %60'ların üzerinde artarken, bazı üyelerin enerji tüketimleri %40'ların üstünde düşmüştür (Grafik 2.31). Örneğin, 1990-2006 döneminde,

İspanya'nın enerji tüketimi toplamda %60 oranında artmış, Litvanya'nın enerji tüketimi %48 oranında düşmüştür.



Grafik 2.31
AB Ülkelerinin Enerji Tüketimlerinin Artış Oranı 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.32
AB Üye Gruplarının Enerji Tüketim Artış Oranı 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Genel olarak, 2004 yılından sonra AB'ye üye olan ve büyük çoğunluğunu eski Sovyet Bloku ülkelerinin oluşturduğu ülkelerin enerji tüketimleri, 1990-2006 periyodunda düşüş göstermiştir. Birliğe 2004 yılından sonra katılan 12 yeni üyenin, 1990-2006 yılları arasında toplam enerji tüketimlerinde görülen düşüş yaklaşık

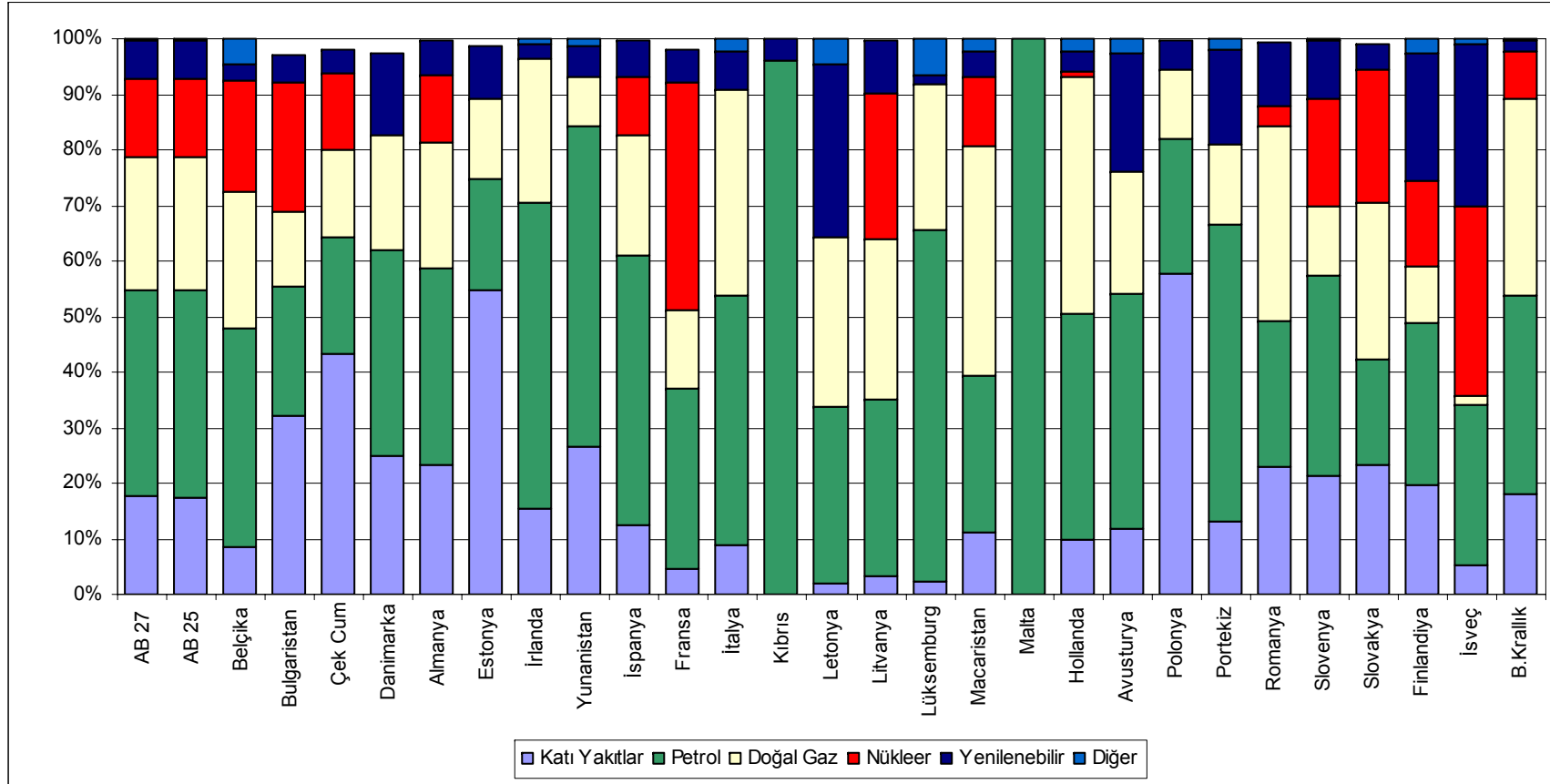
olarak %7 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın, AB'nin eski 15 üyesinin enerji tüketimleri, aynı dönemde yaklaşık olarak %27 oranında yükselmiştir (Grafik 2.32).

Tablo 2.1
AB Ülkelerinin Toplam Enerji Tüketimi 2006

Ülkeler	Enerji Tüketimi (Mtep)						
	Toplam	Katı Yakıtlar	Petrol	Gaz	Nükleer	Yenilenebilir	Diğer
AB 27	1.825,2	325,2	673,5	437,9	255,3	129,2	4,1
AB 25	1.763,7	308,8	657,5	420,4	248,9	123,2	4,9
Belçika	60,4	5,2	23,7	15	12	1,8	2,8
Bulgaristan	20,5	7	5,1	2,9	5	1,1	-0,6
Çek Cum	46,2	20,9	10	7,6	6,7	2	-1
Danimarka	20,9	5,5	8,2	4,5	0	3,3	-0,6
Almanya	349	82,2	124,5	79,5	43,1	21,1	-1,4
Estonya	5,4	3	1,1	0,8	0	0,5	-0,1
İrlanda	15,5	2,4	8,5	4	0	0,4	0,2
Yunanistan	31,5	8,4	18,2	2,7	0	1,8	0,4
İspanya	143,9	17,9	70,3	31	15,5	9,4	-0,3
Fransa	273,1	13,2	92,2	39,6	116,1	17,3	-5,4
İtalya	186,1	16,7	83,2	69,2	0	13,1	4
G.Kıbrıs	2,6	0	2,5	0	0	0,1	0
Letonya	4,6	0,1	1,5	1,4	0	1,4	0,2
Litvanya	8,4	0,3	2,7	2,5	2,2	0,8	0
Lüksemburg	4,7	0,1	3	1,2	0	0,1	0,3
Macaristan	27,8	3,1	7,8	11,5	3,5	1,3	0,6
Malta	0,9	0	0,9	0	0	0	0
Hollanda	80,5	7,9	32,7	34,3	0,9	2,9	1,8
Avusturya	34,1	4	14,4	7,5	0	7,3	0,9
Polonya	98,3	57	24,2	12,4	0	5	-0,4
Portekiz	25,3	3,3	13,6	3,6	0	4,3	0,5
Romanya	40,9	9,5	10,9	14,6	1,5	4,8	-0,3
Slovenya	7,3	1,6	2,7	0,9	1,4	0,8	0
Slovakya	18,8	4,4	3,7	5,4	4,6	0,9	-0,2
Finlandiya	37,8	7,4	11	3,9	5,9	8,6	1
İsveç	50,8	2,7	14,6	0,9	17,3	14,8	0,6
B.Krallık	229,5	41,3	82,3	81,1	19,5	4,4	1

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

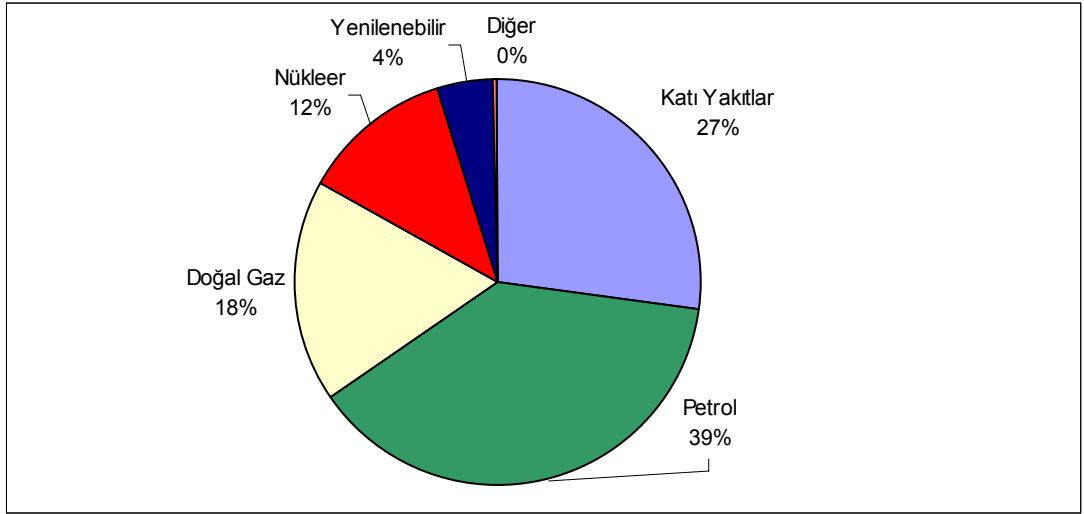
Enerji tüketiminde üye ülkelerin durumları, AB ortalamasından önemli sapmalar göstermektedir. Örneğin, 2005 yılında, Polonya, toplam enerji tüketiminde %57,9, Estonya ise birincil enerji tüketiminde %55 oranında kömürden faydalanmaktadır. Buna karşın, kömürün Fransa ve İsveç'in toplam enerji tüketimindeki payı, sırasıyla, %4,8 ve %5,3'tür (Grafik 2.33).



Grafik 2.33
AB Ülkelerinin Enerji Tüketimlerinde Kaynakların Payları 2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Almanya, 349 Mtep toplam enerji tüketimi ile, AB'nin toplam tüketiminin yaklaşık %20'sini gerçekleştirmektedir. AB'nin sırasıyla beş büyük enerji tüketicisi Almanya, Fransa, B.Krallık, İtalya ve İspanya, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %65'inden sorumludur (Tablo 2.1). 1990-2006 periyodunda, kömür tüketiminin, hem miktarı hem de toplam tüketimi içindeki payı azalmıştır. Son 16 yıllık dönemde katı yakıtların tüketimi yaklaşık %28 oranında gerileme kaydetmiştir. 1990 yılında tüketimin %27'si katı yakıtlar tarafından karşılanmakta iken, bu yakıtların payı 2006 yılına gelindiğinde, %18'e gerilemiştir. Almanya, birliğin en büyük kömür tüketicisi konumunda bulunmaktadır. 2006 yılında, Almanya, 82,2 Mtep kömür tüketimi ile, AB'nin toplam tüketiminin %23,3'ünü gerçekleştirmiştir. Polonya ise, aynı yıl gerçekleştirdiği 57 Mtep kömür tüketimi ile Almanya'dan daha az kömür tüketmesine rağmen, toplam enerji tüketiminde %57,9'luk pay ile kömüre en bağımlı ülke olarak öne çıkmaktadır.

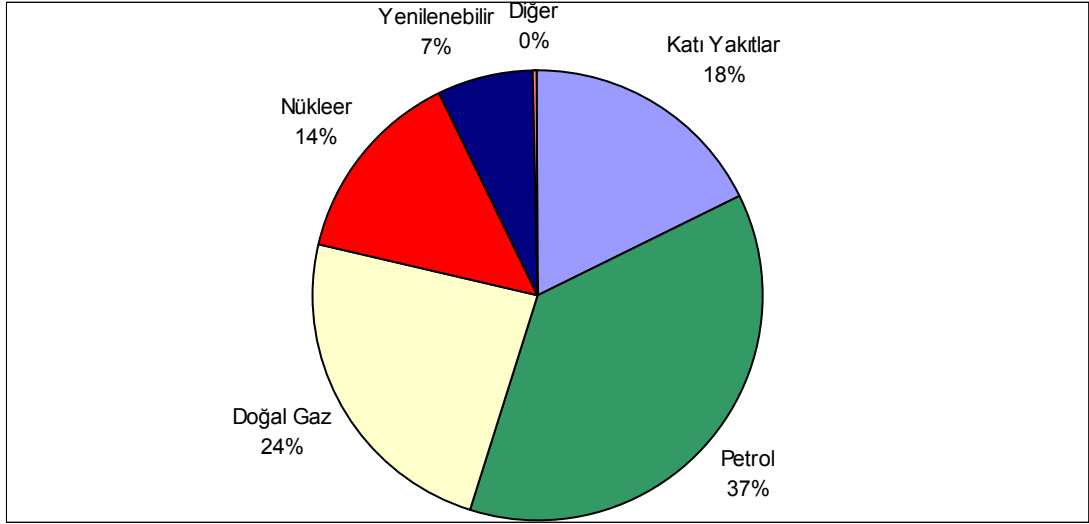


Grafik 2.34
Enerji Kaynaklarının AB Enerji Tüketimindeki Payı 1990

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol, tüm ülkelerde olduğu gibi AB'nin enerji sistemi içinde de en önemli yere sahiptir. Petrol, AB'nin enerji tablosundaki yerini, toplam tüketim içindeki payı azalmasına karşın korumuştur. 1990-2006 döneminde, petrol tüketimindeki artış, %6,6 oranında gerçekleşerek, toplam enerji tüketimindeki artışın gerisinde kalmıştır. Almanya, tıpkı kömürde olduğu gibi, petrolde de bir numaralı tüketici konumundadır. Almanya, 124,5 Mtep petrol tüketimi ile, AB'nin toplam tüketiminin

yaklaşık %18'ini gerçekleştirmiştir. Birlik içinde yer alan Malta, G.Kıbrıs gibi ada ülkelerin enerji tüketimlerinin tamamı petrolden karşılanmaktadır. Ayrıca, İrlanda, Yunanistan ve Portekiz, toplam enerji tüketimlerinde sırasıyla, %54, %57 ve %53,7 oranında petrole bağımlı durumda bulunmaktadır.

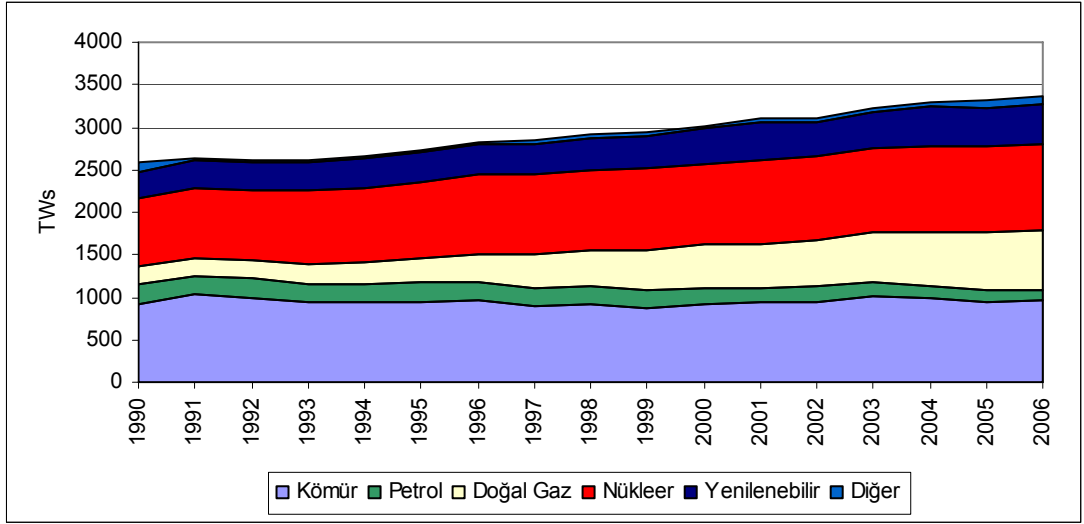


Grafik 2.35
Enerji Kaynaklarının AB Enerji Tüketimindeki Payı 2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Doğal gaz tüketimi, azalan kömür tüketiminin yerini almıştır. Aynı dönemde, doğal gaz tüketimi miktar olarak yaklaşık %50 oranında artmış; toplam tüketimdeki payı %18'den %24'e yükselerek birliğin enerji tablosu içinde kömürü geride bırakmıştır. Birlik içinde, en çok doğal gaz tüketen ülke, kömürde olduğu gibi yine Almanya'dır. Almanya, 2006 yılında 79,5 Mtep doğal gaz ile, AB'nin toplam tüketiminin %18,1'ini gerçekleştirmiştir. Almanya, en büyük doğal gaz tüketicisi olmasına karşın, AB içinde, enerji tüketiminde doğal gazı daha yoğun olarak kullanan ülkeler bulunmaktadır. Doğal gaz, Almanya'nın toplam tüketimi içinde, yaklaşık %23'lük paya sahipken, Hollanda'nın toplam enerji tüketiminin %42,5'i, İtalya'nın %41'i, B.Krallık'ın %35'3'ü doğal gaz tarafından karşılanmaktadır. AB enerji tablosu içinde, elektrik üretimi, dünya enerji sistemi içindekine benzer bir gelişim göstererek toplam enerji tüketiminden daha hızlı bir şekilde artmıştır. 1990-2006 yılları arasında elektrik üretimi yaklaşık %30 oranında yükselmiştir. Elektrik üretiminde kömür ve nükleer enerji %30'a yaklaşan payları ile ağırlıklı rol

oyunmaktadır. Elektrik üretiminde doğal gaz ve yenilenebilir kaynakların kullanımındaki artış dikkat çekmektedir. Üretimde doğal gaz kullanımı, istikrarlı bir artış seyri izleyerek 2006 yılında, %21'e ulaşmıştır. Aynı şekilde elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanımı 2006 yılında %14,5'e yükselmiştir.



Grafik 2.36
Enerji Kaynaklarının AB Enerji Tüketimindeki Payı 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2006 yılı itibarıyla, AB'nin elektrik santralleri kurulu gücü 761.363 MW'ye ulaşmış bulunmaktadır. Kurulu gücün 439.113 MW, yani yaklaşık %58'ini fosil yakıt santralleri oluşturmaktadır. Nükleer santraller, 134.018 MW ile, toplam kurulu gücün %17,6'sını, hidroelektrik santralleri ise 139.875 MW ile, toplam kurulu gücün %18,3'ünü temsil etmektedir. 2006 yılında rüzgâr santralleri kurulu gücü 47.661 MW'ye ulaşmıştır. 2006 yılındaki, toplam elektrik üretimi değerlendirildiğinde, fosil yakıtlara dayalı termal santrallerin üretiminin %53,5'ini gerçekleştirerek, üretime kurulu güç oranlarının altında katkı sağladıkları görülmektedir. Nükleer santraller ise, üretimden %29,4 oranında pay alarak, kurulu güç oranlarının üstünde üretime katkıda bulunmuşlardır. Yenilenebilir kaynaklar, kurulu gücün yaklaşık %25'ini temsil etmelerine karşın, toplam üretimdeki payları %14,5 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum, geleneksel santrallerin sunmuş olduğu yüksek kapasite kullanım oranları ile, yenilenebilir kaynakların nispeten daha düşük olan kapasite kullanım oranlarının ortaya çıkarmış olduğu doğal bir sonuç olarak değerlendirilebilir (Tablo 2.2.; 2.3).

Tablo 2.2
AB Elektrik Kurulu Gücü 2006

Ülkeler	Elektrik Kurulu Gücü (MW)					
	Toplam	Termal	Nükleer	Rüzgâr	Jeotermal	Hidro
AB 27	761.363	439.113	134.018	47.661	696	138.875
AB 25	730.124	420.461	130.589	47.633	696	130.745
Belçika	16.258	8.807	5.825	212	0	1.414
Bulgaristan	12.015	6.418	2.722	27	0	2.848
Çek Cum.	17.507	11.528	3.760	44	0	2.175
Danimarka	13.012	9.868	0	3.135	0	9
Almanya	125.001	75.176	20.208	20.622	0	8.995
Estonya	2.288	2.251	0	32	0	5
İrlanda	6.443	5.171	0	746	0	526
Yunanistan	13.566	9.682	0	749	0	3.135
İspanya	78.426	40.799	7.577	11.736	0	18.314
Fransa	115.916	26.159	63.260	1.388	0	25.109
İtalya	89.137	65.492	0	1.902	671	21.072
G.Kıbrıs	1.134	1.134	0	0	0	0
Letonya	2.150	588	0	26	0	1.536
Litvanya	4.562	2.471	1.183	31	0	877
Lüksemburg	1.638	463	0	35	0	1.140
Macaristan	8.620	6.672	1.866	33	0	49
Malta	571	571	0	0	0	0
Hollanda	22.853	20.748	510	1.558	0	37
Avusturya	19.166	6.344	0	969	0	11.853
Polonya	32.360	29.857	0	172	0	2.331
Portekiz	14.456	7.685	0	1.681	25	5.065
Romanya	19.224	12.234	707	1	0	6.282
Slovenya	3.039	1.364	666	0	0	1.009
Slovakya	8.210	3.051	2.640	5	0	2.514
Finlandiya	16.557	10.738	2.671	86	0	3.062
İsveç	34.122	7.882	9.454	516	0	16.270
B.Krallık	83.132	65.960	10.969	1.955	0	4.248

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

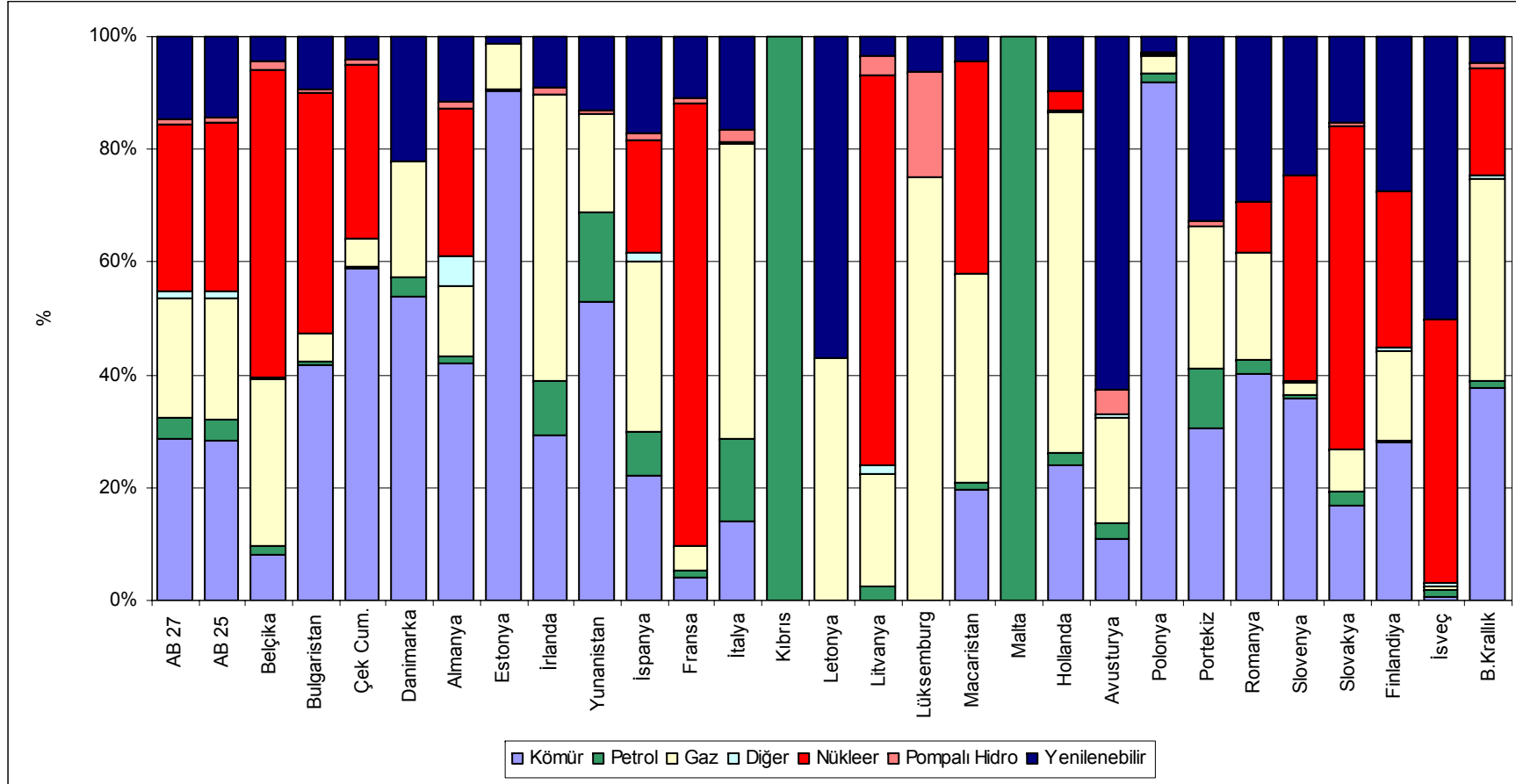
Üye ülkeler arasında toplam enerji tüketiminde görülen farklılıklar elektrik üretiminde de söz konusudur. Ülkelerin birbirinden çok farklı elektrik üretim teknolojilerini kullandıkları görülmektedir. İlk olarak, Malta, G.Kıbrıs, İrlanda gibi ülkelerin elektrik üretim sistemi, büyük oranda petrol kullanan termal santraller üzerine kuruludur. Polonya'nın toplam kurulu gücünün %92,2'si, büyük ölçüde kömüre dayalı termal santraller tarafından oluşturulmakta; üretimin yaklaşık %92'si kömür santralleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Danimarka, oran açısından rüzgâr santrallerinin %24 ile toplam kurulu güçten en çok pay aldığı ülkelerden birisidir. Ancak, Danimarka'nın elektrik üretiminin %53'ü kömür santralleri tarafından karşılanmaktadır.

Tablo 2.3
AB'nin Elektrik Üretimi 2006

Ülkeler	Elektrik Üretimi (TWs)							
	Toplam	Kömür	Petrol	Gaz	Diğer	Nükleer	Pompalı Hidro	Yenilenebilir
AB 27	3.358	962	131	707	45	990	36	488
AB 25	3.249	917	129	692	45	965	35	466
Belçika	85,5	6,8	1,4	25,4	0,3	46,6	1,3	3,7
Bulgaristan	45,8	19,1	0,4	2,3	0	19,5	0,3	4,3
Çek Cum	84,4	49,6	0,3	4,2	0	26	0,7	3,5
Danimarka	45,7	24,6	1,6	9,4	0	0	0	10,1
Almanya	636,6	267	9,5	77,6	33,8	167,3	7,4	74,1
Estonya	9,7	8,8	0	0,8	0	0	0	0,1
İrlanda	27,5	8	2,7	13,9	0	0	0,4	2,5
Yunanistan	60,8	32,3	9,6	10,6	0	0	0,4	7,9
İspanya	303	66,9	23,8	91,1	5,3	60,1	3,9	51,8
Fransa	574,5	23	7,1	25,4	0	450,2	5,3	63,5
İtalya	314,1	44,2	45,9	164,3	1,2	0	6,4	52,1
G. Kıbrıs	4,7	0	4,7	0	0	0	0	0
Letonya	4,9	0	0	2,1	0	0	0	2,8
Litvanya	12,5	0	0,3	2,5	0,2	8,7	0,4	0,4
Lüksemburg	4,3	0	0	3,2	0	0	0,8	0,3
Macaristan	35,9	7	0,5	13,3	0	13,5	0	1,6
Malta	2,3	0	2,3	0	0	0	0	0
Hollanda	98,4	23,7	2,1	59,4	0,1	3,5	0	9,5
Avusturya	63,5	7	1,6	12	0,3	0	2,8	39,8
Polonya	161,7	148,6	2,4	5	0,4	0	1	4,3
Portekiz	49	15	5,2	12,3	0	0	0,5	16
Romanya	62,7	25,1	1,6	12	0	5,6	0	18,4
Slovenya	15,1	5,4	0,1	0,4	0	5,5	0	3,7
Slovakya	31,4	5,3	0,7	2,3	0	18	0,2	4,8
Finlandiya	82,3	23	0,5	13	0,5	22,9	0	22,5
İsveç	143,3	0,9	1,7	1,2	0,6	67	0	71,9
B.Krallık	398,3	150,3	5	143	2	75,5	3,9	18,8

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Almanya, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde, miktar olarak AB içinde lider konumda bulunmasına rağmen, elektrik üretiminin yaklaşık %67,2'sini kömür ve nükleer enerji santralleri (sırasıyla %41 ve %26,2) ile sağlamaktadır. Fransa, İsveç, Litvanya gibi ülkeler elektrik üretiminde nükleer enerjiden, sırasıyla, %78, %69, %46 oranında yararlanırken, 12 üye ülkede nükleer santral bulunmamaktadır. Doğal gaz, İtalya'nın elektrik üretiminde %52, B.Krallık'ın üretiminde %36'ya yakın paya sahip iken; Fransa, elektrik üretiminde doğal gazdan sadece %4 oranında faydalanmaktadır (Grafik 2.37).



Grafik 2.37

AB Ülkelerinin Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Nükleer enerji, birliğin enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir. 1990-2006 periyodu içinde, nükleer enerji tüketimi miktar ve oran olarak artmaya devam etmiştir. Aynı dönemde nükleer enerji kullanımı %26 oranında yükselmiş; bu durumun doğal sonucu olarak nükleer enerjinin, AB'nin enerji tablosundaki payı, %12'den %14'e çıkmıştır. Fransa, nükleer enerji konusunda, dünyada olduğu gibi AB içinde de önemli bir ülke konumundadır. Ağustos 2006 itibarıyla, AB'de 16 ülkede bulunan 152 nükleer santralden 59'u, ve 133.838 MW kurulu gücün 63.473 MW'si Fransa'da yer almaktadır (Tablo 2.4). Fransa AB'nin nükleer santral kurulu gücünün, yaklaşık %47,2 sine, nükleer kaynaklı elektrik üretiminin ise %45,4'üne ev sahipliği yapmaktadır.

Tablo 2.4
AB'de Bulunan Nükleer Santraller 2006

Ülkeler	Nükleer Santral Sayısı	Kurulu Güç (MW)
Belçika	7	5.728
Çek Cum	6	3.472
Finlandiya	4	2.676
Fransa	59	63.473
Almanya	17	20.303
Macaristan	4	1.755
Litvanya	1	1.185
Hollanda	1	452
Slovakya	6	2.472
Slovenya	1	676
İspanya	8	7.442
İsveç	10	8.975
B.Krallık	23	11.852
Bulgaristan	4	2.722
Romanya	1	655
AB-25	147	130.461
AB-27	152	133.838

Kaynak: European Commission, “ Commission Staff Working Document:Annex to the Communication From the Commission to the Council and the European Parliament-Nuclear Illustrative Programme”, p.5'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi, miktar ve oran olarak gelişme göstermiştir. Yenilenebilir kaynaklar, 1990-2006 yılları arasında, %179 oranında artış göstererek, kullanımı en çok artan kaynaklar olarak ön plana çıkmıştır. Yenilenebilir kaynakların toplam enerji tüketimi içindeki payı 1990 yılındaki %4'lük değerinden 2006 yılında, %7'ye yükselmiştir. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik üretiminin miktarı 1990 yılında, yaklaşık 310 GkWs olarak gerçekleşmiş;

1990-2006 periyodunda %58'e yakın bir oranla artarak 488 GkWs'e ulaşmıştır. Üretimdeki bu artışa rağmen, toplam elektrik üretimindeki artış sonucu yenilenebilir kaynakların elektrik üretimindeki payı, 1990 yılındaki %11,8 değerinden, 2006 yılında %14,5'e yükselmiştir.

Tablo 2.5
AB'de Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Tüketimi 2006

Ülkeler	Toplam Tüketim (GWs)	Toplam Tüketimdeki Payı (%)
AB 27	488.347	14,5
AB 25	465.728	14,3
Belçika	3.726	3,9
Bulgaristan	4.528	11,2
Çek Cum	3.526	4,9
Danimarka	10.056	25,9
Almanya	74.126	12
Estonya	128	1,4
İrlanda	2.474	8,5
Yunanistan	7.862	12,1
İspanya	51.757	17,3
Fransa	63.518	12,4
İtalya	52.092	14,5
G.Kıbrıs	1	0
Letonya	2.786	37,7
Litvanya	436	3,6
Lüksemburg	272	3,4
Macaristan	1.587	3,7
Malta	0	0
Hollanda	9.512	7,9
Avusturya	39.800	56,6
Polonya	4.310	2,9
Portekiz	16.015	29,4
Romanya	18.361	31,4
Slovenya	3.701	24,4
Slovakya	4.827	16,6
Finlandiya	22.513	24
İsveç	71.920	48,2
B.Krallık	18.783	4,6

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yenilenebilir kaynakların üye ülkelerin elektrik tüketimlerine yapmış oldukları katkılar büyük farklılıklar göstermektedir. Ülkelerin sahip olduğu coğrafi koşulların bu durumda etkili olduğu söylenebilir. Örneğin, İsveç ve Avusturya gibi ülkeler hidroelektrik üretimi için uygun koşullara sahip iken, Malta, Kıbrıs, İrlanda gibi adalarda bu hidro kaynakların kısıtlı olduğu ve toplam elektrik tüketimine az katkı yaptığı görülmektedir. Almanya (74.126 GWs), İsveç (71.920 GWs) ve Fransa

(63.518 GWs) yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik tüketiminde miktar açısından en önde gelen ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Avusturya (%56,6), İsveç (%48,2), ve Letonya (%37,7) ise oransal olarak yenilenebilir kaynakları en çok kullanan ülkelerdir (Tablo 2.5). Ancak, hidroelektrik kaynaklı üretim göz önünde bulundurulmadığında, ülkelerin durumları büyük ölçüde değişmektedir (Tablo 2.6).

Tablo 2.6
AB ve Modern Yenilenebilir Kaynaklardan* Elektrik Tüketimi 2006

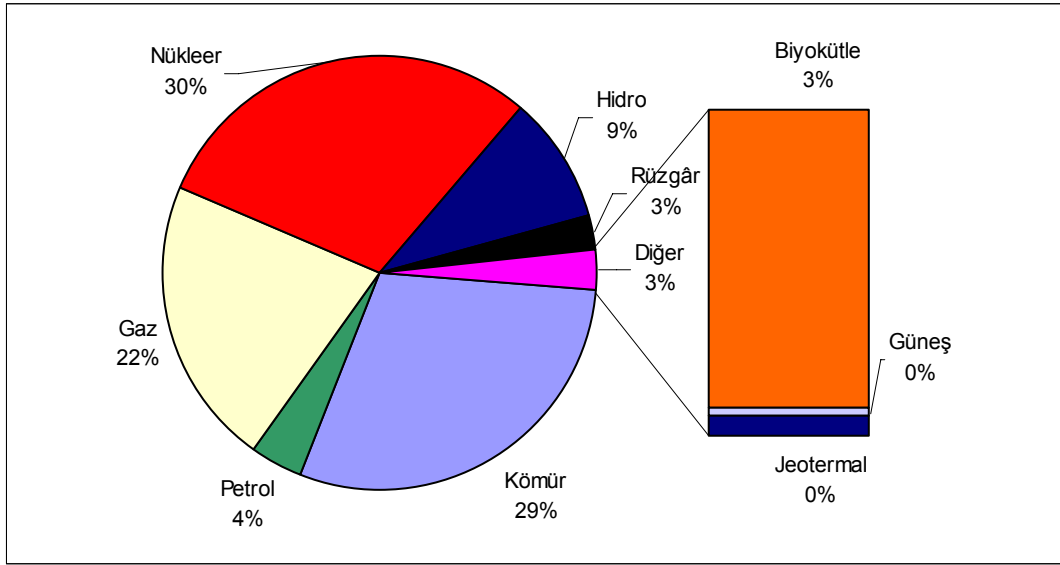
Ülkeler	Elektrik Tüketimi (GWs)	Toplam Tüketimdeki Payı (%)
Belçika	4.636	4,8
Bulgaristan	361	0,9
Çek Cum	1.683	2,3
Danimarka	10.033	25,9
Almanya	61.568	9,9
Estonya	115	1,3
İrlanda	2.114	7,2
Yunanistan	2.241	3,4
İspanya	30.136	10,1
Fransa	12.449	2,4
İtalya	21.529	6
G.Kıbrıs	1	0
Letonya	88	1,2
Litvanya	444	3,7
Lüksemburg	983	12,5
Macaristan	1.401	3,3
Malta	0	0
Hollanda	9.406	7,8
Avusturya	7.708	11
Polonya	3.245	2,2
Portekiz	5.478	10,1
Romanya	5	0
Slovenya	110	0,7
Slovakya	595	2
Finlandiya	11.019	11,8
İsveç	10.214	6,8
B.Krallık	18.031	4,4

* Rüzgâr, güneş, biyo-kütle, jeotermal, pompalı hidroelektrik

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Almanya, Danimarka ve İspanya'nın özellikle rüzgâr enerjisi konusundaki durumları, hidroelektrik dışındaki yenilenebilir kaynaklarda diğer ülkelere ayrılmalarına neden olmaktadır. Almanya ve İspanya, rüzgâr santrallerinde yalnızca AB'de değil, tüm dünyada lider ülke konumunda bulunmaktadır. 2007 yılı sonu itibarıyla, 57 GW'yi aşmış bulunan AB'nin toplam rüzgâr santralleri kurulu

gücünün, 22,247 GW'si Almanya'ya, 15,145 GW'si ise İspanya'da yer almaktadır⁶⁰. Danimarka'nın kurulu gücü (3,125 GW) düşük olmasına rağmen, rüzgâr santralleri oransal olarak, ülkedeki elektrik tüketimine önemli derece katkıda bulunmaktadır. Örneğin, 2006 yılında yalnızca rüzgâr santralleri Danimarka'nın elektrik tüketimine %19,3 oranında katkı bulunmuştur. Aynı yıl, hidroelektrik dışındaki yenilenebilir kaynakların Danimarka'nın elektrik tüketimine katkısı ise %25,7 oranında gerçekleşmiştir⁶¹.



Grafik 2.38
AB'nin Elektrik Üretiminde Kaynaklarının Payları 2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yenilenebilir kaynaklar içinde fotovoltaik güneş pilleri vasıtasıyla elektrik üretimi, diğer teknolojilere göre daha maliyetli olduğu için, elektrik üretimindeki payı oldukça düşük kalmaktadır. AB'nin 2006 yılındaki, toplam elektrik tüketimi içinde fotovoltaik üretimi elektriğin payı, %0,1 olmuştur (Grafik 2.38). AB içinde fotovoltaik güneş panelleri konusunda lider ülke Almanya'dır. 2006 yılında AB'de, 2.495 GWs olan fotovoltaik elektrik üretiminin, yaklaşık %89'u Almanya tarafından gerçekleştirilmiştir.

⁶⁰ European Wind Energy Association (EWEA), "Annual Report 2007: Delivering Energy and Climate Solutions", (Çevrimiçi) http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/ar07-ewea.pdf, 2 Eylül 2008, p.9.

⁶¹ DG-TREN, a.g.e.

AB'nin enerji tüketim tablosunda öne çıkan temel hususlar:

- AB'nin enerji tüketimi bir bütün olarak yavaşlama eğiliminde olsa da, üye ülkelerin enerji tüketim süreçleri farklılıklar arz etmektedir. Özellikle, Doğu Bloku ülkelerin 90'lı yıllarda hızla düşen enerji tüketimleri, AB'nin enerji tüketimi bir bütün olarak değerlendirildiğinde, tüketimde bir azalma eğiliminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.
- Fosil yakıtlar, AB'nin enerji tüketim tablosu içinde, dünya enerji sistemine benzer bir şekilde ağırlıklı bir role sahiptir.
- Petrol, birliğin enerji tablosundaki payı düşmesine rağmen, en önemli enerji kaynağı konumunu korumaktadır.
- Doğal gaz, özellikle 80'li yıllardan sonra artan bir şekilde, AB'nin enerji tüketiminde payını arttırmıştır.
- Kömür tüketimi, miktar ve oran olarak azalsa da, birliğin elektrik üretiminde en önemli fosil yakıtı konumunda bulunmaktadır.
- Nükleer enerji, AB'nin, dünya genelinde lider olduğu bir enerji tedarik biçimi olarak ön plana çıkmaktadır. Nükleer santraller, elektrik üretiminde kömür ile birlikte, AB'nin temel elektrik üretim teknolojisi olarak işlevini görmektedir.
- Yenilenebilir enerji kaynakların tüketim tablosu içindeki önemleri artmaktadır. AB, nükleer enerji de olduğu gibi, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji kullanımında da dünyada önemli bir yerde bulunmaktadır. Ancak, yenilenebilir kaynakların, AB'nin toplam enerji tüketimine yaptığı katkı, toplam enerji tüketimindeki artıştan dolayı, yavaş gerçekleşmektedir.
- Üye ülkelerin, enerji tüketim tabloları bir bütün olarak AB'nin tüketim tablosundan önemli sapmalar göstermektedir. Ülkelerin enerji kaynak ve teknoloji seçimleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır.

2.3. AB'DE ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI

2.3.1. Fiziksel Boyut

Dünya enerji sisteminin en önemli fosil yakıtı konumunda bulunan petrol kaynaklarının dünya üzerindeki dengesiz dağılımı, AB enerji tablosu içinde de önem arz etmektedir. AB ülkeleri, dünya petrol rezervlerinin çok küçük bir kısmına ev sahipliği yapmaktadır. AB'nin kanıtlanmış petrol rezervlerinin toplamı 6,8 milyar varil ile dünya toplamının ancak %0,5'ini oluşturmaktadır⁶². Genel olarak sadece AB'nin değil Avrupa kıtasının petrol kaynakları açısından yetersiz olduğunu söylemek mümkündür. Rusya ve Ukrayna başta olmak üzere, eski Sovyet Bloku ülkelerinin de Avrupa sınırlarına dahil edildiği büyük bir Avrupa* coğrafyasının toplam kanıtlanmış petrol rezervlerinin 74,8 milyar varil ile dünya toplamının ancak %6,4'üne sahip olduğu iddia edilmektedir. Bu anlamda, geniş bir Avrupa coğrafyasında dahi, AB'nin tükettiği petrol miktarını fiziksel anlamda karşılayacak kaynaklar bulunmamaktadır. (Tablo 2.7).

Tablo 2.7
Dünya Kanıtlanmış Petrol Rezervleri ve AB 2008

Ülkeler	Milyar Varil	Dünya Payı (%)
AB 27	6.759	0,6
Batı ve Orta Avrupa	14.280	1,2
Doğu Avrupa	60.593	5,2
Avrupa	74.873	6,4
OECD	60.739	5,2
OPEC	927.482	79,5
Dünya	1.116.233	100

Kaynak: Ente Nazionale Idrocarburi (ENI) "World Oil and Gas Review 2008", (Çevrimiçi) http://www.eni.it/wogr_2008/default_en.htm, 2 Eylül 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kuzey Denizi, petrol ve doğal gaz kaynakları açısından AB için büyük önem arz etmektedir. 1970'li yıllarda petrol krizlerinin yaşandığı yıllarda keşfedilen Kuzey Denizi, Avrupa kıtasının ihtiyaçlarının karşılanmasında büyük rol oynamıştır. Ancak, Kuzey Denizi, keşif ve üretim faaliyetlerini zorlaştıran, hava, iklim ve coğrafya

⁶² BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", p.9.

* Sınırlarına, Rusya, Belarus, Moldova ve Ukrayna'nın da dahil olduğu tüm Avrupa Kıtası.

şartlarına sahip bir bölge olarak ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle, Kuzey Denizi, yoğun teknoloji ve sermaye gerektiren, petrol fiyatının ancak yüksek olduğu durumlarda kârlı hale geçebilen yatırımlara imkân tanımaktadır.

Tablo 2.8
Avrupa Ülkelerinin Kanıtlanmış Petrol Rezervleri 2008

Ülkeler	Milyon Varil
Arvanutluk	199
Avusturya	50
Belarus	198
Bulgaristan	15
Hırvatistan	79
Çek Cum.	15
Danimarka	1.188
Fransa	120
Almanya	367
Yunanistan	10
Macaristan	20
İtalya	407
Litvanya	12
Hollanda	100
Norveç	6.865
Polonya	96
Romanya	600
Rusya	60.000
Sırbistan Karadağ	78
Slovakya	9
İspanya	150
Türkiye	300
Ukrayna	395
B.Krallık	3.600
Avrupa	74,872,6

Kaynak: ENI, “World Oil and Gas Review 2008”den hazırlanmıştır.

Bölgede, kanıtlanmış petrol rezerv miktarının 13,6 milyar varil olduğu tahmin edilmektedir. B.Krallık, Norveç, Almanya, Danimarka ve Hollanda, bu bölgede petrol ve doğal gaz üretimi faaliyetlerinde bulunmaktadır. Norveç petrol rezervlerinin %57’sine, B.Krallık ise %30’una sahiptir. Bölgede bulunan kaynaklar Norveç, B.Krallık ve Danimarka’nın petrol ve doğal gaz üretimlerine önemli katkı yapmaktadır. Norveç, AB üyesi olmamasına karşın, sahip olduğu doğal gaz ve petrol kaynakları ile önemli bir petrol üreticisi olarak ön plana çıkmaktadır. Norveç’in ülke içinde tüketmiş olduğu petrol miktarının çok az olması, üretmiş olduğu petrolün çok

büyük bir bölümünü ihraç edebilmesine olanak sağlamaktadır⁶³. Örneğin, Norveç, 2007 yılında günde 2,5 milyon varil petrol üretmiştir. Ancak, bu miktarın 221.000 varilini yurt içinde tüketerek gerisini ihraç etmiştir⁶⁴. Kuzey Denizi'nde 2006 yılında, günde 4,5 milyon varil petrol üretilmiştir. Kuzey Denizi'nde bulunan petrol üretim sahalarının olgun ve eski olduğu, büyük bölümünün ise zirve noktasına eriştiği tahmin edilmektedir. Örneğin, 2005 yılında bölgedeki günlük petrol üretimi 4,7 milyon varil olarak gerçekleştirilebilmiştir. 2006 yılındaki petrol üretimi ise, 1999 yılındaki zirve noktasındaki üretimden %25 kadar düşüktür⁶⁵.

Tablo 2.9
Avrupa Petrol Üretim Tüketim Dengesi 2007

Ülkeler	Kanıtlanmış Petrol Rezervi (Milyar Varil)	Üretim (Bin Varil/Gün)	Tüketim (Bin Varil/Gün)	Denge (Bin Varil/Gün)
AB 27	6,8	2.394	14.861	-12.467
B.Krallık	3,6	1.636	1.696	-60
Danimarka	1,1	312	197	115
İtalya	0,8	122	1.745	-1.623
Romanya	0,5	105	229	-124
Norveç	8,2	2.556	221	2.335
Rusya	79,4	9.978	2.699	7.279

Kaynak:BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.6-11'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol rezervleri konusunda AB içindeki en iyi durumda olan ülkelerin 3,6 milyar kanıtlanmış petrol rezervine sahip B.Krallık ile 1,188 milyar ile Danimarka olduğu söylenebilir. Ancak, petrol üretimi konusunda Kuzey Denizi'ndeki kaynakları kullanan B.Krallık'ın petrol üretimi de 1999 yılında zirve noktasına ulaşmış ve düşüşe geçmiştir. Genel olarak, B. Krallık'ın sahip olduğu petrol kaynaklarının %70'ini üretmiş olduğu kabul edilmektedir⁶⁶. Nitekim, 1999 yılında günde 2,6 milyon varil petrol üretebilen B.Krallık, 2007 yılında ancak, 1,6 milyon varil petrol üretebilmiştir⁶⁷. Dolayısıyla, B.Krallık'ın gelecekte ihtiyaç duyulan petrol tüketimini karşılayacak imkânları kısıtlıdır. AB içinde petrol üretebilen ülkelere sadece

⁶³ EIA, "Country Analysis Brief:North Sea", (Çevrimiçi) http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/North_Sea/Background.html, 2 Eylül 2008.

⁶⁴ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", p.11.

⁶⁵ EIA, **a.g.e.**

⁶⁶ IEA, **Energy Policies of IEA Countries:The United Kingdom 2006 Review**, Paris, OECD/IEA, 2006, p.128.

⁶⁷ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", p.8.

Danimarka, net ihracatçı konumda bulunmaktadır (Tablo 2.9). AB'nin diğer büyük ülkeleri olan Almanya, Fransa, İtalya ve İspanya'nın petrol rezervleri milyar varillik düzeylere dahi ulaşmamaktadır. Avrupa kıtasında yer almasına karşın AB üyesi olmayan iki ülke Norveç ve Rusya, sırasıyla 6,9 ve 60* milyar kanıtlanmış petrol rezervleri ile petrol ihtiyacının karşılanabileceği en yakın ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu ülkelerin, iç tüketim oranlarının düşüklüğü ürettikleri petrolün büyük bir kısmını ihraç edebilmelerine olanak sağlamaktadır. Örneğin, Rusya, 2007 yılında, günde yaklaşık 9,9 milyon varil petrol üretmiş, bu miktarın yalnızca, 2,7 milyon varili ülke içinde tüketmiştir. (Tablo 2.9). Ancak, bu ülkelerin rezerv-üretim oranlarının (sırasıyla 8 ve 16 yıl) düşük olması, uzun vadede Orta Doğu'da yoğunlaşmış petrol kaynaklarına olan ihtiyacı kaçınılmaz hale getirmektedir.

Tablo 2.10
Dünya Doğal Gaz Rezervleri ve AB 2008

Ülkeler	Milyar Metreküp	Dünyadaki Payı (%)
AB 27	3.086	1,7
Batı ve Orta Avrupa	6.071	3,3
Doğu Avrupa	48.954	26,9
Avrupa	55.025	30,2
OECD	16.130	8,9
OPEC	90.555	49,8
Dünya	181.945	100

Kaynak: ENI, "World Oil and Gas Review 2008", 'den hazırlanmıştır.

AB, doğal gaz tüketimini karşılayacak yeterli kaynaklara sahip bulunmamaktadır. AB'nin toplam kanıtlanmış doğal gaz rezervleri yaklaşık 3 trilyon m³ ile dünya rezervlerinin %1,7'sini oluşturmaktadır. Kuzey Denizi, doğal gaz kaynakları ile, AB ve Avrupa için, petrolde olduğu gibi önemli bir işlev görmektedir. Bölgedeki kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin yaklaşık 5 trilyon m³ olduğu tahmin edilmektedir. Doğal gaz rezervlerinin dörtte üçü Norveç ve Hollanda'ya aittir. B.Krallık, Almanya, Danimarka, Hollanda ve Norveç, bölgede doğal gaz üretimi gerçekleştirmektedir⁶⁸. 2007 yılında B.Krallık, 72,4, Hollanda 64,5, Almanya 9,2, Danimarka 9,2 ve Norveç 89,7 milyar m³ doğal gaz üretmiştir⁶⁹. Ancak, Kuzey

* BP'ye göre Rusya'nın kanıtlanmış petrol rezervleri 79,4 milyar varildir.

⁶⁸ EIA, a.g.e.

⁶⁹ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", p.24.

Denizi'nin olgun ve eski yataklara ev sahipliği yapması, bölgedeki doğal gaz üretiminin de zirve noktasına ulaşmasının yakın olduğunu göstermektedir. Bölgede üretim yapan ülkelerden sadece Norveç rezervlerine eklemeler yapabilmektedir. Örneğin, AB'nin en önemli doğal gaz üreticisi olan B.Krallık'ın sahip olduğu gaz rezervlerinin yaklaşık %65'ini üreterek tükettiği bildirilmektedir⁷⁰. Dolayısıyla, AB içinde, kanıtlanmış doğal gaz rezervi trilyon metreküp seviyesine ulaşan tek ülke Hollanda'dır (Tablo 2.11).

Tablo 2.11
Avrupa Ülkelerinin Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri 2008

Ülkeler	Milyar Metreküp
Arnavutluk	2
Avusturya	20
Belarus	20
Bulgaristan	3
Hırvatistan	28,7
Çek Cum.	3
Danimarka	117,5
Fransa	7
Almanya	155
Yunanistan	1
Macaristan	20
İrlanda	24
İtalya	84
Moldova	20
Hollanda	1316
Norveç	2904,9
Polonya	103
Romanya	128
Rusya	47814
Sırbistan Karadağ	40
Slovakya	14
Slovenya	2
İspanya	2,6
Türkiye	10
Ukrayna	1100
B.Krallık	585,4
Avrupa	55025,2

Kaynak: ENI, "World Oil and Gas Review 2008", 'den hazırlanmıştır.

AB'de doğal gaz üretimi gerçekleştiren ülkelerden sadece Hollanda ve Danimarka net ihracatçı konumda bulunmaktadır. AB'nin en büyük doğal gaz

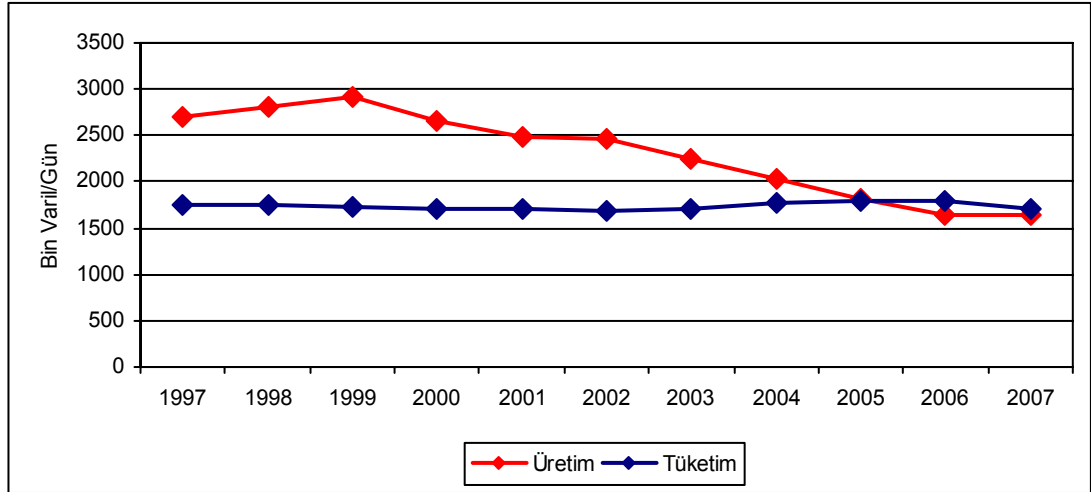
⁷⁰ IEA, **Energy Policies of IEA Countries: The United Kingdom 2006 Review**, p.128.

üreticisi olan B.Krallık, Kuzey Denizi'ndeki kaynakların zirve noktasına ulaşmasından sonra, 2004 yılında, petrolde olduğu gibi doğal gazda da net ithalatçı konuma gelmiştir (Grafik 2.36; 2.37).

Tablo 2.12
Avrupa Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 2007

Ülkeler	Kanıtlanmış Rezerv (Trilyon m ³)	Üretim (Milyar m ³)	Tüketim (Milyar m ³)	Denge (Milyar m ³)
AB 27	2,84	191,9	481,9	-290
B.Krallık	0,41	72,4	91,4	-19
Danimarka	0,12	9,2	4,6	4,6
Almanya	0,14	14,3	82,7	-68,4
İtalya	0,09	8,9	77,8	-68,9
Hollanda	1,25	64,5	37,2	27,3
Polonya	0,11	4,3	13,7	-9,4
Romanya	0,63	11,6	16,4	-4,8
Norveç	2,96	89,7	4,3	85,4
Rusya	44,65	607	438,8	168,2

Kaynak:BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, pp.22-27'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

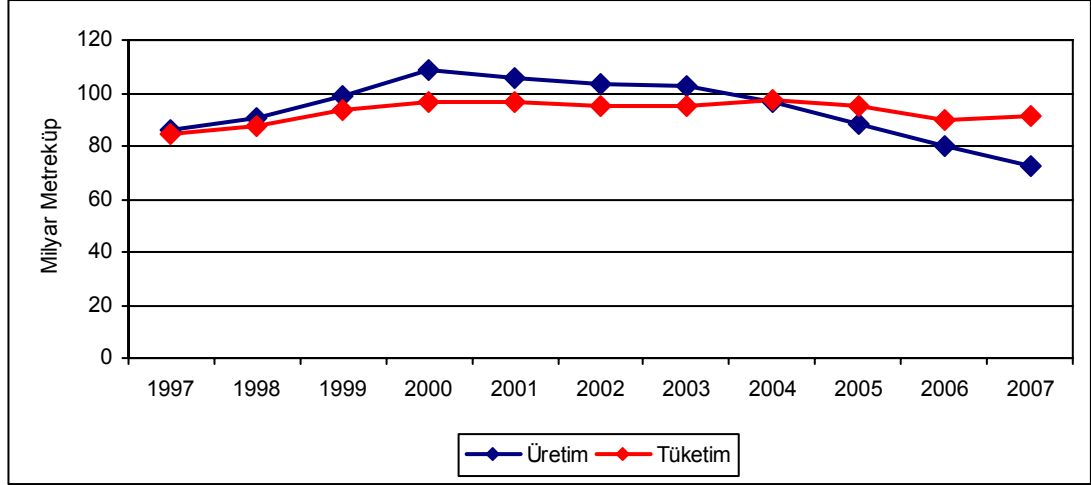


Grafik 2.39
B.Krallık'ın Petrol Tüketim Üretim Dengesi 1997-2007

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, pp.8-11,'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

B.Krallık'ın petrol ve doğal gaz üretiminin gelişimi, AB'nin bu iki fosil yakıt ile ilgili olarak içinde bulunduğu durumu özetleyen iki önemli gerçeği yansıtmaktadır. İlk olarak, AB'nin petrol ve doğal gaz rezervleri kısıtlıdır. Bu nedenle, petrol ve doğal gaz üretimini gerçekleştirebilen ülkelerin büyük çoğunluğu net ithalatçı konumunda bulunmaktadır. İkinci olarak, üretimin gerçekleştirildiği

sahalar olgun ve eski olduğu için üretim miktarı düşmektedir. Petrol ve doğal gaz konusunda net ithalaçı konumda bulunan AB'nin iç üretiminin düşmesi, ithalata olan bağımlılığın artmasına neden olacaktır.



Grafik 2.40
B.Kralık'ın Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1997-2007

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.24-27,'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrole nazaran, Rusya'nın yeterli doğal gaz kaynakları bulunmaktadır (Tablo 2.10). Bu durum, AB'nin doğal gaz ihtiyacının Rusya'dan karşılanabilmesine olanak sağlayabilecek kaynak miktarının hazır olduğu anlamına gelmektedir. Bu anlamda, AB'nin doğal gaz tüketiminin karşılanmasında fiziksel bir rezerv engeli bulunmamaktadır.

Kömür kaynaklarının miktar olarak yeterli olması, kömür ihtiyacının karşılanmasında fiziksel bir kısıtla karşılaşma ihtimalini düşürmektedir. 2006 yılı itibarıyla, dünya kanıtlanmış taş kömürü rezervleri, yaklaşık 736 milyar, linyit rezervleri ise 283 milyar ton olarak verilmektedir. Bu miktarların dışında, varlığı büyük olasılıkla saptanmış ancak teknik ve ekonomik şartlar gereği üretilmesi şu an mümkün olmayan kaynak miktarının genişliği, dünya üzerindeki bütün ülkeler için olduğu gibi AB ülkeleri için de gelecek on yıllarda kömür tedarikinde büyük bir fiziksel miktar kısıtının olmadığını göstermektedir. AB'de, yüksek kömür tüketimine sahip ülkelerin dahi rezerv ve kaynak miktarının yeterli olduğu görülmektedir. Bu durum kömür ihracat ve ithalatında, fiziksel kaynak miktarından ziyade, ekonomik

ve çevresel faktörlerin ön plana çıktığı şeklinde yorumlanabilir. Örneğin, B.Krallık ve Almanya gibi ülkeler, yeteli kömür kaynaklarına sahip olmalarına karşın, dışarıdan kömür ithal etmeyi tercih etmektedir. Avustralya, Rusya, Kolombiya, Endonezya gibi ülkelereki düşük maliyetler ve iç tüketim oranının azlığı bu ülkelerin ihracat potansiyelini arttırmaktadır⁷¹.

Tablo 2.13
AB Ülkeleri ve Taş Kömürü Rezervleri 2006

Ülkeler	Tüketim (Milyon Ton)	Rezerv (Milyon Ton)	Kaynak (Milyon Ton)
AB 25	375,6	17.290	475.609
Almanya	65,6	99	84.474
B.Krallık	69,2	157	189.848
Çek Cum.	-	3.218	21.187
İspanya	38,5	500	4.600
Polonya	83,5	12.459	167.000
İtalya	25,1	27	280
Dünya	5.340,4	736.112	8.817.728

Kaynak: BGR, “Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2006”, (Çevrimiçi) http://www.bgr.bund.de/cln_101/nn_335932/EN/Themen/Energie/energie_node_html?_nn=true, 2 Eylül 2008, pp.63-71’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 2.14
AB Ülkeleri ve Linyit Rezervleri 2006

Ülkeler	Tüketim (Milyon Ton)	Rezerv (Milyon Ton)	Kaynak (Milyon Ton)
AB 25	378	51.908	83.391
Almanya	175,7	40.818	35.160
Polonya	60,5	3870	41.000
Yunanistan	63,8	3.900	2.500
Çek Cum	43,4	190	797
Bulgaristan	24	2092	-
Dünya	968,4	283.184	3.074.500

Kaynak: BGR, “Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2006”, pp.72-77’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB 25’in sahip olduğu taş kömürü rezerv miktarı, 17 milyar, linyit miktarı ise 40 milyar ton olarak verilmektedir. AB’de, Polonya, 12,5 milyar ton kanıtlanmış taş kömürü rezervi ile ilk sırada yer alan ülke olmaktadır. Kanıtlanmış linyit rezervlerinde ise 40,8 milyar ton ile Almanya birinci sıradadır (Tablo 2.13, 2.14).

⁷¹ BGR, “Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2006”, (Çevrimiçi) http://www.bgr.bund.de/cln_101/nn_335932/EN/Themen/Energie/energie_node_html?_nn=true, 2 Eylül 2008, pp.21,22.

2.3.2. Çevresel Boyut

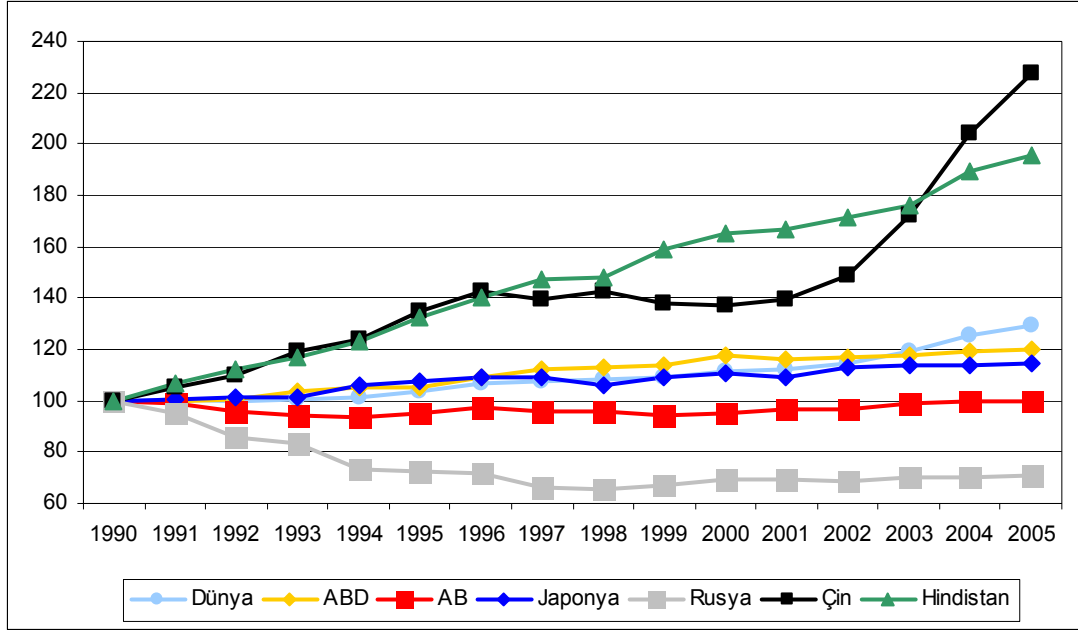
AB'nin CO₂ emisyonları, 2005 yılında 27 milyar tonu aşan dünya toplamının %16,7'sini teşkil etmektedir. 2005 yılında AB, 4.543 milyon ton CO₂ emisyonu ile ABD ve Çin'in arkasından üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 2.15
AB ve Dünyada CO₂ Emisyonları 2005

Ülkeler	CO ₂ Emisyonu (Milyon Ton)	Dünya Emisyonlarındaki Payı (%)
AB	4.543	16,7
ABD	5.817	21,7
Japonya	1.214	4,5
Rusya	1.544	5,7
Çin	5.101	18,8
Hindistan	1.147	4,2
Dünya	27.136	100

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB'nin CO₂ emisyonlarındaki artış, enerji tüketiminde olduğu gibi diğer büyük ekonomilerin gerisinde kalmaktadır. Fosil yakıtlara dayalı enerji sistemi göz önünde bulundurulduğunda, enerji tüketiminde görülen yavaşlamaların neticesinde karbon emisyonlarında düşüşlerin ortaya çıkması normal bir sonuç olmaktadır. 1990-2006 periyodunda, AB'nin karbon emisyonlarının %0,5 oranında düşüş gösterdiği görülmektedir. 1990 yılında, 4.566 milyon ton CO₂ emisyonu, 2006 yılına gelindiğinde neredeyse değişmeden kalmış ve 4.543 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasında, aynı dönemde AB'nin enerji tüketim tablosunda görülen değişikliklerin rolü olduğunu söylemek mümkündür. Enerji tüketimindeki büyümenin yavaşlaması, doğal gaz kullanımının kömürü ikâme etmesi, nükleer enerjinin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki paylarının artması, karbon emisyonlarının neredeyse sabit kalmasında etkili olmuştur. AB'nin aksine, Rusya'nın geçirmiş olduğu dönüşüm dışarıda tutulursa dünyada ve diğer büyük ekonomilerin karbon emisyonlarında yükselme devam etmiştir. 1990-2006 döneminde, karbon emisyonu dünya genelinde %29, ABD'de %19, Çin'de %127,5 ve Hindistan'da %95,5 oranında artış göstermiştir (Grafik 2.41).

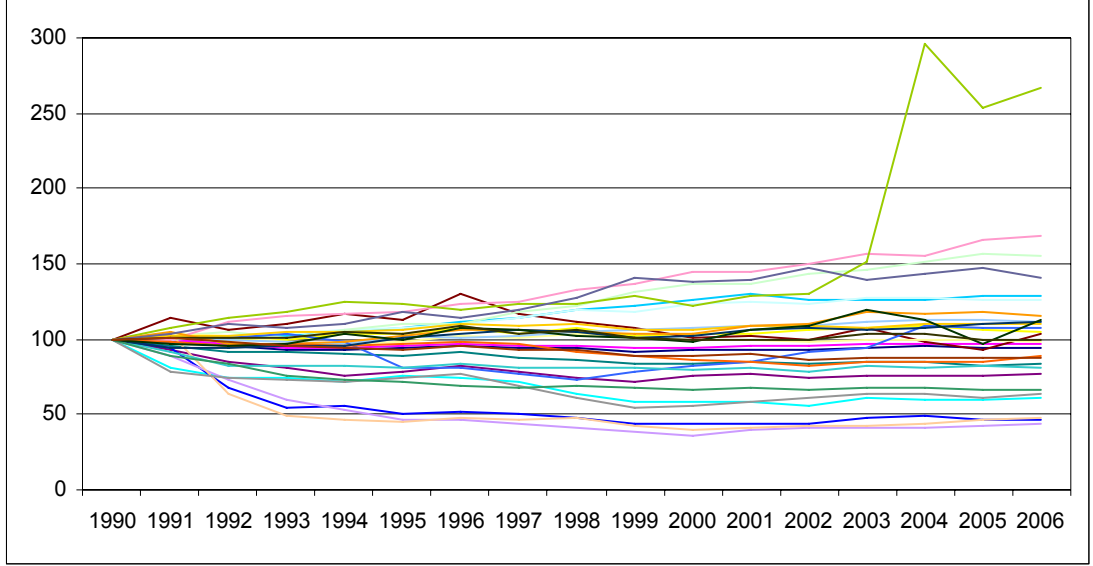


Grafik 2.41
AB ve Dünya CO₂ Emisyonlarının Artış Hızı 1990-2005

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

UIDÇS'de belirtilen 6 sera gazının emisyonları göz önünde bulundurulduğunda, AB'nin toplam sera gazı emisyonu, 1990 yılındaki 5.748,3 milyon tondan, %5,2 oranında azalarak, 2006 yılında 5.447,8 milyon tona düşmüştür. Bu anlamda, AB'nin 2008-2012 dönemi için Kyoto Protokol'ünde taahhüt ettiği sera gazı emisyonlarının 1990 yılı baz alınarak %8 oranında düşürülmesi hedefine çok yaklaştığı söylenebilir. Ancak, AB ortalaması, üye ülkelerin sera gazı emisyonlarında yaşanan değişim süreci arasındaki farklılıkları gizlemektedir. (Grafik 2.39). Örneğin, Malta'nın emisyonları %167,3, İspanya'nın, %55,2, Portekiz'in %40,5, G.Kıbrıs'ın %63,2 oranında artmıştır. Buna karşın, özellikle, Doğu Bloku ülkelerinden AB'ye katılan ekonomilerin sera gazı emisyonları çok büyük düşüşler göstermiştir. Örneğin, Estonya'nın emisyonları, %53,5, Slovakya'nın %33,6 oranında azalmıştır. Birliğin eski üyelerinden en iyi performans gösteren ülke Almanya'dır. Fakat bu ülkenin Doğu Almanya ile birleşmesinin ortaya çıkardığı sonuçlar Almanya'nın emisyonlarının diğer büyük ekonomilere göre daha hızlı düşmesine yardımcı olmuştur. Örneğin, enerji tüketimi içinde büyük oranda, nükleer enerjiye yer veren Fransa'nın emisyonlarında %2,2 oranındaki düşüş ile çok büyük bir değişim ortaya

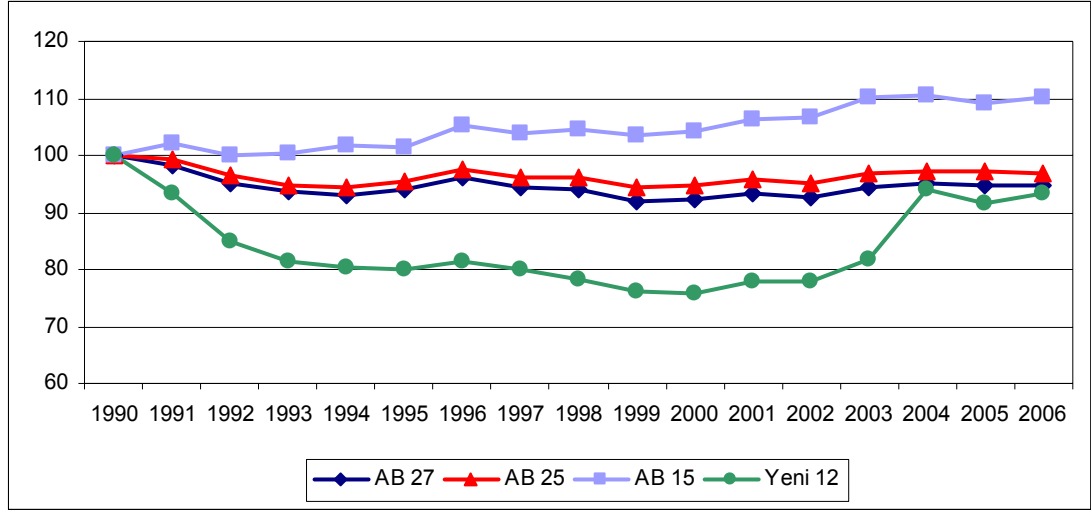
çıkamıştır. Enerji tüketim tablosunda olduğu gibi, AB'nin sera gazı emisyonlarındaki azalmada da, birliğe yeni katılan ülkelerin geçirmiş olduğu ekonomik dönüşümün etkisi olduğunu söylemek bu noktada mümkündür.



Grafik 2.42
AB Ülkelerinde CO₂ Emisyonlarının Gelişimi 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB içinde yer alan ülkeler, gruplar halinde değerlendirildiğinde, sera gazı emisyonlarında görülen düşüşlerde, Birliğe sonradan katılan ülkelerin etkisinin ne kadar çok olduğu ortaya çıkmaktadır. 1990-2006 periyodunda, AB-27'inin sera gazı emisyonları, % 5,2, AB-25'in emisyonları, %3 oranında azalmıştır. Aynı dönemde, AB-15'in emisyonlarında ise, azalmanın aksine %10,3'lük bir artış göze çarpmaktadır. AB'ye 2004 yılından sonra katılan 12 üyenin sera gazı emisyonları, %6,5 oranında düşüş göstermiştir (Grafik 2.43). Birliğe yeni katılan üye ülkeler içinden, bütünüyle fosil yakıtlara dayalı bir enerji sistemine sahip olan Malta ve G.Kıbrıs çıkartıldığında, (bu iki ülkenin sera gazı emisyonları 1990-2006 döneminde, sırasıyla %167,3 ve %63,2 oranında artış göstermiştir) eski Doğu Bloku ülkelerinin sera gazı emisyonlarındaki düşüşün %31,5 olduğu görülmektedir. Bu durum, küresel iklim değişikliği ile ilgili olarak sürekli bir şekilde tekrarlanan sera gazı emisyonlarının azaltılması konusunda gerçekleştirilen gelişmelerin gerçek nedeninin sorgulanmasına neden olmaktadır.



Grafik 2.43
AB'de Üye Grupları ve CO₂ Emisyonlarının Değişimi 1990-2006

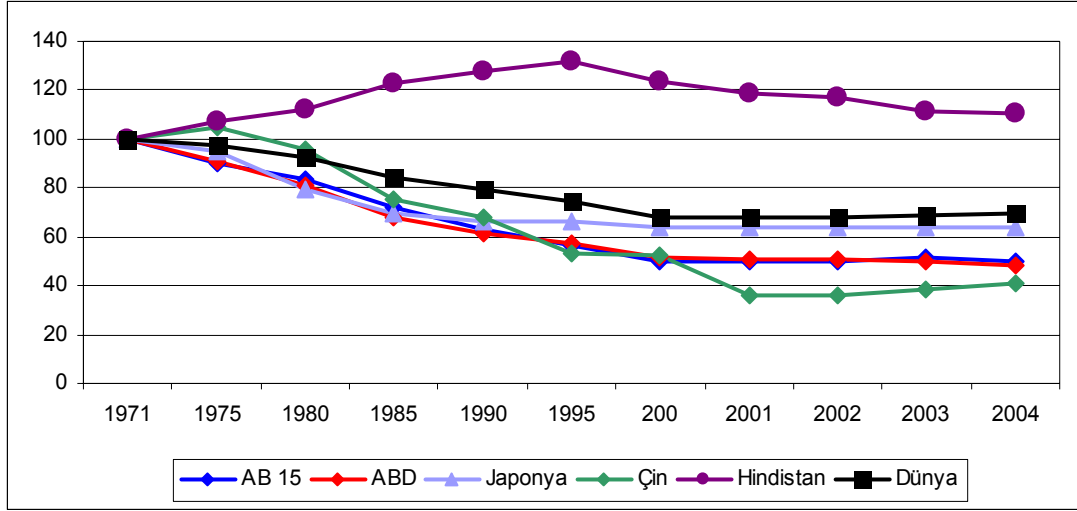
Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB, karbon yoğunluğunun azaltılması hususunda, dünya genelinde başarılı bir konumda bulunmaktadır. 2004 yılı itibarıyla, büyük ekonomilerin karbon yoğunlukları karşılaştırılmasında AB-25'in karbon yoğunluğu SAGP'ye göre 0,35 kgCO₂/\$₂₀₀₀ ile Japonya ile aynı yoğunluk değerine ulaşırken, ABD'nin karbon yoğunluğunun yaklaşık %35 altında gerçekleşmiştir. 1971-2004 yılları arasında, dünya genelinde görülen sürece benzer bir şekilde, AB-15'in de karbon yoğunluğu azalmış; 2004 yılında 1971 yılındaki değerinin yaklaşık olarak yarısına inmiştir (Grafik 2.44).

Tablo 2.16
AB ve Dünyada Karbon Yoğunluğu 2004

Ülkeler	Döviz Kurları İle (kgCO ₂ /\$ ₂₀₀₀)	SAGP İle (kgCO ₂ /\$ ₂₀₀₀)
AB 15	0,39	0,33
AB 25	0,44	0,35
ABD	0,54	0,54
Çin	2,5	0,66
Japonya	0,25	0,35
Rusya	4,65	1,17
Hindistan	1,9	0,35
Dünya	0,76	0,51

Kaynak: IEA, CO₂ Emissions From Fuel Combustion 1971-2004, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.43-48'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.44
AB ve Dünyada Karbon Yoğunluğunun Gelişimi 1971-2004

Kaynak: IEA, CO₂ Emissions From Fuel Combustion 1971-2004, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1971-2004 yılları arasında, dünya ekonomisinin karbon yoğunluğu yaklaşık %30 oranında azalmıştır. Büyük ekonomilerden sadece Hindistan'ın karbon yoğunluğunda bir artış göze çarpmaktadır. Aynı dönemde, Çin, karbon yoğunluğunu yaklaşık %60 oranında düşürmeyi başarırken, gelişmiş ekonomilerden ABD ve Japonya ise karbon yoğunluklarını sırasıyla, %52 ve %25,9 oranında azaltmayı başarmışlardır. Çin'in karbon yoğunluğundaki görece olarak daha büyük düşme başlangıç dönemindeki yüksek değerden, Japonya'nın yoğunluğundaki görece düşük azalma ise, bu ülkenin zaten düşük olan karbon yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Örneğin, 1971 yılında Çin'in karbon yoğunluğu döviz kurları ile yapılan hesaplama ile 6,11 kgCO₂/\$₂₀₀₀ değeri ile, aynı yıl 0,39 kgCO₂/\$₂₀₀₀ olan Japonya'nın karbon yoğunluğunun yaklaşık olarak 17 katıdır*.

1990-2004 yılları arasında AB'nin karbon yoğunluğu yaklaşık olarak %25,3 oranında azalmıştır. Ancak, üye ülkeler arasında her safhada açığa çıkan farklılıklar karbon yoğunluklarının gelişiminde de ortaya çıkmaktadır. 1990-2004 döneminde bazı üyelerin karbon yoğunluklarında azalma meydana gelirken, bazı ülkelerin karbon yoğunlukları yükselmiştir. Örneğin, Portekiz, İspanya ve G.Kıbrıs'ın karbon

* SAGP'ye göre iki ülkenin karbon yoğunlukları arasındaki doğal olarak bu kadar büyük değildir. 1971 yılında iki ülkenin karbon yoğunlukları sırasıyla, 1,74 ve 0,56 kgCO₂/\$₂₀₀₀'dir.

yoğunlukları, sırasıyla, %13,8, %6,3 ve %2,6 oranında yükselme kaydetmiştir. Bununla beraber, çoğunluğunu AB'ye 2004 yılında katılan Doğu Bloku ülkelerinin oluşturduğu üyelerin karbon yoğunluklarında büyük azalmalar meydana gelmiştir. Nitekim, Estonya, Letonya ve Romanya'nın karbon yoğunlukları, 1990-2004 döneminde yaklaşık %50 oranında azalmıştır.

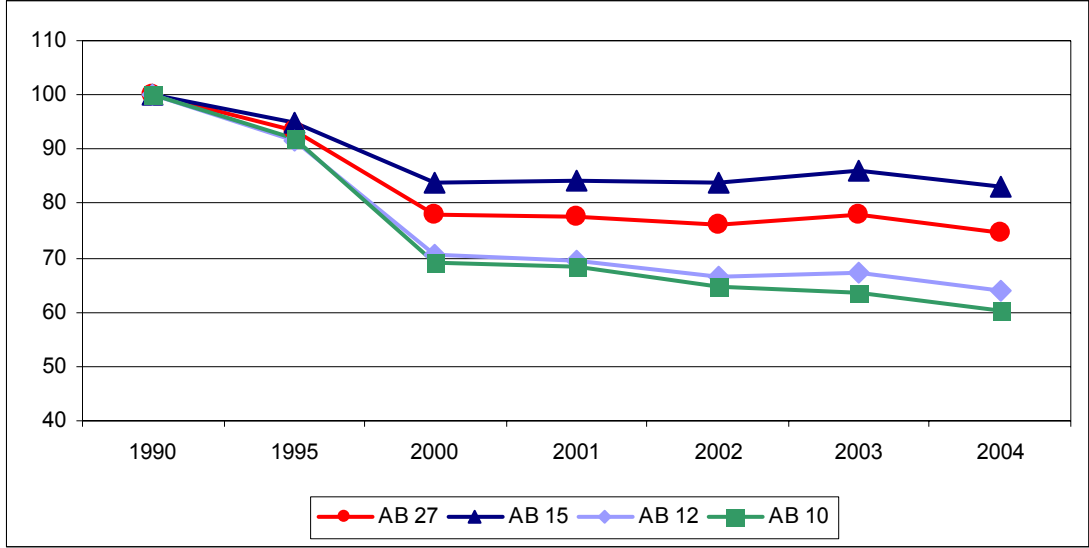
Tablo 2.17
AB Sera Gazı Emisyon Tablosu 2006

Ülkeler	Toplam Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton)	Kişi Başına Sera Gazı Emisyonu (kg)
AB	5.466	11.029
Belçika	175	16.073
Bulgaristan	71	9.373
Çek Cum	148	14.544
Danimarka	73	14.086
Almanya	1.054	12.565
Estonya	21	14.609
İrlanda	71	17.172
Yunanistan	147	13.087
İspanya	459	10.664
Fransa	577	8.973
İtalya	592	9.905
G.Kıbrıs	11	14.966
Letonya	12	5.454
Litvanya	22	7.021
Lüksemburg	15	30.831
Macaristan	80	7.874
Malta	6	14.383
Hollanda	276	16.817
Avusturya	93	11.220
Polonya	386	10.560
Portekiz	89	8.238
Romanya	159	7.283
Slovenya	20	10.345
Slovakya	50	9.097
Finlandiya	84	15.870
İsveç	78	8.263
B.Krallık	696	11.473

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1990-2004 yılları arasında AB-15'in karbon yoğunluğundaki düşüş daha az oranda gerçekleşmiştir. Aynı dönemde, AB-27'inin karbon yoğunluğu %25,2, AB-15'in karbon yoğunluğu %16,8 oranında azalmıştır. Bununla beraber, AB'ye yeni katılan üyelerin karbon yoğunlukları daha hızlı bir şekilde düşmüştür. Örneğin, 1990-2004 yılları arasında, AB'ye, 2004 yılından sonra katılan yeni 12 üyenin

karbon yoğunluğu, %36, Doğu Avrupa ülkelerinin oluşturduğu AB-10'un karbon yoğunluğu %39,7 oranında azalmıştır (Grafik 2.45).

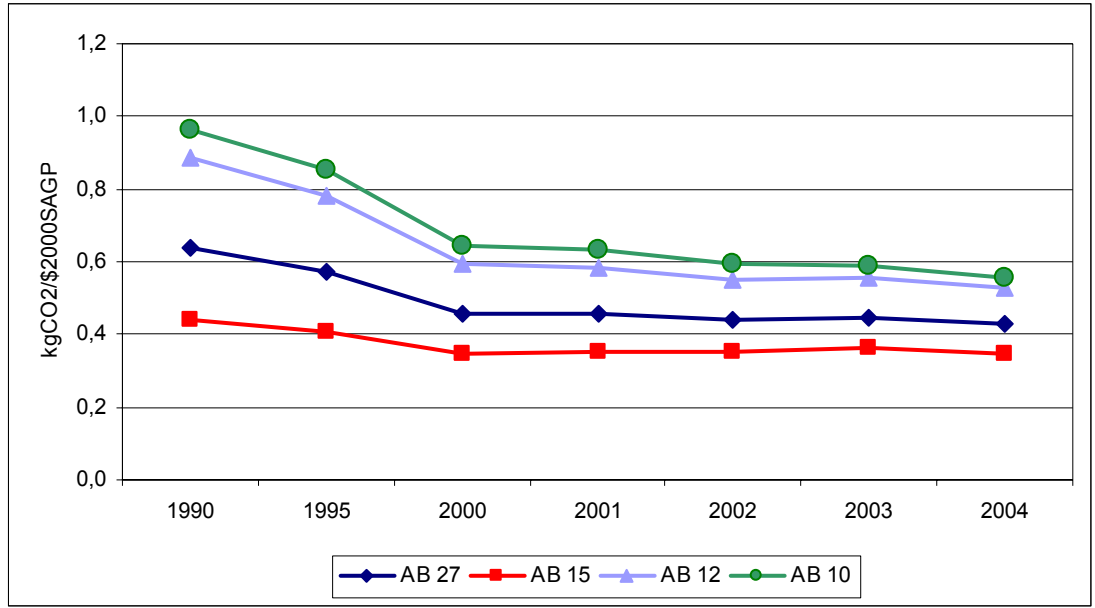


Grafik 2.45
AB'de Üye Grupları Arasında Karbon Yoğunluğunun Gelişimi 1990-2004

Kaynak: IEA, *CO₂ Emissions From Fuel Combustion 1971-2004*, pp.43-48'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

İsveç ve Fransa, sırasıyla 0,2 ve 0,23 kgCO₂/\$_{2000SAGP} değerindeki karbon yoğunlukları ile AB'nin içinde en düşük karbon yoğunluğa sahip ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Estonya 0,92, Bulgaristan, 0,79 ve Polonya 0,67 kgCO₂/\$_{2000SAGP} karbon yoğunlukları ile AB'nin karbon yoğunluğu en yüksek ülkeleri arasında yer almaktadır. Doğu Bloku ülkelerinin, 1990-2004 döneminde karbon yoğunluklarında görülen yüksek düşüşe rağmen; hâlâ yüksek karbon yoğunluklarına sahip oldukları görülmektedir (Grafik 2.46). Bu durum, AB'nin karbon yoğunluğunun düşürülmesi konusunda, geçirilen ekonomik dönüşüme rağmen, yeni üye ülkelerdeki potansiyelin hâlâ yüksek olduğunun bir işareti olarak görülebilir. İkinci olarak, İsveç ve Fransa gibi AB içinde en düşük karbon yoğunluğuna sahip olan ülkelerin enerji tabloları, bu konuda yapılacak iyileştirmeler konusunda genel bir yol haritası çizmektedir. Zira, İsveç, elektrik üretiminin %48,2'sini yenilenebilir, %46,7'sini ise nükleer enerjiden sağlarken, Fransa, elektrik üretiminin %78,2'ünü nükleer enerjiden sağlamaktadır. Dolayısıyla, karbon yoğunluklarının düşürülmesinde, ekonomik yapıda meydana gelen dönüşüm kadar enerji teknolojileri açısından CO₂ esmiyonu olmayan seçeneklerin tercih edilmesi de önem taşımaktadır. Örneğin, karbon yoğunluğu

yüksek olan ülkelerin [Estonya (elektrik üretiminde %90) ve Polonya (elektrik üretiminde %92)] kömürü yoğun bir şekilde kullanan ülkeler olduğu görülmektedir. Ülkelerin enerji görünümünün, ekonominin toplam karbon yoğunluğu üzerinde yapmış olduğu etki, enerji tüketiminin karbon yoğunluğu değerinden çok daha iyi izlenebilir. Örneğin, ekonomisinin karbon yoğunluğu düşük olan Fransa ve İsveç'in, enerji tüketimlerinin karbon yoğunlukları sırasıyla, 33,58 ve 23,20 tonCO₂/TJ iken, Polonya'nın 77,08, Estonya'nın 76,53 tonCO₂/TJ'dir⁷².



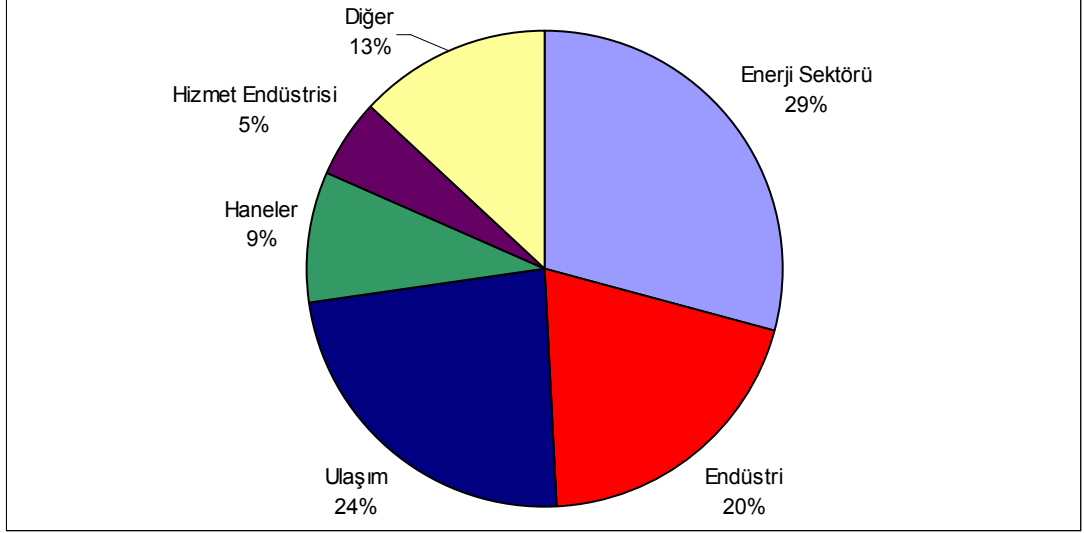
Grafik 2.46
AB'de Karbon Yoğunluğu 1990-2004

Kaynak: IEA, *CO₂ Emissions From Fuel Combustion 1971-2004*, pp.43-48'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB'nin toplam sera gazı emisyonlarının büyük bölümü enerji ile ilgili sektörlerden kaynaklanmaktadır. 2006 yılında, enerji endüstrisinin emisyonlar içindeki payı %29 dolayında gerçekleşmiştir (Grafik 2.47). 2006 yılında, endüstri kaynaklı emisyonların payının %20 dolayında olmasında, ilk olarak, ekonomideki sera gazı ve enerji yoğunluğu yüksek olan endüstrilerin düşüklüğünün etkili olduğu söylenebilir. Nitekim, 2006 yılında, yaratılan katma değerın %20,3'ü endüstri

⁷² IEA, *CO₂ Emissions From Fuel Combustion 1971-2004*, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.40,42.

sektöründen kaynaklanırken, hizmetler sektörünün katma değerdeki payı %71,5 oranında gerçekleşmiştir⁷³.

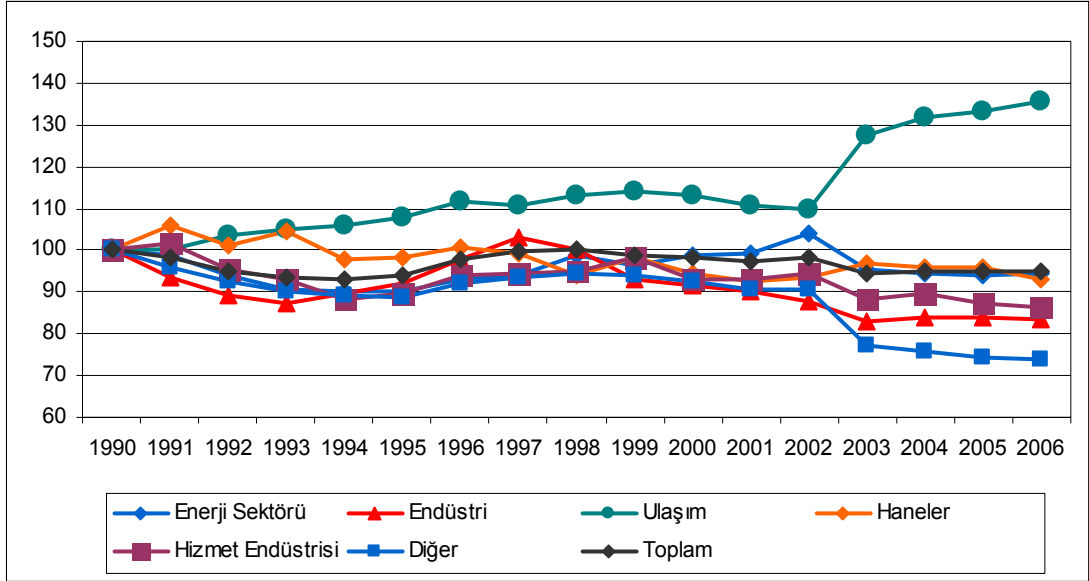


Grafik 2.47
AB Sera Gazı Emisyonlarında Sektör Payları 2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Endüstri kaynaklı emisyonların düşüklüğüne karşın, ulaşım sektörü emisyonlarının yüksek olduğu görülmektedir. 1990-2006 döneminde sera gazı emisyon kaynağı olan diğer sektörlerde düşüşler kaydedilmesine rağmen, ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonlarda önemli artışlar yaşanmıştır. Söz konusu periyotta, endüstri kaynaklı sera gazı emisyonları %16,6 oranında azalırken, ulaşım sektörü kaynaklı sera gazı emisyonları %35, karayolu emisyonları %29,3, havayolu emisyonları ise, %88,7 oranında artış göstermiştir (Grafik 2.48). Netice olarak, 1990-2006 yılları arasında, endüstri kaynaklı emisyonların toplam emisyonlardaki payı %23'ten %20'ye düşerken, ulaşım sektörü emisyonlarının payı %17'den %24'e yükselmiştir. Ulaşım sektöründeki emisyonlarda, karayolu ulaşımının %70 paya sahip olduğu görülmektedir. AB'de görülen yüksek araç sahipliği ve karayolu ulaşımın petrolün alternatifsizliği bu durumun ortaya çıkmasının temel nedenleri olarak kabul edilebilir.

⁷³ Eurostat, "Europe in Figures: Eurostat Yearbook 2008", (Çevrimiçi) http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUBIKS-CD-07-001/EN/KS-CD-07-001-EN.PDF, 2 Eylül 2008, p. 103.



Grafik 2.48
AB Sera Gazı Emisyonlarının Sektörel Gelişimi 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2.3.3. Ekonomik Boyut

AB bir bütün olarak dünyanın en büyük ekonomisi durumunda bulunmaktadır. Ab'nin 2006 yılı GSYİH'sı 11.597 milyar € değerine ulaşmış ve nominal anlamda diğer bütün büyük ekonomileri geride bırakmıştır (Tablo 2.18).

Tablo 2.18
AB ve Dünya Ekonomisi

	AB 27 (2006)	ABD (2005)	Japonya (2006)	Çin (2005)	Rusya (2006)
GSYİH (Nominal Milyar €)	11.597	10.509	3.485	1.796	788
GSYİH Yıllık Büyüme Oranı (%)	3	2,9	2,2	11,1 ⁽¹⁾	6,7
Kişi Başına Göreli Milli Gelir (SAGP, AB 100)	100	157	114	15	45 ⁽²⁾
İhracat (Milyar €)	1.189	912	515	772	240
İthalat (Milyar €)	1.364	1.528	461	630	110

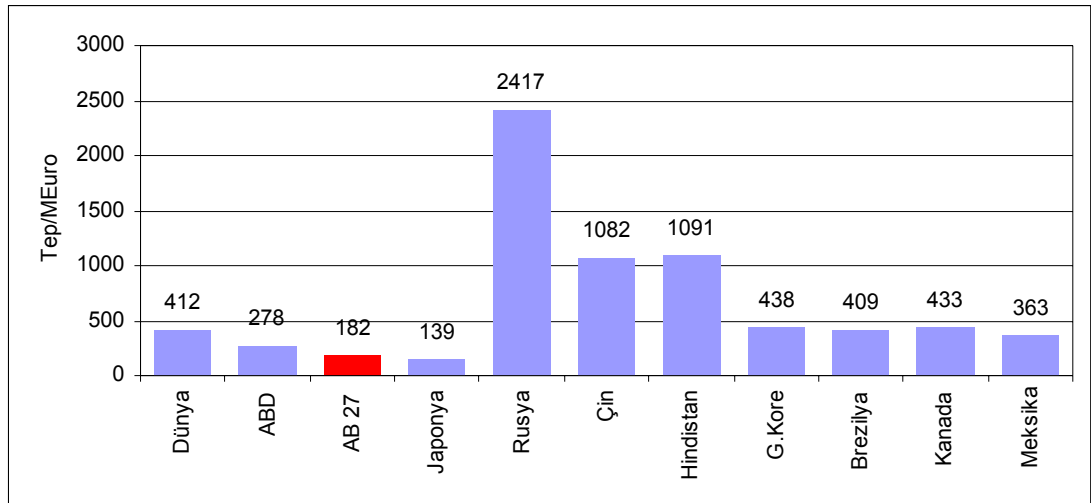
(1) 2006

(2) 2005

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

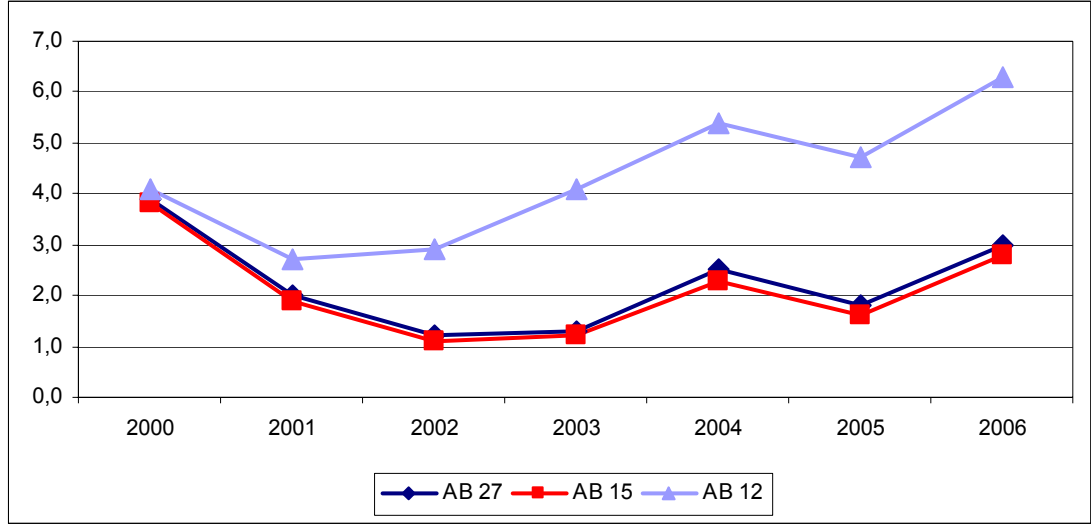
AB'nin ekonomik büyüme oranı, diğer gelişmiş ekonomiler olan ABD ve Japonya ile paralel bir biçimde, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ekonomilerin altında kalmaktadır. AB, dünyanın en büyük ekonomisi olduğu gibi, enerji yoğunluğu bakımından da, diğer büyük ekonomilere göre daha iyi bir performans göstermektedir. Normal döviz kurları ile yapılan hesaplamada, 2005 yılında, AB, GSYİH'nin bir milyonu için sadece 182 Tep enerji tüketerek sadece Japonya'dan daha kötü bir performans göstermiştir (Grafik 2.49). Ancak, bu durum, enerji yoğunlukları daha yüksek olan Çin ve Hindistan gibi ülkelerin bütünüyle verimsiz bir ekonomik yapıya sahip oldukları şeklinde yorumlanmamalıdır. Daha önce belirtildiği, enerji ve karbon yoğunluğu hesaplamaları ülkelerin bu konudaki performansları hakkında sadece ortalama bir fikir verebilir.

Gelişmiş ekonomilerin, gelişmekte olan ekonomilere göre küçük büyüme oranlarına sahip olması beklenen bir durumdur. Aynı şekilde, gelişmekte olan ülkelerin enerji yoğunluklarının da daha yüksek olması olağan karşılanmalıdır. AB üyeleri arasında da bu tabloya yakın bir görünüm ortaya çıkmaktadır. Üye grupları içinde, AB 15 in 2000-2006 yılları arasındaki ekonomik büyüme oranı, AB 12'nin yaklaşık yarısına tekabül etmektedir. Örneğin, 2006 yılında AB ekonomisi reel olarak, %3, AB 15, %2,8 büyürken, AB-12 , %6,3 oranında büyümüştür (Grafik 2.50).



Grafik 2.49
AB Enerji Yoğunluğu ve Dünya Ekonomisi 2005

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

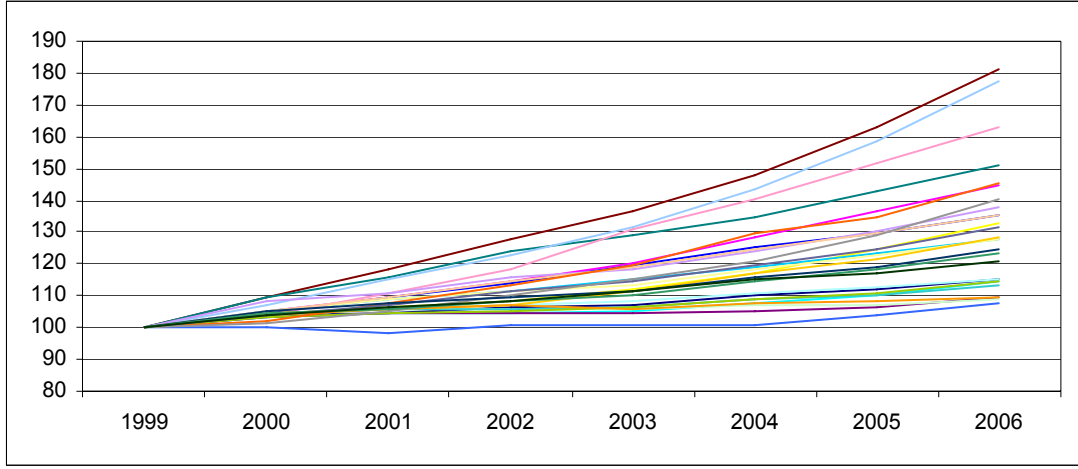


Grafik 2.50
AB Üye Grupları Reel Ekonomik Büyüme Değerleri 2000-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

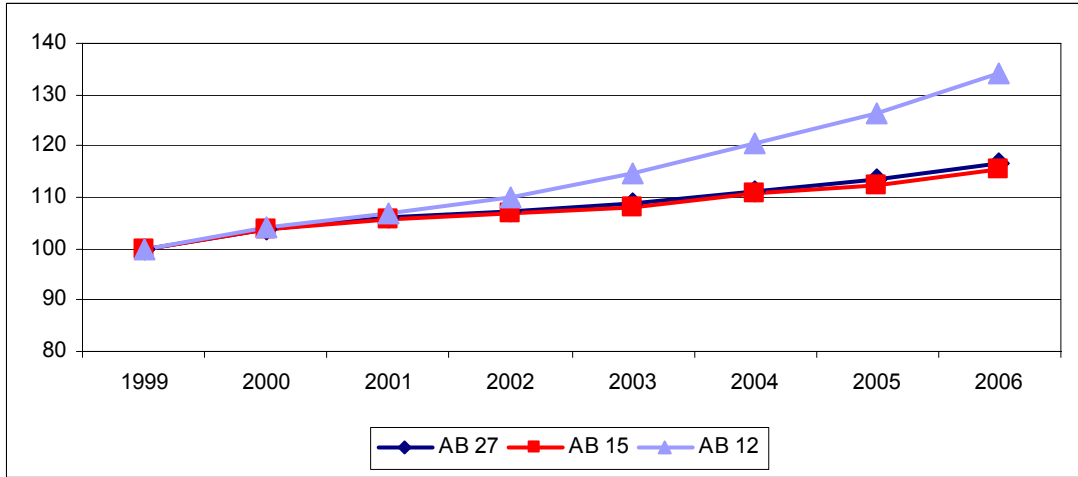
AB ülkeleri arasında her alanda ortaya çıkan farklılıklar, üye ülkelerin ekonomik büyüme sayıları arasında da net biçimde görülmektedir (Grafik 2.51). Örneğin, 2006 yılı için, üye grupları arasında görülen büyüme rakamlarındaki farklılıklar son altı yıldaki toplam ekonomik büyüme oranlarında da açığa çıkmaktadır. 2000-2006 yılları arasında, AB ekonomisi, bir bütün olarak %16,8 büyürken, AB 15 ekonomisi, %15,6, AB 12 ekonomisi ise %34,3 oranında büyümüştür (Grafik 2.50). Bu açıdan, AB içinde daha çok gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı Doğu Avrupa ekonomileri, eski üyelere nazaran daha hızlı büyümüştür.

2000-2006 yılları arasında, üye ülkelerden, Estonya (%81,4), Letonya (%77,3), Litvanya (%63,2) en hızlı ekonomik büyüme gösteren ülkeler olmuştur. Aynı dönemde, Almanya ekonomisi, toplamda %9,3 oranında büyüyerek, AB içinde ekonomik büyüme açısından en geride yer alan ülkelere biri (İtalya'dan sonra ikinci) olmuştur. AB 15 üyeleri içinde, İrlanda, aynı dönemde %51,2 oranında ekonomik büyüme göstermiştir. AB'nin en büyük ekonomileri arasında yer alan Fransa (%14,9) ve İtalya (%9,2), AB ortalamalarının altında büyüme göstermiştir. Buna karşın, B.Krallık ekonomisi 2000-2006 döneminde, %20,7 büyüme göstererek AB ortalamasının üstüne çıkmıştır.



Grafik 2.51
AB Ülkelerinin Ekonomik Büyümleri 2000-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

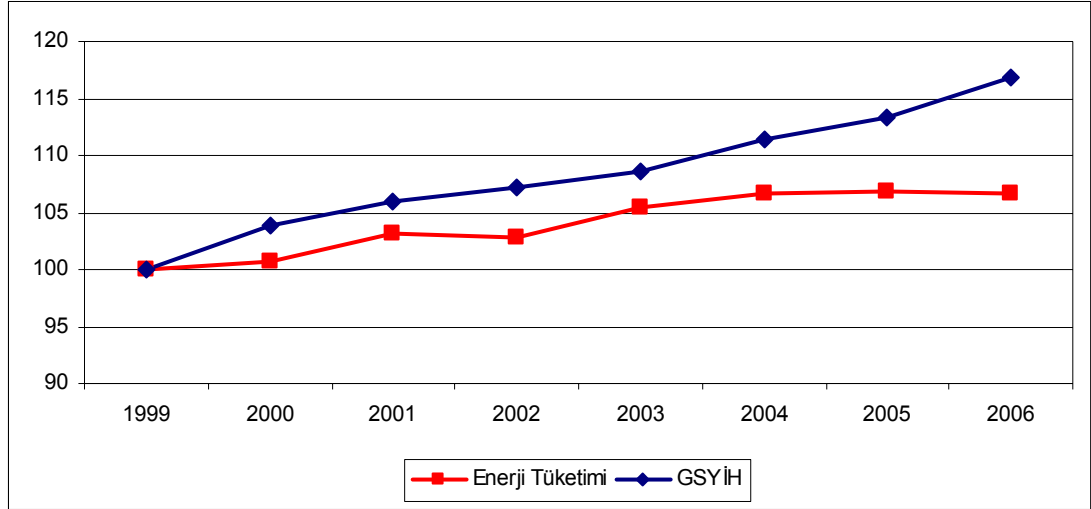


Grafik 2.52
AB Üye Grupları Ekonomik Büyüme 2000-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

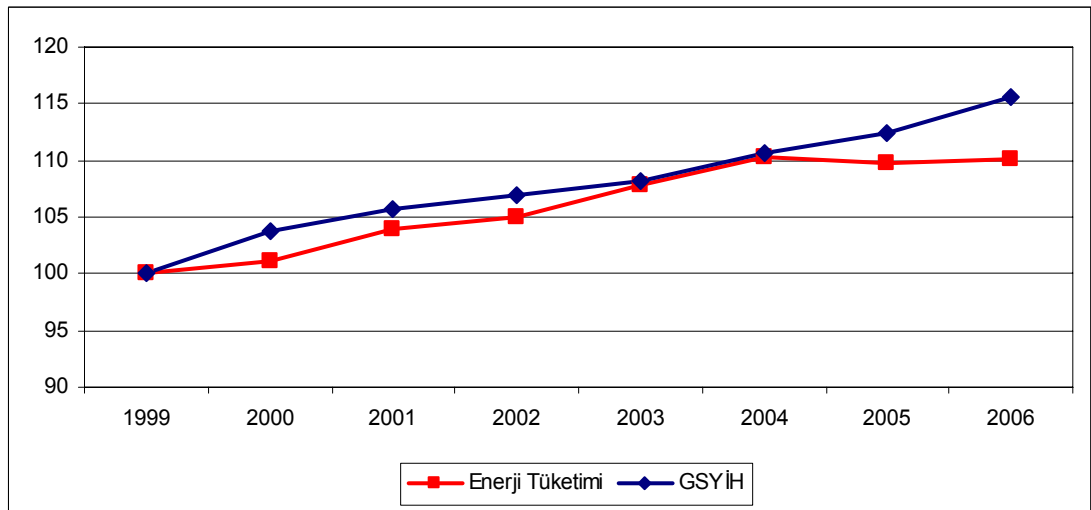
Üye ülkelerin ekonomik büyümleri ile enerji tüketimleri arasındaki ilişkinin azalmaya başladığı görülmektedir. Bu gelişme, AB'ye 2004 yılından sonra üye olan 12 ülkenin ekonomik büyüme ve enerji tüketimleri arasındaki ilişkide daha açık bir şekilde görülmektedir. 2000-2006 yılları arasında, AB 12'nin ekonomik büyümesi özellikle 2004 yılından sonra hızlanmakla kalmamış; aynı zamanda bu ülkelerin enerji tüketimleri gözle görülür bir biçimde yavaşlamıştır. Örneğin, 1999-2006 döneminde, AB 15 ekonomisi %15,6 büyürken, enerji tüketimi %10 dolayında

artmıştır. Ancak, aynı dönemde, AB 12'nin ekonomisi %34,3 oranında büyümesine rağmen, enerji tüketimi, %11,2 oranında yükselmiştir. Bu durum bir bütün olarak AB'nin enerji tüketimindeki artışı yavaşlatmıştır. Yeni üye ülkelerde görülen bu değişimin, AB'ye üyelik süreci ile birlikte yaşanan ekonomik dönüşüm ile ilişkilendirilmesi de mümkündür (Grafik 2.53, 2.54, 2.55).



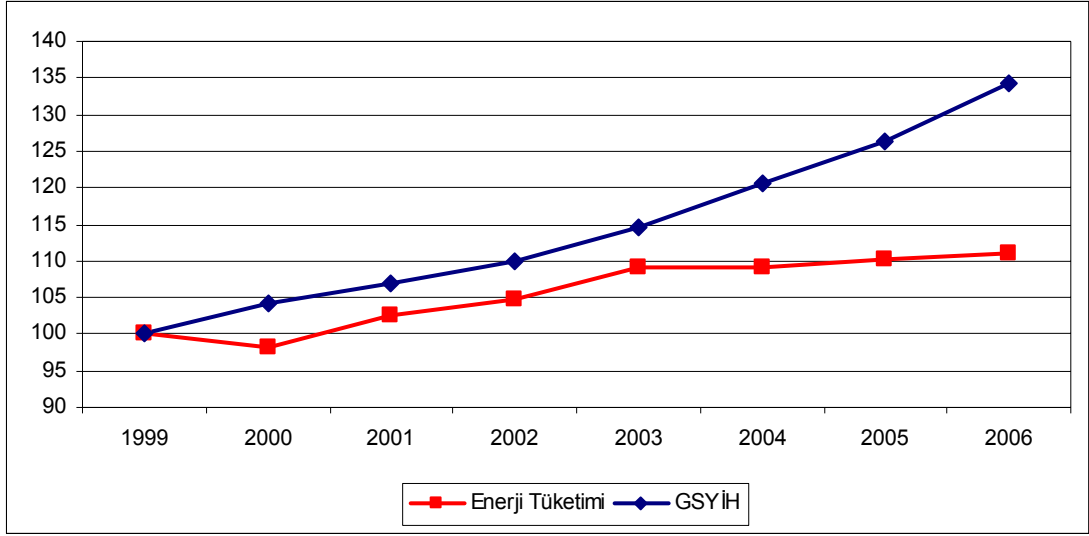
Grafik 2.53
AB 27 Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi 1999-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.54
AB 15 Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme 1999-2006

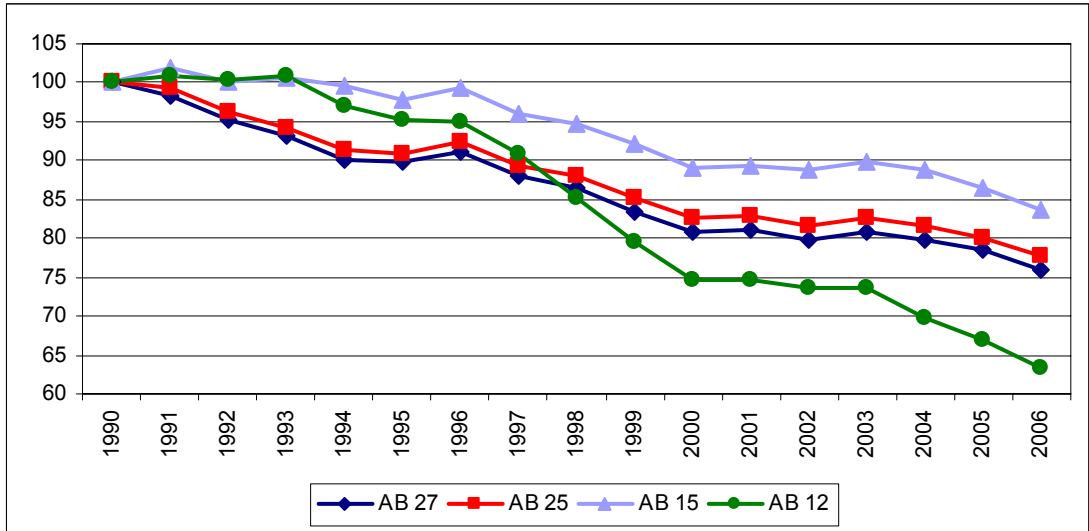
Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.55
AB 12 Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme 1999-2006

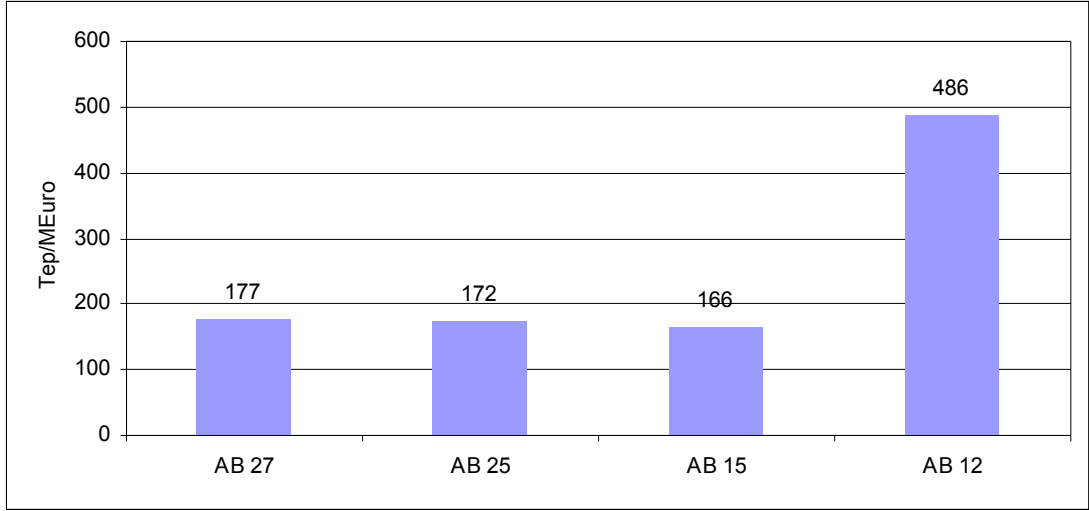
Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yeni üye ülkelerin ekonomik büyümeleri daha hızlı olmasına karşın, enerji tüketimleri çok daha yavaş bir şekilde artmış, sonuç olarak, bu ülkelerin enerji yoğunlukları büyük bir hızla düşmüştür. Örneğin, 1990-2006 yılları arasında AB'nin enerji yoğunluğu %23,9 oranında, AB 12'nin enerji yoğunluğu %36,6 oranında azalmıştır.(Grafik 2.56).



Grafik 2.56
AB Enerji Yoğunluğundaki Değişim 1990-2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.57
AB Üye Gruplarında Enerji Yoğunluğu 2006

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Enerji yoğunluğundaki hızlı düşüşe rağmen, AB'ye yeni üye olan ülkelerin enerji yoğunlukları 486 Tep/M€ ile, 177 Tep/M€ olan AB ortalamasının çok üstündedir. Aynı şekilde, AB'nin daha eski ve ekonomik açıdan daha gelişmiş ekonomilerinin yer aldığı AB 15'in enerji yoğunluğu 166 Tep/€ ile, AB ortalamasının altındadır (Grafik 2.57). Enerji yoğunluğunda meydana gelen düşüşte ülkelerin ekonomik yapılarında sanayiden hizmetler sektörüne doğru geçiş süreci önemli rol oynamaktadır. Örneğin, 2006 yılında AB'nin üretmiş olduğu toplam katma değer, %1,8, %20,2 ve %6'sı, sırasıyla daha enerji yoğun sektörler olan tarım, sanayi ve inşaat sektörleri tarafından üretilirken, enerji yoğunluğu daha düşük olan ticaret ve hizmetler sektörünün toplam payı %71,4 oranında gerçekleşmiştir⁷⁴.

İrlanda 107, Danimarka 109, ve B.Krallık 126 Tep/M€ değerindeki enerji yoğunlukları ile AB içinde, enerjiyi, diğer ülkelere göre daha verimli kullanan ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu ülkelerin ekonomik yapıları kadar sahip oldukları coğrafi özellikler de, düşük enerji yoğunluklarının yorumlanmasında gözden kaçırılmamalıdır. İlk olarak bu üç ülke içinde B.Krallık ve Danimarka'nın ekonomilerinde tarım, sanayi ve inşaat sektörlerinin payı nistepen düşüktür. Örneğin,

⁷⁴ A.e., p.104.

tarım sektörü, B.Krallık ekonomisi için yalnızca %0,9'luk katma değere sahip iken, hizmetler sektörünün toplam payı %77'ye yaklaşmaktadır. İkinci olarak, üç ülkenin de yüzölçümü itibarıyla küçük olması ve İrlanda ve B.Krallık örneğinde ada ülkesi olması, daha küçük ve bütünleşmiş bir ekonomik alanın oluşturulmasına imkân sağlamaktadır.

Tablo 2.19
AB Ülkeleri Ekonomi ve Enerji Görünümü 2006

Ülkeler	GSYİH (Milyar€)	Ülkeler	Enerji Tüketimi (Mtep)	Ülkeler	Kişi Başına Gelir (AB 100)	Ülkeler	Enerji Yoğunluğu (Tep/M€)
AB27	11.597,1	AB27	1825,2	AB27	100	AB27	177
AB15	10851	AB15	1543,3	AB15	112	AB15	166
AB12	746,1	AB12	281,9	AB12	54	AB12	486
AL	2322,2	AL	349	LÜ	279,6	İR	107
BK	1912,2	FR	273,1	İR	145,5	DA	109
FR	1792	BK	229,5	HO	130,6	BK	126
İT	1475,4	İT	186,1	AV	127,7	AV	146
SP	981	SP	143,9	DA	126	İT	147
HO	534,3	PO	98,3	İS	124,7	AL	160
BE	316,6	HO	80,5	BE	120	İS	162
İS	313,3	BE	60,4	BK	117,9	LÜ	168
PO	271,5	İS	50,8	Fİ	117	FR	171
AV	257,9	CZ	46,2	AL	114,5	HO	176
DA	220,1	RO	40,9	FR	111,1	YU	177
YU	214	Fİ	37,8	SP	105,1	SP	187
İR	174,7	AV	34,1	İT	103,4	PT	196
Fİ	167,1	YU	31,5	YU	97,9	ML	197
PT	155,2	MA	27,8	GK	91,9	GK	212
CZ	114	PT	25,3	SL	88,1	BE	216
RO	97,7	DA	20,9	CZ	78,7	Fİ	241
MA	89,9	BU	20,5	ML	77	SL	275
SK	44,6	SK	18,8	PT	74,5	LE	327
LÜ	33,9	İR	15,5	ES	68,5	MA	416
SL	30,5	Lİ	8,4	MA	65,1	PO	428
BU	25,1	SL	7,3	SK	63,8	Lİ	435
Lİ	23,7	ES	5,4	Lİ	56,2	ES	537
LE	16,2	LÜ	4,7	LE	54	CZ	588
GK	14,6	LE	4,6	PO	52,3	SK	619
ES	13,2	GK	2,6	RO	38,7	RO	711
ML	5,1	ML	0,9	BU	36,6	BU	1090

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya genelinde ülkelerin enerji yoğunluklarının değerlendirilmesi de, ülkelerin sahip olduğu coğrafi özelliklerin göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir. Örneğin, Batı Avrupa ülkeleri ve Japonya'nın en kalabalık üç şehri

arasındaki mesafe 800 km'den az iken, ABD ve Kanada'da 3000 km'nin üstündedir. Bu durum doğal olarak daha geniş ülkelerde, kişi başına daha uzun yolculukları zorunlu hale getirmektedir⁷⁵. AB 12 içinde bulunan, Bulgaristan, Romanya ve Slovakya, sırasıyla 1090, 711, ve 619 Tep/Meuro değerindeki enerji yoğunlukları ile AB ortalamalarının çok üstüne çıkmaktadır. Bu durum, AB içinde Batı ve Doğu Avrupa üyeleri arasında, enerjinin diğer boyutları itibarıyla ortaya çıkan farklılıklara paralellik göstermektedir. Doğu Avrupa ülkeleri, ekonomik büyüklük açısından olduğu gibi kişi başına düşen milli gelir bakımından da AB ortalamalarının altında kalmaktadır. Örneğin, kişi başına düşen milli gelir göz önünde bulundurulduğunda, AB 12'nin kişi başına düşen milli gelir ortalaması, AB'nin yaklaşık %54'üne denk gelmektedir. Buna karşın, AB 15'in milli gelir ortalaması AB'nin %12 üzerinde yer almaktadır. Üye gruplarının ortalama değerleri, ülkeler arasındaki daha büyük farklılıkları gizlemektedir. Örneğin Lüksemburg'un kişi başına düşen milli geliri, AB ortalamasından %179,6 oranında daha fazla iken, Bulgaristan'ın kişi başına düşen milli geliri AB'nin ancak %36,6'sına denk gelmektedir. Doğu ve Batı Avrupa arasında var olan bu farklılıklar ülkelerin enerji tüketim miktarları ve enerji yoğunluklarına da yansımaktadır. Bununla birlikte, Doğu Avrupa ülkelerinin ekonomik büyümeleri, enerji tüketim miktarları ve enerji yoğunlukları, Batı Avrupa ülkelerine göre daha hızlı değişmektedir (Tablo 2.19).

2.3.4. Toplumsal Boyut

Birleşmiş Milletler'in hazırlamış olduğu İGE, ülkelerin gelişmişliklerini değerlendirmede bir referans olarak alınır, AB'ye üye olan ülkelerin, gelişmiş ülkeler olarak nitelendirilmesi gerekir. İGE'ye göre, AB'ye üye 27 ülkeden hiç birisi, 177 ülke arasında 60. sıradan daha aşağı bir konumda bulunmamaktadır. AB üyesi ülkelerden en düşük puana sahip olan Romanya, 0,813 İGE puanı ile, İGE endeksinin 60. sırasında yer almaktadır. AB üyeleri arasında, İrlanda, 0,959 İGE puanı ile, endeks içinde, en iyi durumda olan 5. ülke olmaktadır. İGE endeksinin ilk 10'u

⁷⁵ Vaclav Smil, **Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties**, London, The MIT Press, 2005, p.80.

içinde, 4, ilk 20'si içinde, 12, ilk 30'u içinde ise 17, AB üyesi ülke bulunmaktadır. AB 15 üyelerinin 12'si, İGE'nin ilk 20 sırasında yer almaktadır (Tablo 2.20).

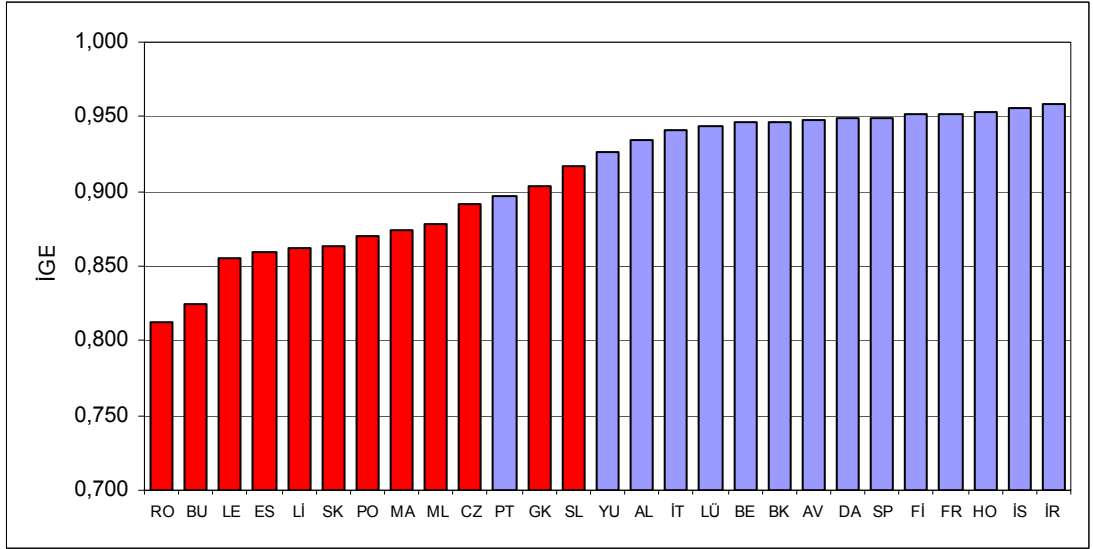
Tablo 2.20
AB Ülkeleri ve İGE

Ülkeler	İGE* Puanı	İGE Sırası	Ülkeler	Kişi Başına Enerji Tüketimi** (kgep)
İR	0,959	5	LÜ	9.969
İS	0,956	6	Fİ	7.182
HO	0,953	9	BE	5.730
FR	0,952	10	İS	5.597
Fİ	0,952	11	HO	4.929
SP	0,949	13	CZ	4.504
DA	0,949	14	FR	4.321
AV	0,948	15	AL	4.237
BK	0,946	16	AV	4.116
BE	0,946	17	ES	4.031
LÜ	0,944	18	DA	3.846
İT	0,941	20	BK	3.788
AL	0,935	22	SL	3.657
YU	0,926	24	İR	3.448
SL	0,917	27	SK	3.693
GK	0,903	28	Lİ	3.484
PT	0,897	29	GK	3.377
CZ	0,891	32	SP	3.255
ML	0,878	34	İT	3.158
MA	0,874	36	YU	2.826
PO	0,870	37	MA	2.757
SK	0,863	42	BU	2.669
Lİ	0,862	43	PO	2.577
ES	0,860	44	PT	2.394
LE	0,855	45	ML	2.206
BU	0,824	53	LE	2.022
RO	0,813	60	RO	1.894

Kaynak: DG-TREN, a.y.; United Nations Development Programme (UNDP), "Human Development Report 2007/2008:Fighting Climate Change Human Solidarity in a Divided World", (Çevrimiçi) http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf,12 Haziran 2008, pp.229,230'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

İGE'nin ilk sırasında, 0,968 puan ile İzlanda yer almaktadır. İGE'de, Japonya 8, ABD, 12, Rusya, 67, Çin, 81, Hindistan ise 128. sıradadır. Eğer, AB ülkelerinin İGE puanlarının tümünün ortalaması alınırsa AB'nin İGE puanı 0,910 olarak ortaya çıkmaktadır. Bu puana göre, AB, İGE'nin 28. sırasında yer alarak Japonya ve ABD'den daha alt sıraya düşmektedir. Ancak, AB üyeleri arasındaki farklılıklar bu noktada da açığa çıkmaktadır. Örneğin AB 15 ülkeleri, 0,944 ortalama İGE puanı ile, 19. sıraya yükselirken, AB 12 ülkeleri, 0,868 İGE puanı ile 39. sıraya gerilemektedir. AB 15 ülkeleri arasında, İGE açısından en kötü durumda olan ülke, İGE'nin 29.

sırasında bulunan Portekiz'dir. AB 12 ülkeleri arasında en iyi durumda olan ülke ise, İGE'nin 27. sırasında bulunan Slovenya'dır. G.Kıbrıs, Slovenya ile birlikte, İGE'inde Portekiz'i geride bırakarak, AB 15 ülkesinin bir bütün olarak AB 12'nin önünde bulunmasına engel olmaktadır (Grafik 2.58).



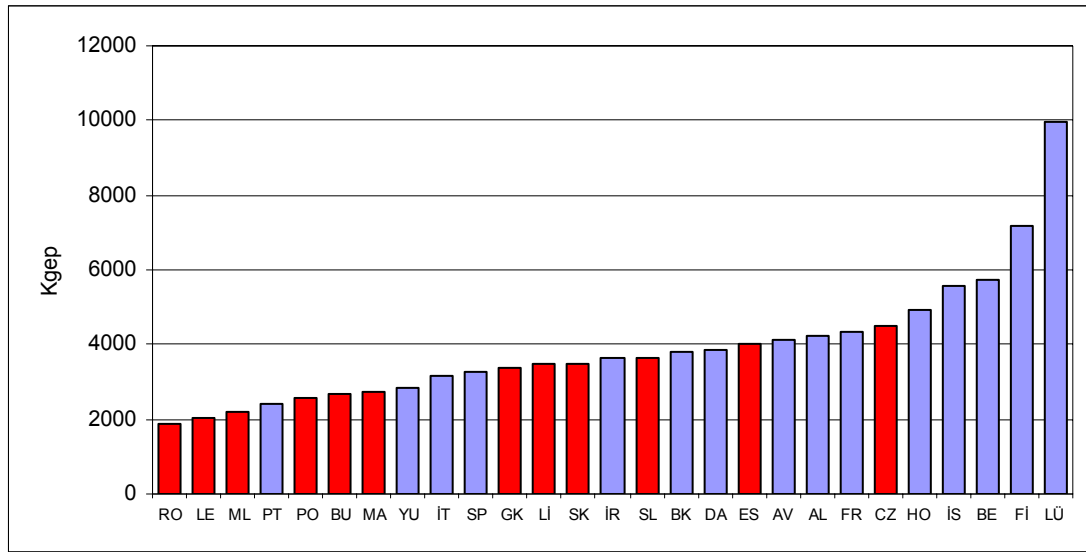
Grafik 2.58
AB Ülkeleri ve İGE Puanları

Kaynak: DG-TREN, a.y.; UNDP, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ülkelerin enerji tüketimindeki artış ve gelişme arasındaki bağlantının, mutlak bir zorunluluk olmadığını kabul etmek gerekmektedir. Genel olarak, enerji tüketimi ile yaşam kalitesini belirleyen değişkenler arasındaki ilişki, bütünüyle doğrusal bir yol izlememektedir. İGE endeksinin oluşturulmasında kullanılan temel parametreler (kişi başına milli gelir, ortalama yaşam süresi, okuma-yazma oranı, eğitime katılım oranı vb) için de bu durum geçerlidir. Kişi başına enerji tüketimindeki artış ile beraber yaşam kalitesinde bir iyileşmenin görüldüğü doğrudur. Fakat, enerji tüketimindeki artışların giderek daha az oranda yaşam kalitesini belirleyen değişkenler üzerinde etkili olduğu da kabul edilen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır⁷⁶. AB ülkeleri arasında da bu duruma benzer örneklere rastlamak mümkündür. Örneğin, İrlanda, üye ülkeler içinde İGE'nin en üst sırasında yer almasına rağmen, kişi başına enerji tüketimi sıralamasında 14. sırada bulunmaktadır. Bu durumun tam tersi, Çek Cumhuriyeti, AB üyesi ülkeler arasında kişi başına enerji

⁷⁶ Smil, a.g.e., p.104.

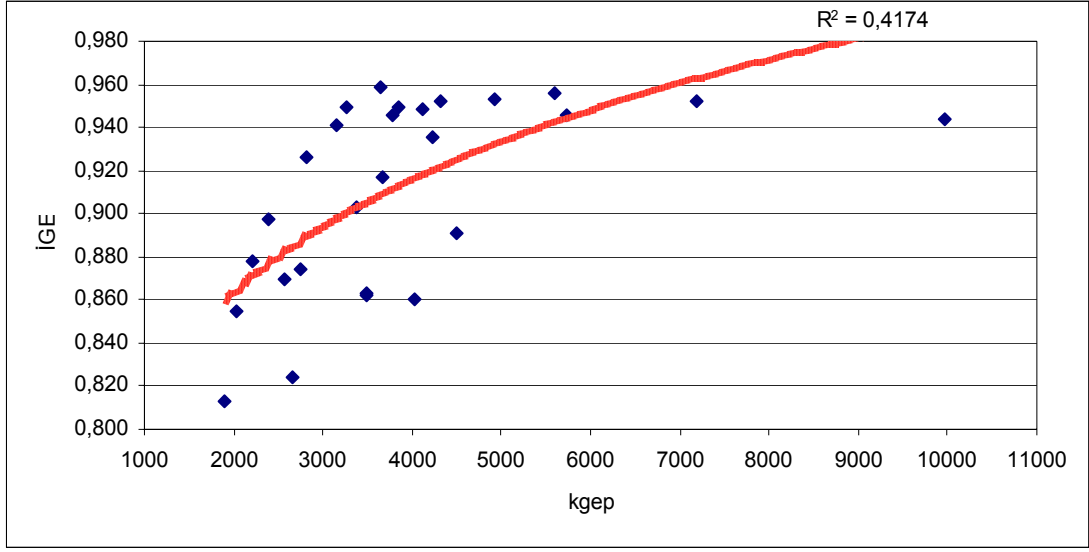
tüketiminin en yüksek olduğu 6. ülke durumunda iken, İGE endeksi açısından AB ülkeleri arasında 18. sırada bulunmaktadır. Üye ülkeler arasında, Estonya, Slovenya, Litvanya ve G.Kıbrıs, kişi başına enerji tüketimleri yüksek, ancak, İGE puanları düşük ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. AB 15 üyeleri içinde ise, Yunanistan, İtalya ve İspanya'nın, kişi başına enerji tüketimlerinin düşük olduğu dikkat çekmektedir. Bu tablonun ortaya çıkmasında, enerji tüketiminde etkili olan pek çok faktörün rolü olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin, Avrupa'nın güneyinde yer alan Portekiz, Yunanistan, İtalya ve İspanya'nın nispeten daha düşük kişi başına enerji tüketimi olması olağan karşılanmalıdır. Aynı şekilde, Estonya, Litvanya, Finlandiya, İsveç gibi ülkelerin iklim koşulları göz önünde bulundurulduğunda daha yüksek kişi başına enerji tüketim değerlerine sahip olmaları beklenen bir durumdur (Grafik 2.59).



Grafik 2.59
AB Ülkeleri ve Kişi Başına Enerji Tüketimleri 2006

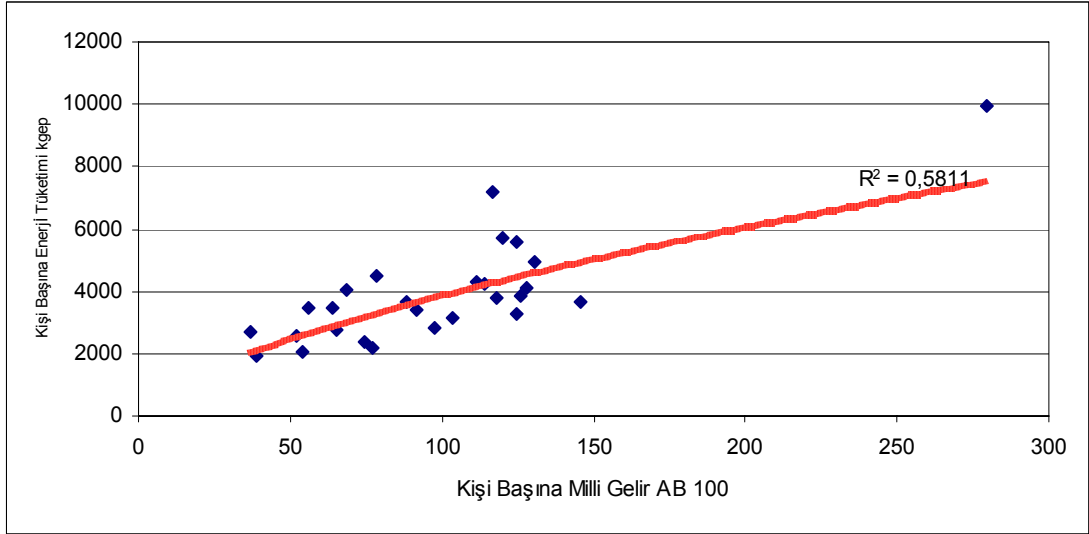
Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Gelişmiş ekonomilerin daha fazla olduğu AB içinde, İGE ile kişi başına enerji tüketimi arasında azalarak artan ilişkinin dünya genelinden daha belirgin olduğunu söylemek mümkündür. Üye ülkelerin kişi başına enerji tüketimleri ile İGE puanları arasında yapılan bir karşılaştırmada korelasyon katsayısının 0,5 olduğu görülmektedir (Grafik 2.60).



Grafik 2.60
AB Ülkeleri Kişi Başına Enerji Tüketimi ve İGE

Kaynak: DG-TREN, a.y.; UNDP, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.61
AB Ülkeleri Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Milli Gelir

Kaynak: DG-TREN, a.y.; UNDP, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB ülkelerinde, enerji tüketimi ve kişi başına milli gelir arasındaki ilişki, İGE'ye göre daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır (korelasyon katsayısı 0,8). Üye ülkelerin kişi başına enerji tüketimlerin 2000 ila 6000 kgep arasında değişmektedir. Üye ülkelerden sadece Lüksemburg (9969 kgep) ve Finlandiya (7182 kgep), AB

içinde 6000 kgep sınırı geçen iki ülke iken, kişi başına enerji tüketimi 2000 kgep'in altına inen tek ülke Romanya olmaktadır.

2006 yılı itibarıyla AB'nin nüfusu, yaklaşık olarak 492 milyona ulaşmıştır. Bu açıdan, AB, Çin ve Hindistan dışında kalan bütün dünya ülkelerinden daha kalabalık bir nüfusa sahiptir. Ancak, ABD ve Japonya gibi diğer gelişmiş ülkelerde olduğu AB'de de nüfus artışı hızı oldukça düşüktür. AB nüfusunun yaklaşık %80'i şehirlerde yaşamaktadır. Bu durum, ABD ve Japonya gibi diğer gelişmiş ülkelere paralellik arz ederken, Çin ve Rusya gibi ülkelere ayrılmaktadır (Tablo 2.21).

Tablo 2.21
AB Nüfusu ve Büyük Ekonomiler

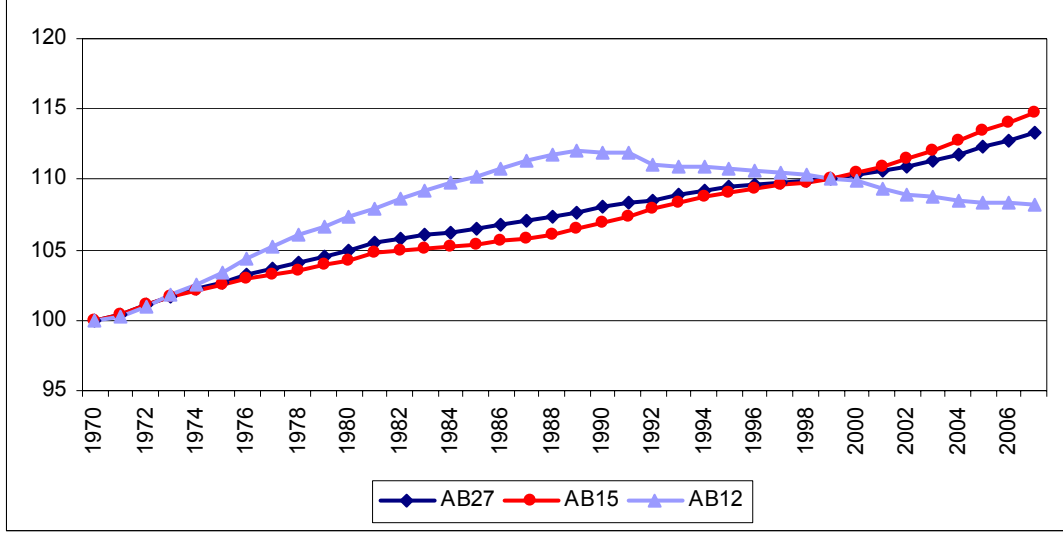
	AB (2006)	ABD (2006)	Japonya (2006)	Çin (2005)	Rusya (2006)
Nüfus(Milyon)	492,21	298,75	127,77	1.307,56	142,49
Nüfus Artış Hızı(%)	0,4	1	0	0,6	-0,4
Şehirleşme Oranı(%)	80	81	80	43	73
Yüzölçümü(Bin km ²)	4.323	9.629	378	9.597	17.075
Nüfus Yoğunluğu (kişi/km ²)	114	31	338	136	8

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1990 yılında yaklaşık 470 milyon olan AB'nin toplam nüfusu, 2006 yılında 491 milyona yükselmiştir. Aynı dönemde AB 15'in nüfusu 363 milyondan 387 milyona yükselirken, AB 12'nin nüfusu 106 milyondan 103 milyona gerilemiştir. Üye ülkelerin daha uzun vadeli nüfus artış hızlarına bakıldığında da nüfus artış hızlarının çok düşük olduğu görülmektedir. AB nüfusunun, 1970-2007 yılları arasında %13, AB 15'in %14, AB 12'nin ise %8 oranında arttığı görülmektedir (Grafik 2.59). Aynı dönemde, İrlanda, İspanya, Lüksemburg, Malta gibi ülkelerin nüfuslarında artışlar olurken, Bulgaristan'ın nüfusu %10 oranında azalmıştır⁷⁷. AB'de, 1990-2006 yılları arasındaki toplam nüfus artışı ancak %4,4 oranında gerçekleşmiştir. Bu açıdan, AB ülkelerinin önemli bir nüfus problemi ile karşı karşıya olduğunu söylemek mümkündür. Gelecek ile ilgili yapılan projeksiyonlar, AB'nin nüfus artış hızının 2005-2030 döneminde sabit kalacağı yönündedir. Örneğin, UEA'nın projeksiyonuna

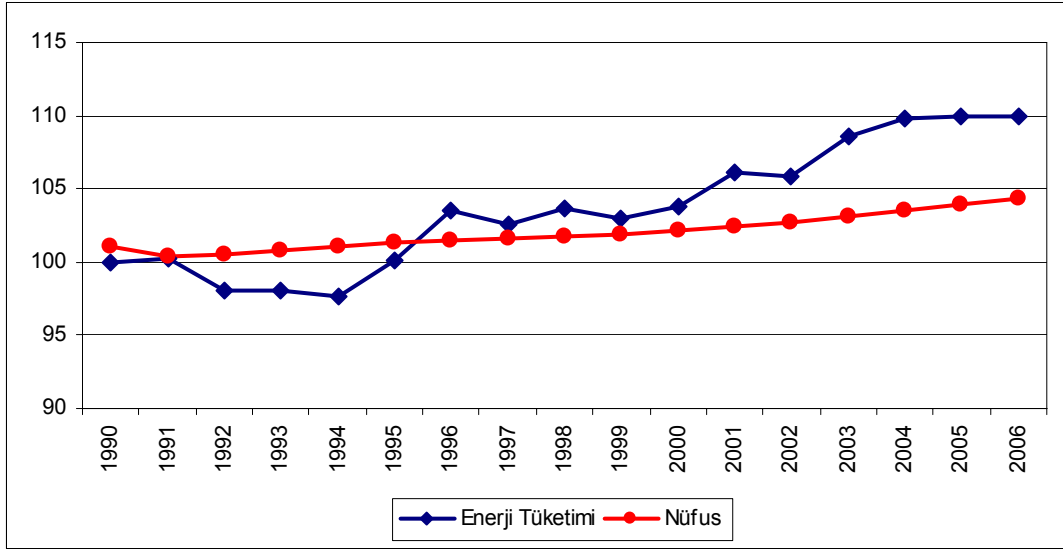
⁷⁷ DG-TREN, a.y.

göre, 2005-2030 yılları arasında AB nüfusunun yıllık artış hızı sıfır olarak öngörülmektedir⁷⁸



Grafik 2.62
AB Üye Grupları Nüfus Artışı 1970-2007

Kaynak: DG-TREN, a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 2.63
AB Nüfus Artışı ve Enerji Tüketimi 1990-2006

Kaynak: DG-TREN,a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

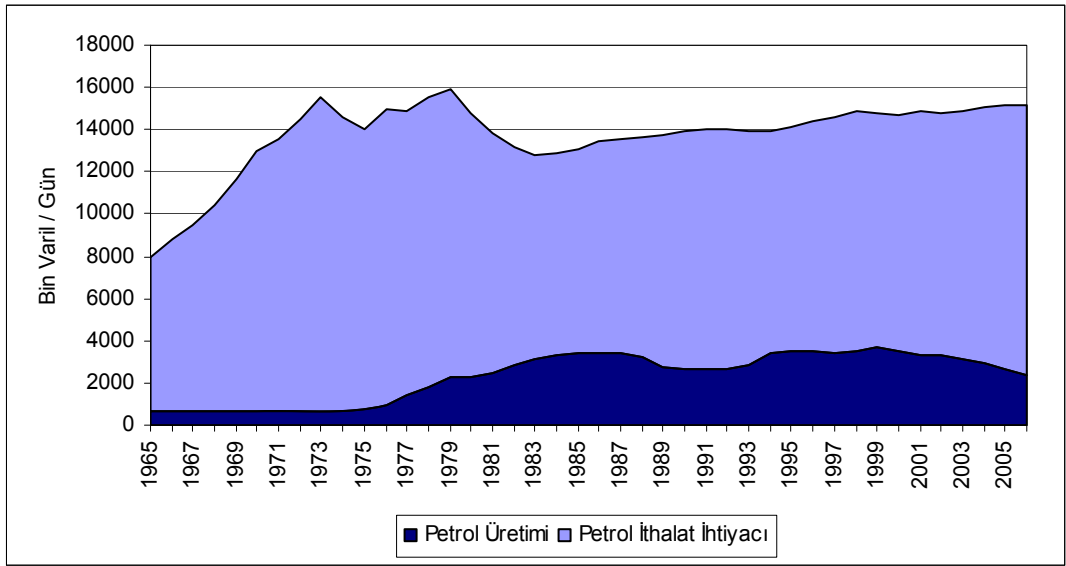
1990-2006 döneminde enerji tüketimi artış hızı %9,9 oranında gerçekleşirken, nüfus artışı %4,4 oranında kalmıştır. Genel olarak, AB 12 ülkelerinin nüfus artışları,

⁷⁸ IEA, **World Energy Outlook 2007**, p.60.

AB ortalamasının altında kalmıştır. Nüfus ve enerji tüketimi arasında yakın ilişki göz önünde bulundurulduğunda, AB'nin nüfus büyümesindeki yavaşlamanın, enerji tüketiminde de etkili olması beklenmelidir. Daha yavaş büyüyen hatta azalan bir nüfusa sahip AB ülkelerinin enerji tüketimlerinde, yapılan projeksiyonlar gereği çok büyük artışların beklenmemesi bu açıdan doğal karşılanmalıdır.

2.3.5. Siyasi Boyut

AB'nin enerji sistemi içinde önemli paya sahip olan fosil yakıtların, Avrupa kıtasındaki yetersizliği, artan tüketim karşısında iç üretimdeki düşüş sonucu, AB'nin bu kaynaklar konusunda dışarı olan bağımlılığın artmasına neden olmuştur.

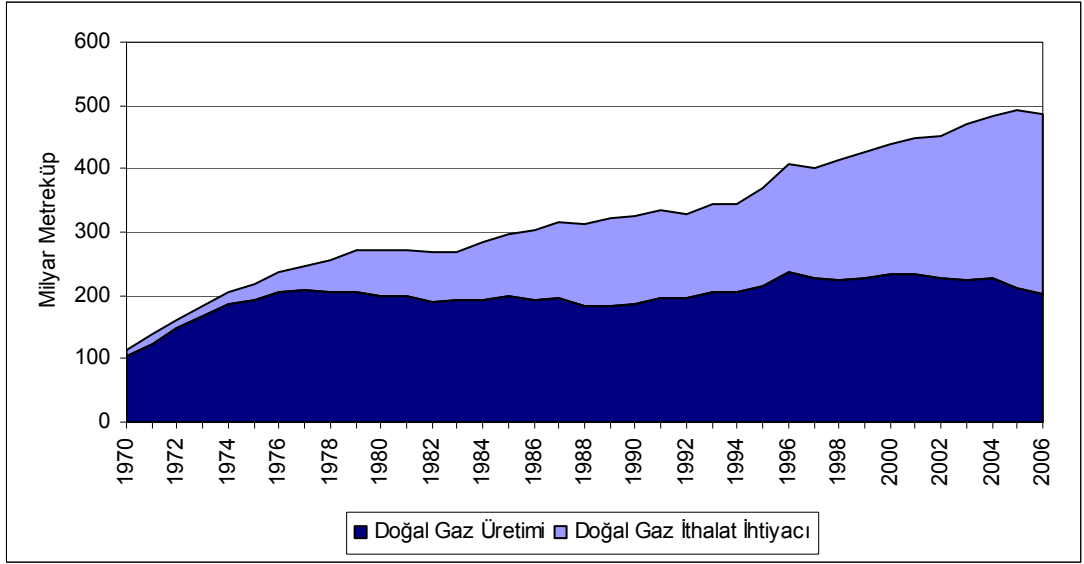


Grafik 2.64
AB Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1965-2006

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Petrol, geleneksel olarak AB'nin dışarı bağımlı olduğu en önemli kaynak olarak öne çıkmıştır. 1973 yılındaki ilk petrol krizine kadar, AB ülkelerinin petrol tüketimleri dünya ile paralel olarak artmıştır. Bu dönemde, AB'nin petrol konusundaki ithalata olan bağımlılığı %90'ın üzerinde gerçekleşmiştir. 1973 yılında yaşanan ilk petrol krizi ardından tüketimde yaşanan hızlı düşüş ve Kuzey Denizi petrolünün 70'li yılların ardından üretime sokulması, AB ülkelerinin petrol

konusundaki dışarı bağımlılıklarının azaltılmasına yardımcı olmuştur. Bu dönemin ardından, 80'li yılların ortalarına gelindiğinde, AB içindeki petrol üretimi, tüketimin %26'sını karşılayabilecek noktaya yükselmiştir. Ancak, bu durum uzun süre devam ettirilememiştir. Kuzey Denizi petrol kaynaklarının üretim miktarının 90'lı yılların sonunda zirve noktasına ulaşmasından sonra, 2000 yılından başlayarak AB'nin petrol konusundaki dışarı bağımlılığı artmaya başlamıştır. 80'li yılların ortalarında %26'lara varan iç üretimin tüketimi karşılama oranı, 2006 yılında %16'nın altına düşmüştür (Grafik 2.64).

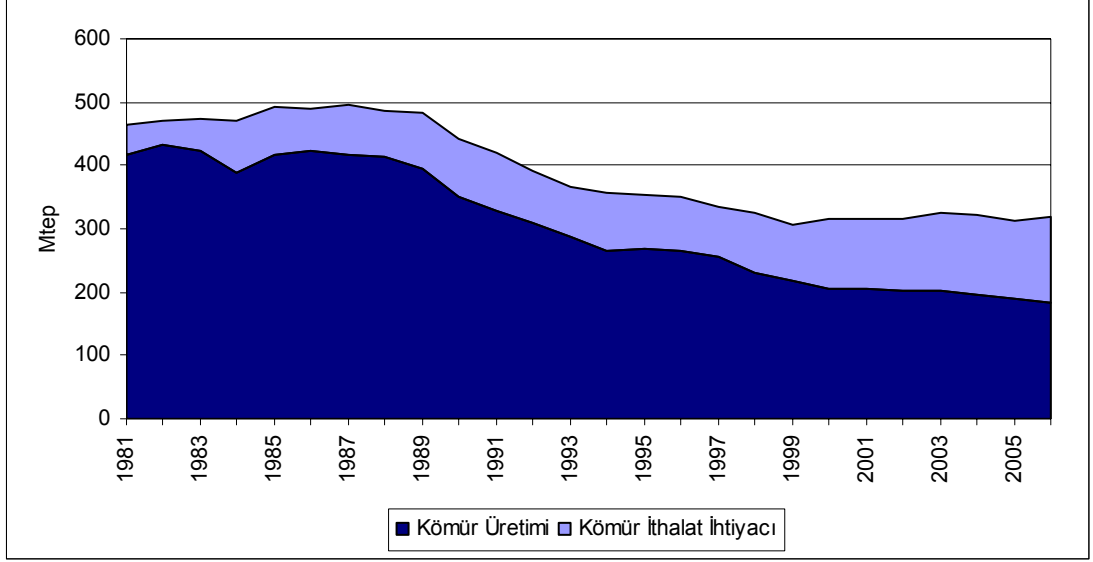


Grafik 2.65
AB Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1965-2006

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Doğal gaz, ilk olarak, petrol krizlerinin yaşandığı yıllarda, petrole olan bağımlılığın azaltılması için alternatif bir kaynak olarak tüketimi artmıştır. Daha sonraki yıllarda, özellikle kömür karşısında sunmuş olduğu çevresel avantajlar, doğal gaz tüketiminin artarak devam etmesine neden olmuştur. Petrolde olduğu gibi, Kuzey Denizi'nde bulunan doğal gaz kaynaklarının kullanılması 70'li yıllarda, AB'nin dışarı olan bağımlılığının azaltılmasına yardımcı olmuştur. Ancak, AB'de, doğal gazın tüketimi artmaya devam ederken, üretimi aynı oranda arttırılamamış; ve 70 yıllardan bu yana küçük dalgalanmalar halinde durağan kalmıştır. 70'li yıllarda, tüketimin yaklaşık %90'nını karşılayan; ve 1972 yılında iç tüketimin %92'sini

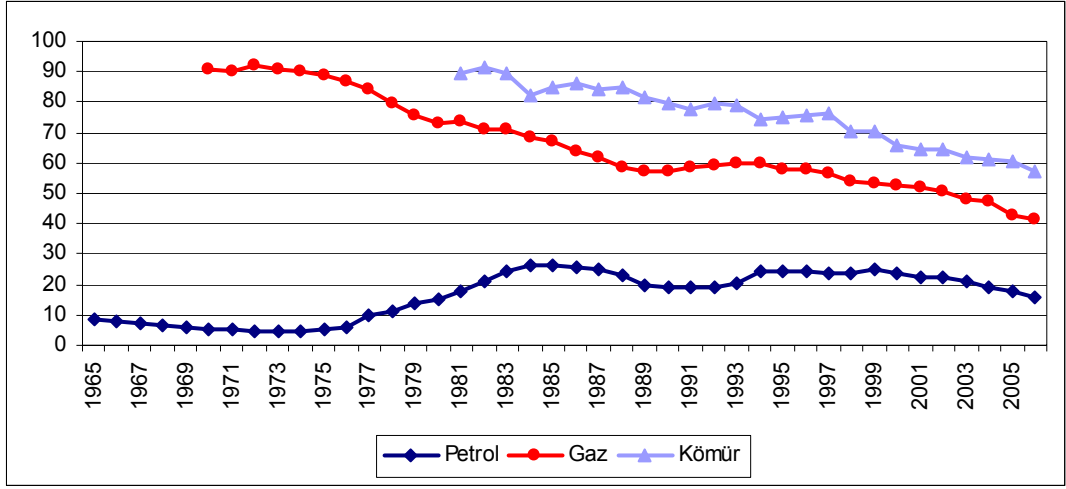
karşılıyarak zirve noktasına çıkan iç üretim, 2006 yılına gelindiğinde, tüketimin ancak %41'ini karşılayabilmiştir (Grafik 2.65)



Grafik 2.66
AB Kömür Üretim Tüketim Dengesi 1965-2006

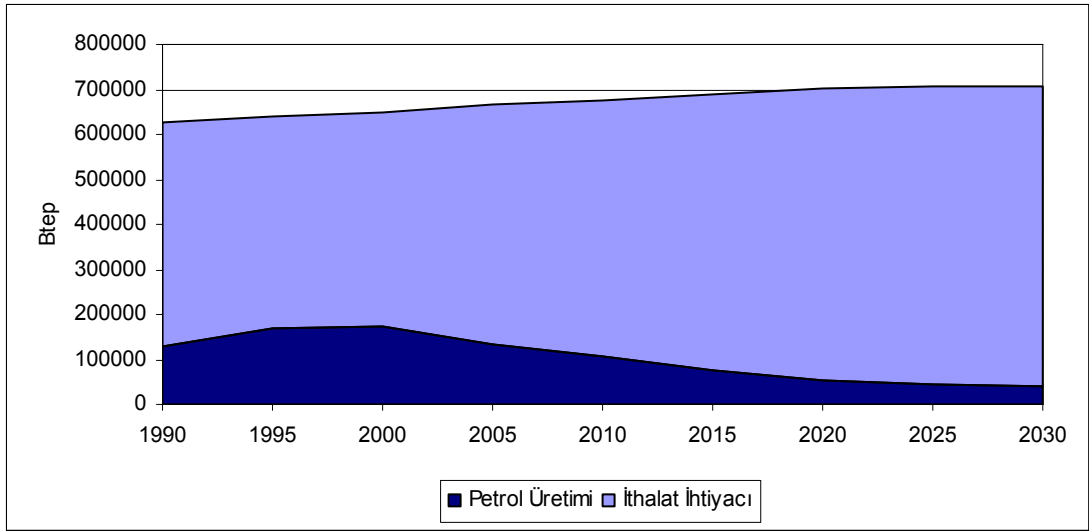
Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB'de kömür tüketiminin tarihi bir düşüş süreci içinde olduğu görülmektedir. Kömürün, 70 ve 80'li yıllarda dünya genelinde olduğu gibi, AB içinde de doğal gaz ve nükleer enerji tarafından ikâmesi kömür tüketiminin azalmasına neden olmuştur. 2000'li yıllarda yenilenebilir kaynakların devreye girmesi bu sürece katkıda bulunmuştur. Dünya genelinde olduğu gibi, AB'de de, daha çok elektrik üretiminde kullanılmaya başlayan kömürün üretimi, tüketime paralel bir düşüş seyri izlemiştir. Bu sürece uygun olarak, AB'nin kömür konusundaki dışarı bağımlılığı da artmıştır. 1982 yılında tüketimin yaklaşık %92'sini karşılayabilen iç üretim, 2006 yılında tüketimin ancak %57'sini karşılayabilmiştir. Diğer iki fosil yakıt olan petrol ve doğal gaza göre, jeopolitik kaygıların daha az ön planda olduğu dünya kömür piyasalarında, artan dışarı bağımlılığın kıta içindeki kömür rezervlerinin yetersizliğinden ziyade, enerjinin diğer boyutları (çevre ve ekonomi, teknoloji) ile ilgili olduğunu kabul etmek gerekmektedir (Grafik 2.66).



Grafik 2.67
AB Fosil Yakıtlarda Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı 1965-2006

Kaynak: BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007”den yararlanılarak hazırlanmıştır.

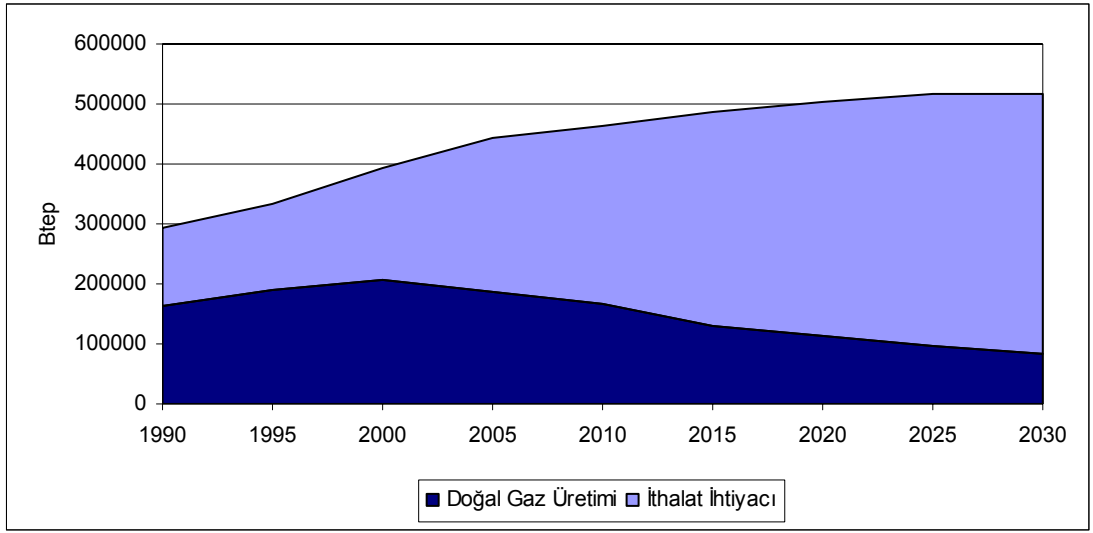


Grafik 2.68
AB Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1990-2030

Kaynak: DG-TREN, “European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030_update_2007/index_en.htm, 2 Eylül 2008, p.96’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

20. yüzyılın son çeyreğinde başlayan ve AB’yi fosil yakıtlar konusunda ithalata bağımlı kılan sürecin artarak devam etmesi beklenmektedir. İlk olarak, fosil yakıtlarda AB’nin azalan iç üretiminin önümüzdeki on yıllarda da süreceği ön görülmektedir. AB tarafından yapılan projeksiyonda Temel Senaryo’ya göre, 2030 yılında, AB’nin petrol üretiminin tüketimi karşılama oranının %5,76’ya, doğal gaz

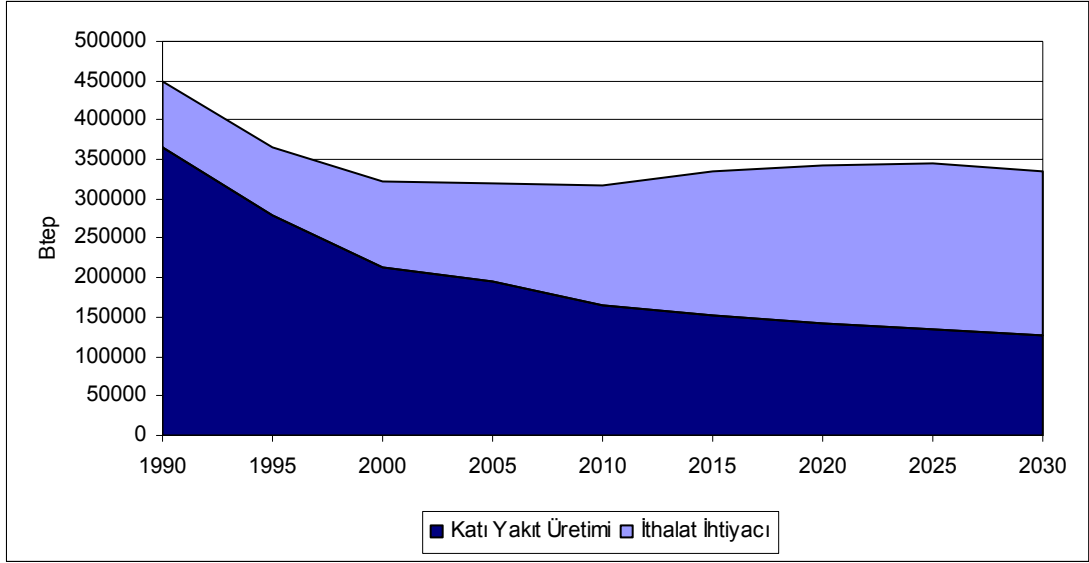
üretimini tüketimi karşılama oranının %16,4'e, katı yakıt üretimini tüketimi karşılama oranının ise %37,4'e gerilemesi beklenmektedir. Yapılan projeksiyonda, 2005-2030 yılları arasında AB petrol tüketimindeki artışın toplamda %6,42 oranında gerçekleşmesi ön görülmektedir. Yavaşlayan ve 2015 yılından sonra azalmağa başlayan petrol tüketimine karşılık, aynı dönemde, AB'nin 2000 yılından beri düşüş sürecinde olan petrol üretiminde toplam %69,3 oranında düşüş gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bu durum, AB'nin petrol konusundaki dışa bağımlılığının daha da artacağı ve %90'ın üzerine çıkacağı anlamına gelmektedir (Grafik 2.68).



Grafik 2.69
AB Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1990-2030

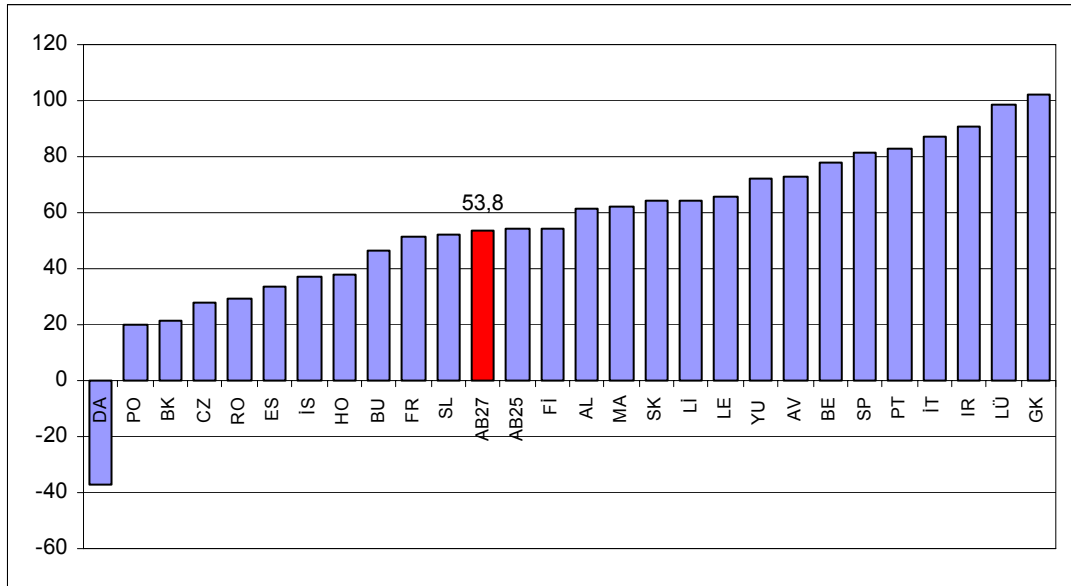
Kaynak: DG-TREN, "European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007", a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2005-2030 periyodunda, AB'nin doğal gaz tüketimindeki artış hızının da petrole paralel bir şekilde yavaşlaması beklenmektedir. Aynı dönemde, tüketimde toplamda %16 oranında artış öngörülmektedir. Tüketim artışındaki yavaşlamaya karşın, iç üretimde meydana gelmesi, ve 2010 yılından sonra hızlanması beklenen düşüşün toplam %54'e ulaşacağı, ve bu durumun AB'nin doğal gaz tüketimi konusundaki dışarıya olan bağımlılığını %80'in üzerine çıkarması ön görülmektedir (Grafik 2.69). AB'de kömür üretiminde 90'lı yıllarda başlayan düşüşün 2015'li yıllara kadar devam etmesi beklenmektedir. Ancak, AB içinde, tüketim ile paralel bir şekilde azalmaya başlayan kömür üretimi nedeniyle, kömür konusunda ithalata olan bağımlılığın da artması ve %60'ın üzerine çıkması beklenmektedir (Grafik 2.70).



Grafik 2.70
AB Kömür Üretim Tüketim Dengesi 1990-2030

Kaynak: DG-TREN, "European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007", a.y.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

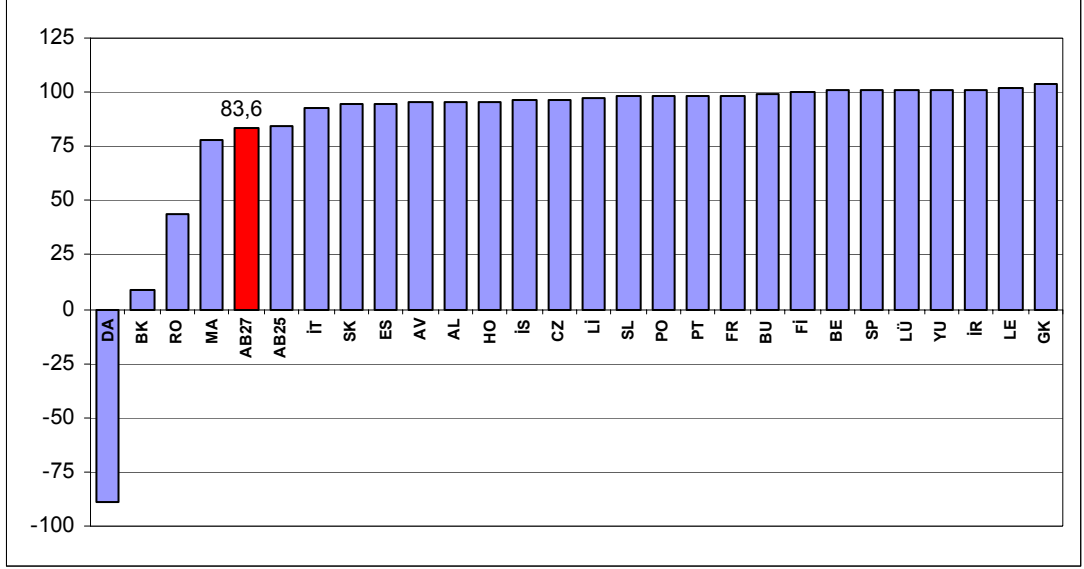


Grafik 2.71
AB Ülkelerinin Enerjide Dışa Bağımlılık Oranı 2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport:Figures and Main Facts"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2006 yılı itibarıyla AB'nin tüm enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı %53,8'dir. AB üyeleri içinde yalnızca Danimarka, net enerji ihracatçısı konumunda

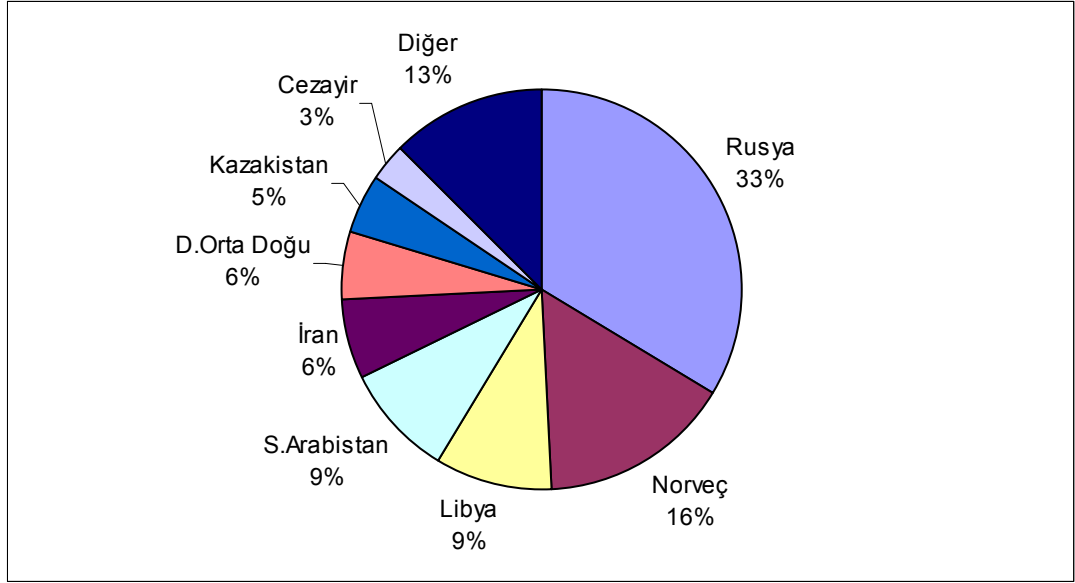
bulunmaktadır. AB'nin büyük ekonomileri içinde bulunan Fransa ve B.Krallık'ın enerji konusunda dışa bağımlılıkları AB ortalamasından daha aşağıda iken, Almanya, İtalya ve İspanya'nın dışa bağımlılıkları AB ortalamasının üstündedir. (Grafik 2.71).



Grafik 2.72
AB Ülkelerinin Petrolde Dışa Bağımlılık Oranı 2006

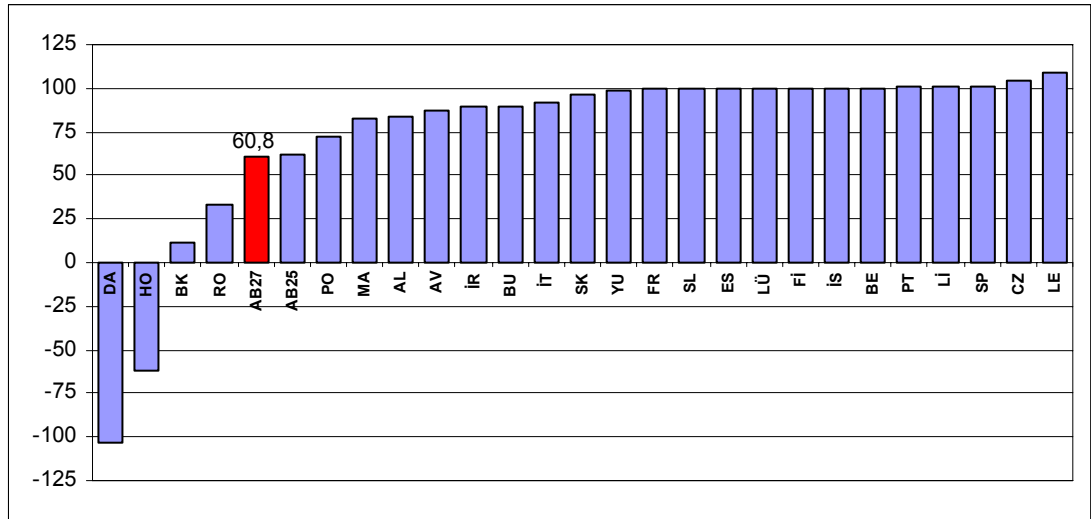
Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport: Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2006 yılında, AB'de petrol konusunda dışa bağımlı olmayan ve net ihracatçı konumunda bulunan tek ülke olarak Danimarka ön plana çıkmaktadır. B.Krallık, Romanya ve Macaristan, AB'nin petrolde %83,6'dan daha düşük oranda dışa bağımlı durumda bulunmaktadır. Rusya ve Norveç, AB'nin petrol ithalatının karşılanmasında en yakın üreticiler olarak ön plana çıkmaktadır. Rusya, AB'nin petrol ithalatında, %33'lük pay ile birinci, Norveç %16 ile ikinci, Suudi Arabistan ve Libya ise %9'ar payla üçüncü sırada yer almaktadır. AB, Orta Doğu petrolüne olan bağımlılığını azaltmasına karşın, Rusya'dan gelen petrole bağımlı hale gelmiş bulunmaktadır (Grafik 2.72).



Grafik 2.73
AB'nin Petrol İthalat Kaynakları 2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport:Figures and Main Facts"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

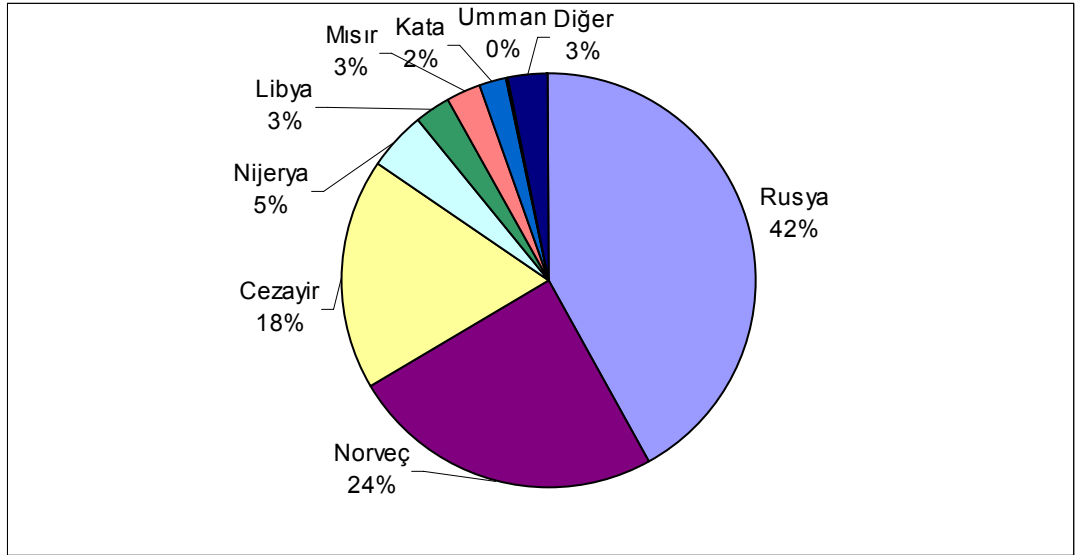


Grafik 2.74
AB Ülkelerinin Doğal Gazda Dışa Bağımlılık Oranı 2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport:Figures and Main Facts"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2006 yılı itibarıyla, AB'nin, doğal gazda dışa bağımlılığı %60,8 oranındadır. Danimarka ve Hollanda AB içinde, net doğal gaz ihracatçısı konumunda bulunmaktadır. B.Krallık ve Romanya'nın doğal gazda dışa bağımlılık oranları AB ortalamasının altında kalmaktadır (Grafik 2.74). Genel olarak dünya petrol

piyasasının entegre yapısı, bir veya birkaç ülke arasındaki petrol ticaretinden ziyade geniş bir petrol havuzundan petrol tedarikini mümkün kıldığı için, petrol konusunda küresel piyasalara bağımlılık normal bir durum olarak kabul edilmektedir. Buna karşın, doğal gaz piyasasının sahip olduğu özellikler, üretici ve tüketici ülkeler arasındaki bağımlılık ilişkisinin daha katı bir görünüm arz etmesine neden olmaktadır⁷⁹. Bu nedenle AB üyeleri için, dış ülkelere doğru artan doğal gaz bağımlılığı daha önemli hale gelmektedir. Rusya ve Norveç, AB'nin doğal gaz ihtiyaçlarının karşılanmasında petrolde olduğu gibi ön plana çıkan iki ülke konumundadır (Grafik 2.75).



Grafik 2.75
AB'nin Doğal Gaz İthalat Kaynakları 2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport: Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Rusya, AB'nin doğal gaz ithalatında %42'lik pay ile ilk sırada yer alırken, Norveç %24, Cezayir ise %18'lik pay ile ikinci ve üçüncü sırada bulunmaktadır. AB üyeleri içinde, özellikle Doğu Avrupa ülkelerinin, yüksek oranda Rusya'dan gelen doğal gaza bağımlı oldukları görülmektedir. Finlandiya, Estonya, Letonya, Litvanya, Slovakya, Bulgaristan, ve Romanya, %100 oranında Rus doğal gazına bağımlı durumda bulunmaktadır. Rus doğal gazına bağımlılık Avrupa'nın batısına doğru azalsa da [Avusturya (%75), Çek Cumhuriyeti (%76), Macaristan (%80), Almanya

⁷⁹ Haghghi, a.g.e., p.65.

(%43), İtalya (%31), Fransa (%24)], Avrupa'nın büyük ekonomileri için bile rahatsız edici bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır⁸⁰. AB'nin doğal gaz ithalatının büyük bir kısmı boru hatları vasıtası ile yapılmaktadır. Rusya'dan gelmekte olan doğal gaz boru hatları, Rusya'dan doğrudan gelen bir boru hattı ile Belarus ve Ukrayna üzerinden geçen hatlar yoluyla sağlanmaktadır. Norveç kaynaklı doğal gaz, 8 noktadan Avrupa'ya giriş yapmaktadır. Bunun yanında, Avrupa kıtasının güneyinden, Fas ve Tunus yoluyla Cezayir'den gelen 2 doğal gaz boru hattı, Libya'dan gelen bir hat, ve İran-Azerbeycan'dan Türkiye vasıtasıyla gelen bir doğal gaz boru hattı, AB'nin doğal gaz ihtiyacının karşılanmasında temel hatlar olarak hizmet vermektedir. AB'ye ulaşmakta olan doğal gaz boru hatlarının yıllık kapasitesinin 310 milyar m³ olduğu bildirilmektedir⁸¹. Bu miktar, 2006 yılı itibarıyla, AB'nin toplam doğal gaz ithalatına denk bir miktardır⁸². Doğal gazın fiziksel özellikleri dolayısıyla, doğal gaz ticaretinde gerekli alt yapıya duyulan ihtiyaç, artan tüketim karşısında yeni boru hatlarının inşasını önemli kılmaktadır. Bu nedenle, AB'nin doğal gaz kaynaklarının yetersizliği yanında, doğal gaz tüketim ihtiyacının karşılanmasında ithalatı mümkün kılan doğal gaz boru hatlarının varlığı ve kapasitesi de önemli hale gelmektedir. AB'ye giriş yapan boru hatlarının kapasitesinin darlığı, AB'nin doğal gaz ithalat kapasitesi açısından önemli bir problemin ortaya çıkmasına neden olmaktadır⁸³ Avrupa'ya gelen Rusya ve Norveç kaynaklı doğal gazın tümü, boru hatları vasıtasıyla taşınmaktadır. 2006 yılı itibarıyla boru hatları ile Avrupa'ya, Rusya, 151,46, Norveç ise 84 milyar m³ doğal gaz göndermiştir. Avrupa'ya güneyden gelen boru hatları, Cezayir'den (İtalya, Portekiz, Slovenya, İspanya'ya) 36,92, Libya'dan (İtalya'ya) 7,69 milyar m³ doğal gaz taşımıştır⁸⁴. AB, doğal gaz boru hatları vasıtasıyla olduğu gibi, LNG yolu ile de doğal gaz ithal etmektedir. AB'nin toplam olarak, 115 milyar m³ kapasiteye sahip, 14 adet LNG terminali bulunmaktadır. LNG terminalleri ile birlikte, AB'nin toplam ithalat kapasitesi 420 milyar m³'e yaklaşmaktadır. Bu kapasitenin büyük çoğunluğu Rusya tarafından gelen

⁸⁰ Susan Handke, Jacques J.de Jong, "Energy as a Bond: Relations with Russia in the European and Dutch Context", Clingendael International Energy Programme, (Çevrimiçi) http://www.clingendael.nl/publications/2007/20070900_ciep_energy_handke.pdf, 2 Eylül 2008, p.49.

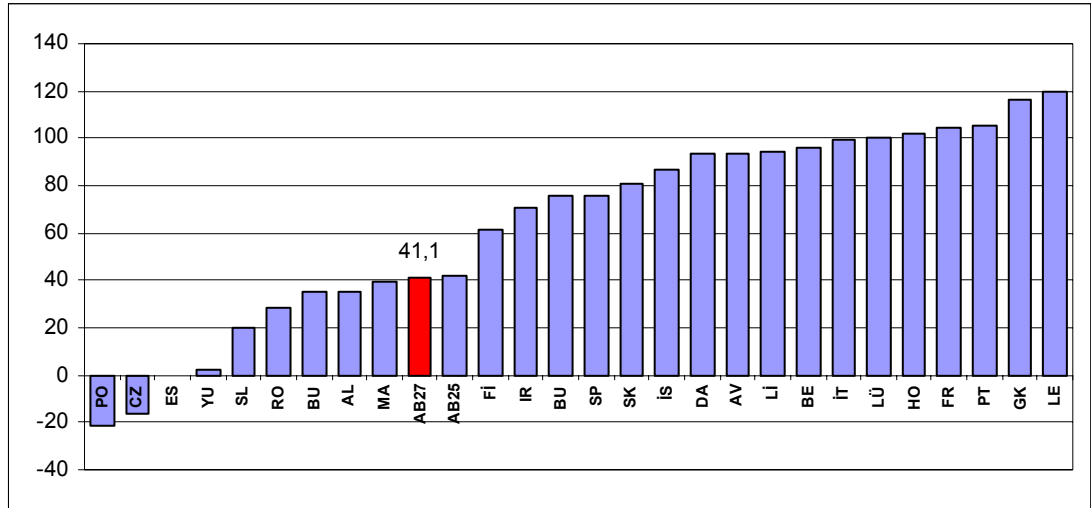
⁸¹ IEA, **IEA Energy Policies Review: The European Union 2008**, p.67.

⁸² DG-TREN, "Energy and Transport: Figures and Main Facts.

⁸³ IEA, **IEA Energy Policies Review: The European Union 2008, a.y.**

⁸⁴ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", p.30.

ancak kullanılmayan boru hatlarına ait bulunmaktadır. AB'nin doğal gaz tüketiminin artış hızındaki yavaşlama da göz önünde bulundurulduğunda, toplam ithalat kapasitesinin gelecek on yıl için yeterli olduğu kabul edilmektedir⁸⁵. Ancak ithalat kapasitesinin büyük çoğunluğunun Rusya yönünden gelen doğal gaz boru hatlarına ait olması, kaynak çeşitlendirmesi açısından bir problem teşkil etmektedir. LNG terminallerinin doğal gaz arz güvenliği açısından sağlamış olduğu esneklik, özellikle Rus doğal gazına olan bağımlılığın azaltılmasında bir seçenek olarak tercih edilmektedir. 2006 yılında, AB, özellikle, Cezayir, Mısır ve Nijerya'dan LNG yoluyla doğal gaz ithal etmiştir. Cezayir'dan LNG vasıtasıyla gelen doğal gaz (Belçika, Fransa, Yunanistan, İtalya, İspanya ve B.Krallık'a) miktarı, 18,95 milyar m³'tür. Mısır'dan LNG yoluya gelen doğal gaz (Belçika, Fransa, Yunanistan, İtalya ve İspanya'ya) 8,45 milyar m³'tür. Nijerya'dan ise (Belçika, Fransa, Portekiz ve İspanya'ya) 11,34 milyar m³ doğal gaz LNG vasıtasıyla AB ülkelerine gelmiştir⁸⁶. AB'ye LNG yoluyla gelen doğal gaz miktarı, doğal gaz yoluyla gelen miktarın yaklaşık %14'üne tekabül etmektedir. Bu durum AB'nin doğal gaz ithalatında, doğal gaz boru hatlarının ağırlıklı olarak rol oynadığını göstermektedir.



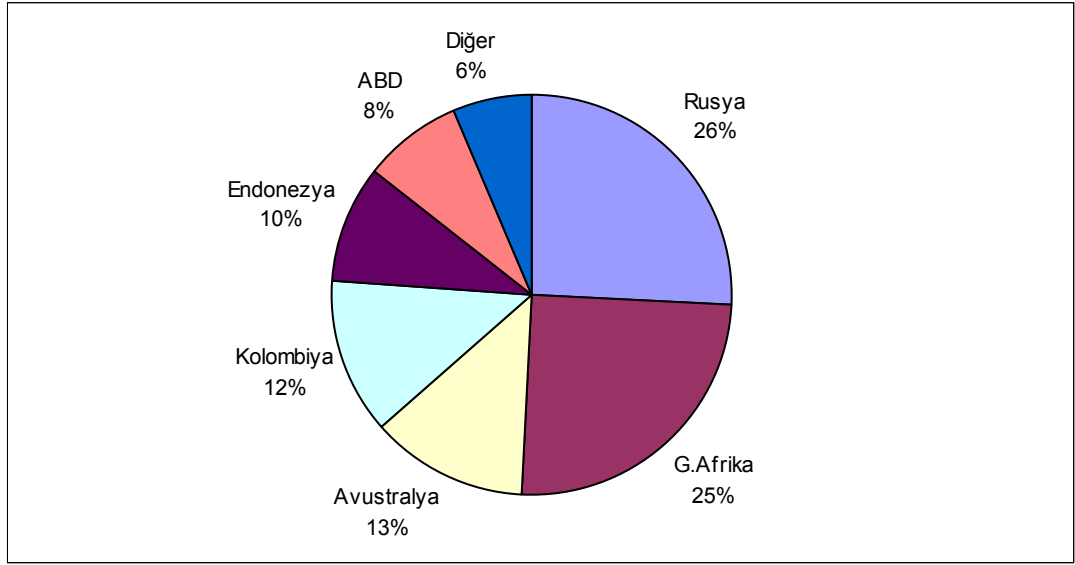
Grafik 2.76
AB Ülkelerinin Kömürde Dışa Bağımlılık Oranı 2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport: Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

⁸⁵ IEA, **IEA Energy Policies Review: The European Union 2008**, a.y.

⁸⁶ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", a.y.

2006 yılında, AB'nin kömür tüketiminde dışa bağımlılığı %41,1 oranında gerçekleşmiştir. AB üyeleri arasında, Polonya ve Çek Cumhuriyeti kömür konusunda net ihracatçı ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Estonya, kendine yeterli konumda bulunurken, Yunanistan, Slovenya, Bulgaristan, Almanya ve Macaristan, kömür tüketiminde AB ortalamasının altında ithalat oranlarına sahip bulunmaktadır (Grafik 2.76).



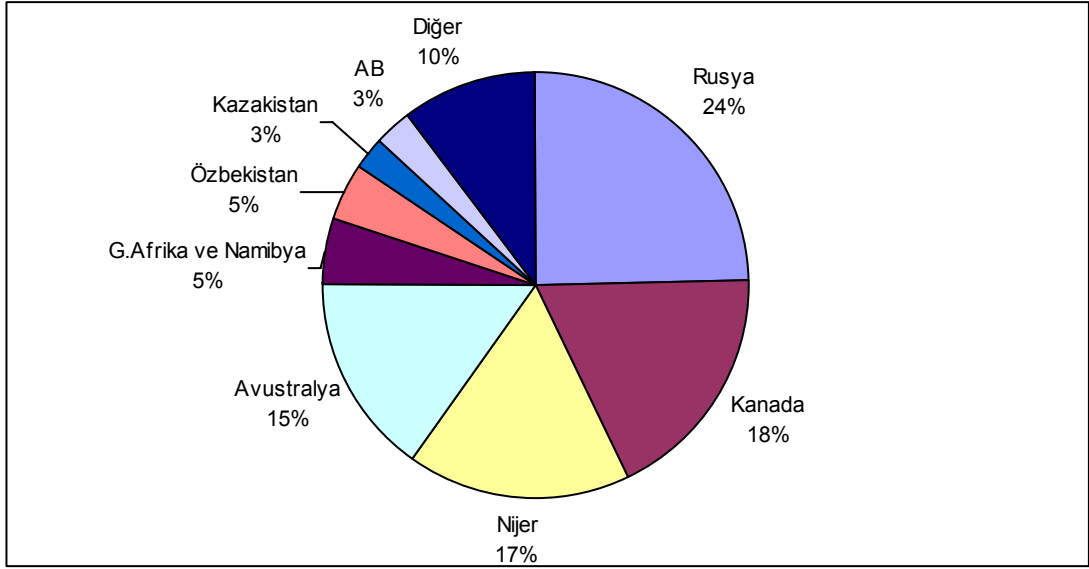
Grafik 2.77
AB'nin Kömür İthalat Kaynakları 2006

Kaynak: DG-TREN, "Energy and Transport: Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB, kömür ithalatı konusunda diğer fosil yakıtlara nazaran, daha iyi kaynak çeşitlendirmesine sahip bulunmaktadır. Dünya kömür rezervlerinin dengeli dağılımı dolayısıyla, Avustralya, Kolombiya, Endonezya gibi ülkeler AB'nin kömür ithalatından pay almaktadır. Ancak, Rusya, diğer fosil yakıtlarda olduğu gibi, kömür konusunda da AB'nin bir numaralı tedarikçisi konumunda bulunmaktadır. AB'nin kömür ithalatında, %26 paya sahip Rusya'nın ardından, %25 ile G.Afrika ikinci, %13 pay ile de Avustralya üçüncü sırada yer almaktadır (Grafik 2.77).

Nükleer santraller, enerji güvenliği açısından önemli avantajlara sahip bulunmaktadır. AB'nin enerji politikaları içinde de tarihi olarak, ilk olarak petrole olan bağımlılığın azaltılması amacıyla önem verilen nükleer enerji santrallerinin,

faaliyetini sürdürebilmesi için ilk olarak, uranyum madenine ihtiyaç duymaktadır. 2007 yılı itibarıyla, AB’de bulunan nükleer santrallere, 2.800 ton tutarında yakıt yüklemesi yapılmıştır. Nükleer santral yakıtları doğal uranyum kullanılarak üretildiği için, yüklenen yakıt miktarından daha fazla doğal uranyuma ihtiyaç bulunmaktadır. 2007 yılında yapılan 2800 ton nükleer santral yakıtı yaklaşık olarak, 19.774 ton doğal uranyuma denk gelmektedir. Gelecek on yıl için, AB’deki nükleer santrallerin doğal uranyum ihtiyacında önemli bir değişiklik beklenmemekte; yıllık ortalama olarak 19.874 ton uranyumun yeterli olacağı tahmin edilmektedir⁸⁷.



Grafik 2.78
AB'nin Uranyum Kaynakları 2006

Kaynak: Euratom Supply Agency, “Annual Report 2007”, (Çevrimiçi) <http://ec.europa.eu/euratom/ar/last.pdf>, 2 Eylül 2008, p.22’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB’nin uranyum kaynakları konusunda da dışarı bağımlı olduğu görülmektedir. Ancak, dünya uranyum rezervlerinin kömürde olduğu gibi dengeli dağılımı, uranyum ithalat kaynaklarının çeşitlendirilmesine imkân tanımaktadır. Rusya, diğer bütün tükenbilir kaynaklarda olduğu gibi, uranyum ithalatında da AB’nin bir numaralı tedarikçisi konumunda bulunmaktadır. 2007 yılında, AB’nin uranyum ithalatının yaklaşık dörtte biri Rusya tarafından sağlanmaktadır. Rusya’nın

⁸⁷ Euratom Supply Agency, “Annual Report 2007”, (Çevrimiçi) <http://ec.europa.eu/euratom/ar/last.pdf>, 2 Eylül 2008, p.17.

ardından, Kanada %18'lik pay ile ikinci, Nijer, %17'lik pay ile üçüncü sırada yer almaktadır (Grafik 2.78).

2.3.6. Teknolojik Boyut

2.3.6.1. Teknoloji ve AB

Teknolojik yönden ileri bir AB ekonomisinin oluşturulması, AB'nin stratejik amaçları içinde yer almaktadır. AB hükümet ve devlet başkanları, 2000 yılındaki Lizbon Zirvesi sonunda, temel hedefleri, AB ekonomisini dünyanın rekabet gücü en yüksek ekonomisi haline getirmek; ve AB içindeki işsizliği azaltmak olan Lizbon Strateji belgesi üzerinde anlaşmışlardır. 2000 yılından sonra düzenlenen zirvelerde Lizbon Zirvesi'nde belirlenen hedeflere yenileri eklenmiştir. Lizbon Stratejisi'nin üç boyutu bulunmaktadır⁸⁸:

- Ekonomik boyut: AB ekonomisinin dinamik, bilgiye dayalı ve rekabet gücü yüksek bir ekonomi haline gelmesini mümkün kılan gerekli adımlar atılmalıdır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, bilgi toplumunda meydana gelen hızlı ve sürekli değişimlere çabuk uyum sağlanmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu amaçla araştırma ve geliştirme faaliyetleri desteklenmelidir.
- Sosyal boyut: AB vatandaşlarının bilgi tabanlı bir ekonomiye uyum sağlaması, işsizliği azaltıcı yönde aktif politikalar izlenmesini ve eğitim alanında yatırımların arttırılmasını gerekli kılmaktadır.
- Çevresel boyut: Lizbon Stratejisi'ne 2001 Göteborg Zirvesi'nde eklenen çevresel boyut, AB'de, ekonomik büyüme ile doğal kaynaklar arasındaki bağlantının azaltılmasını amaçlamaktadır.

⁸⁸ Europa, "Lisbon Strategy", (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/glossary/lisbon_strategy_en.htm, 2 Eylül 2008.

Lizbon Stratejisi'nde belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesi, teknolojik yönden önemli ilerlemeleri gerekli kılmaktadır. Bu yönde politika ve programların geliştirilmesi AB Komisyonu'nun sorumluk alanı içine girmektedir. 2002 Barselano Zirvesi'nde alınan karar gereği, bir Ortak Avrupa Araştırma Alanı'nın kurulması, araştırma-geliştirme faaliyetlerine ayrılan fonların, AB GSYİH'sinin %3'üne kadar yükseltilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma-geliştirme faaliyetlerine ayrılan fonlar, ulusal düzeyde sürdürülen araştırma programlarını birbiri ile uyumlu hale getirerek, AB'nin yararına olacak şekilde uzun dönemli ortaklıklar kurulması yönünde kullanılacaktır⁸⁹.

AB ekonomisini teknolojik yönden daha rekabetçi hale getirmeyi amaçlayan bu çalışmalar, Lizbon Stratejisi'ne uygun olarak enerji alanını da kapsamaktadır. Enerjinin ekonomik faaliyetler açısından önemi dolayısıyla, Lizbon Zirvesi ve sonrasında belirlenen stratejik hedefler, sürdürülebilir bir enerji sisteminin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Örneğin, ekonomik büyüme ve doğal kaynaklar arasındaki bağlantının azaltılması, enerjinin çevresel boyutu itibarıyla, temiz enerji kaynaklarının geliştirilmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca, AB'nin fosil yakıtlar yönünden dışarı olan bağımlılığı, siyasi boyut açısından ithalata olan bağımlılığı azaltarak enerji güvenliğini arttıracak enerji kaynaklarını ön plana çıkarmaktadır. AB içindeki teknolojik hedeflerin gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılan en önemli araçlardan biri Araştırma ve Teknoloji Geliştirme Çerçeve Programları'dır. Lizbon Stratejisi'nin bir parçası olan çerçeve programları, enerji alanında yapılacak çalışmaları da kapsamaktadır. 1984 yılından beri AB içindeki araştırma-geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi amacıyla faaliyette olan çerçeve programlarının yedincisi, 2007-2013 yılları arasında yürürlükte kalacaktır. Altıncı programda, enerji alanındaki araştırmalara yılda 574 milyon € fon ayrılırken, yedinci programda yıllık olarak 886 milyon € fon ayrılması planlanmaktadır⁹⁰.

⁸⁹ IEA, **IEA Energy Policies Review: The European Union 2008**, pp.183.184.

⁹⁰ European Commission, "Towards a European Strategic Energy Technology Plan", Communication From the Commission to the Council the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2006),847 Final, 2007, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/19_strategic_energy_technology_plan.en.pdf, 15 Ocak 2007, p.6.

2.3.6.2. Yeni Enerji Teknolojileri ve AB

AB, geleneksel enerji kaynakları itibarıyla ithalata bağımlı olmasına rağmen, enerji teknolojileri konusunda önemli avantajlara sahip bulunmaktadır. AB, özellikle yenilenebilir enerji teknolojileri itibarıyla dünyada ilk sırada yer almaktadır. 2006 yılında, 300.000 kişiye iş imkânı sağlayan ve senelik olarak 20 milyar €'luk bir pazar büyüklüğüne ulaşan yenilenebilir enerji endüstrisi, AB'nin gelecek yıllarda, enerji kaynakları açısından ithalata olan bağımlılığının azaltılması ve Lizbon Stratejisi hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır⁹¹.

2.3.6.2.1. Rüzgâr Enerjisi

2007 yılı itibarıyla, dünya genelinde, 93.864 MW'ye ulaşan rüzgâr santralleri kurulu gücünün %60'ı (56.535 MW) AB ülkelerinde bulunmaktadır⁹². AB kaynaklı rüzgâr santral üreticileri, dünya pazarına hâkim durumdadır. Örneğin, Danimarka orjinli Vestas firması, 2007 yılı itibarıyla dünya tribün pazarında, %23'lük pay ile lider konumda yer almaktadır. Vestas firması, 63 ülkede, 35.500 adet rüzgâr tribünü inşa etmiş bulunmaktadır⁹³. İspanyol firması Gamesa, 20 ülkede kurmuş olduğu 20.000 MW kurulu güç kapasitesi ile dünya tribün pazarının yaklaşık %15'ini elinde bulundurmaktadır⁹⁴. Alman rüzgâr tribünü firmaları Siemens, RePower, Enercon, dünya piyasasında söz sahibi firmalar olarak ön plana çıkmaktadır.

AB rüzgâr tribün teknolojisinde görülen ilerlemeler, rüzgâr santrallerini, uygun koşullar altında geleneksel teknolojiler ile yarışır yörüngeye sokmuştur. 1985-2005 yılları arasında tribün boyutları 50 kW'den, 5 MW'ye yükselerek 100 kat yükselmiştir. Tribün boyutlarında ilerleme, üretilen elektrik miktarını, ve üretim

⁹¹ European Commission, "Renewable Energy Road Map: Renewable Energies in the 21st Century Building a More Sustainable Future", Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2006)848 Final, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf, 15 Ocak 2007, p.17.

⁹² Global Wind Energy Council, **a.g.e.**, p.10.

⁹³ Vestas, "Our Contribution", (Çevrimiçi) <http://www.vestas.com/en/modern-energy/a-global-challenge/our-contribution.aspx>, 2 Eylül 2008.

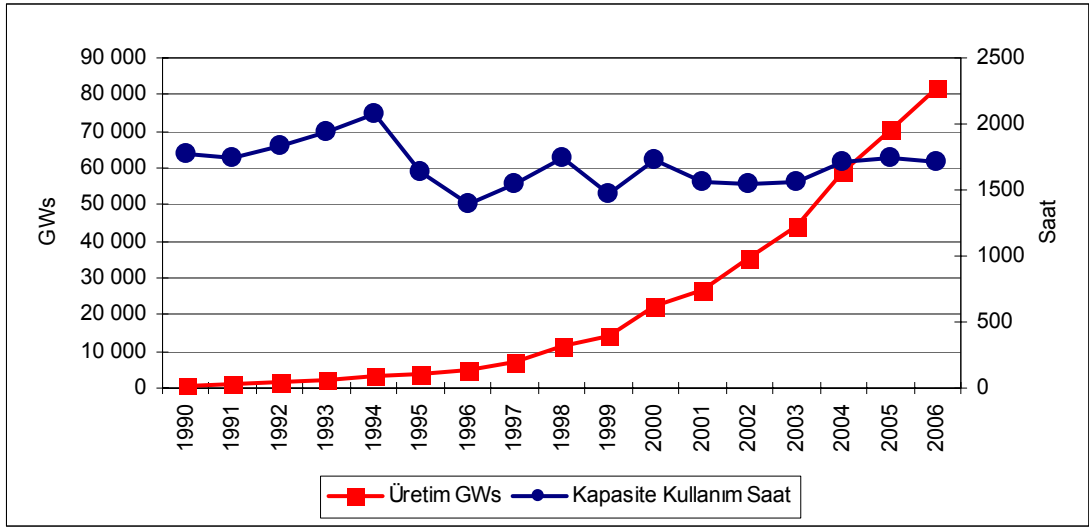
⁹⁴ Gamesa, "Gamesa", (Çevrimiçi) <http://www.gamesa.es/en/gamesa>, 2 Eylül 2008.

maliyetlerini düşürmüştür. 2005 yılında, aynı santral alanında, modern bir rüzgâr tribünü, 20 yıl öncesine göre 180 kat daha fazla elektriği, 20 yıl öncesinin yarı maliyetine üretebilmektedir. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Konseyi, rüzgâr santrallerinin kurulu gücünün 2005 yılındaki 40.000 MW'den 2030 yılında 300.000 MW'ye çıkartılmasını hedeflemektedir. Rüzgâr santrallerinin AB elektrik üretimindeki payının ise, 2005 yılındaki %2,8 değerinden, 2030 yılında, 8,2 kat artırılarak %23'e yükseltilmesi amaçlanmaktadır. 2030 yılında, AB rüzgâr santrallerinin ortalama boyutları karada 2 MW, denizde 10 MW olarak hesaplanmaktadır. 2005 yılında, AB genelinde, 47.000 adet olan rüzgâr tribünü sayısının 1,9 kat artarak, 2030 yılında, 90.000'e çıkartılması; rüzgâr santralleri aracılığıyla üretilen elektriğin ise, aynı dönem itibarıyla 83 TWs'den 11,6 kat artarak 965 TWs'ye yükseltilmesi amaçlanmaktadır. Rüzgâr tribünlerinin operasyon ömürleri, geleneksel termal santrallere göre daha kısadır. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Konseyi, tribün ömürlerini karada 20, denizde 25 yıl olarak tahmin etmektedir. Buna göre, 2005 yılında faaliyette olan bütün rüzgâr tribünlerinin, 2030 yılına kadar yenileri ile değiştirilmesi gerekecektir⁹⁵.

Sera gazı emisyonlarının düşürülmesi ve enerji güvenliği açısından önemli avantajlara sahip rüzgâr santrallerinin, enerji sistemleri içindeki rollerinin genişlemesi, bir takım noktaları ön plana çıkarmaktadır. İlk olarak, rüzgâr santrallerinin yoğun olmayan, dalgalı ve önceden kestirilmesi zor üretim karakteri, modern ve merkezi enerji sistemleri açısından bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İlke olarak, rüzgâr santrallerinin kapasite kullanım oranları, geleneksel termal santrallerin altında kalmakta; ayrıca üretim periyodu itibarıyla dalgalanma göstermektedir. Örneğin AB'deki rüzgâr kurulu gücü 1990-2006 yılları arasında 100 katın üstünde artış göstererek, 439 MW'den, 48.000 MW'ye yükselmiştir. Bu duruma paralel olarak, rüzgâr santralleri tarafından üretilen elektrik üretimi de, 1990 yılındaki 778 GWs değerinden yine 100 katın üstünde bir artış göstererek, 2006 yılında, 81.960 GWs'ye ulaşmıştır. İlk izlenim itibarıyla,

⁹⁵ European Wind Energy Technology Platform, "Wind Energy: A Vision For Europe in 2030", (Çevrimiçi) http://www.windplatform.eu/fileadmin/ewetp_docs/structure/061003Vision_final.pdf, 2 Eylül 2008, pp.6,9.

gerçekleştirilen başarı etkileyici görünmektedir. Ancak, rüzgâr santrallerinin kurulu gücündeki yüksek artışa rağmen, kapasite kullanım oranlarında, çok büyük bir değişme olmamıştır. Elektrik üretimi konusunda iklim ve coğrafi şartlara olan bağımlılık, 1990 yılında AB rüzgâr santral filosunun kapasite kullanım oranı ile 2006 yılındaki kapasite kullanım oranı arasında çok büyük bir farkın ortaya çıkmasını engellemiştir. 1990 yılında, AB rüzgâr santral filosu, yılda 1772 saat elektrik üretimi gerçekleştirebilmiştir. 2006 yılında gelindiğinde ise AB’de bulunan rüzgâr santralleri yılın 1705 saatinde elektrik üretmiştir (Grafik 2.79).

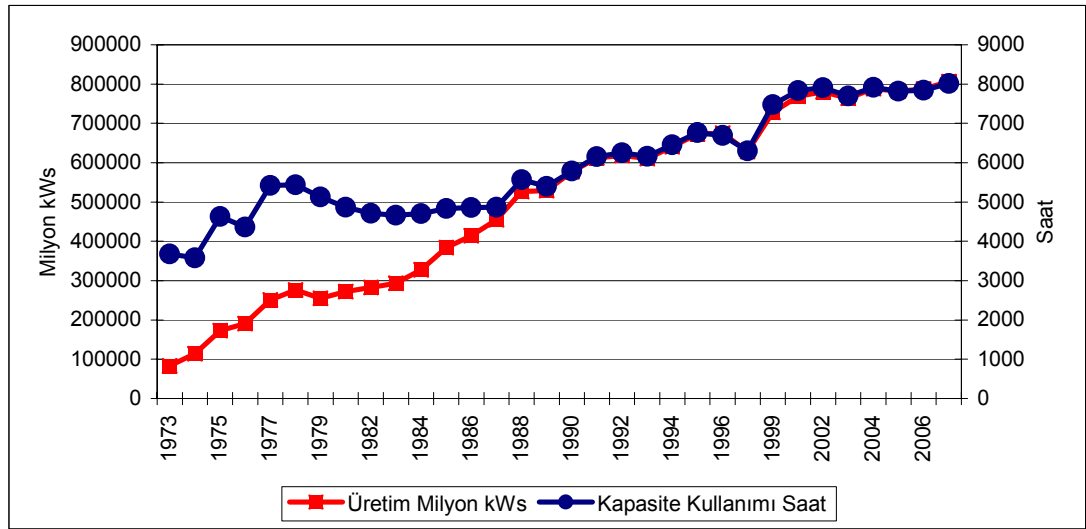


Grafik 2.79
AB'nin Rüzgâr Santralleri Kapasite Kullanım Oranları 1990-2006

Kaynak: EWEA, “European Statistics”, (Çevrimiçi) <http://www.ewea.org/index.php?id=180>, 2 Eylül 2008; DG-TREN, “Energy and Transport: Figures and Main Facts” den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Buna karşın, geleneksel termal santrallerde; kapasite kullanım planlamaları ve dönem sonundaki üretim miktarları arasında, iklim ve coğrafya şartları çok daha az rol oynamaktadır. Dolayısıyla geleneksel termal santraller, yüksek kapasite kullanım oranlarını gerçekleştirebilme potansiyeline sahip bulunmaktadır. Örneğin, ABD nükleer santral filosunun 1973-2007 yılları arasındaki durumu, geleneksel elektrik üretim yöntemi olan nükleer enerjinin, yüksek kapasite kullanım oranındaki gelişmeleri gözler önüne sermektedir. 1973-2007 yılları arasında, ABD nükleer santral filosunun kurulu gücü yalnızca 4,5 kat artış göstermiştir. Buna karşın, aynı dönemde elektrik üretimi yaklaşık 9,7 kat yükselmiştir. 1973 yılında ortalama kapasite kullanım oranı 3.680 gün iken, 2007 yılında 8014 güne ulaşmıştır (Grafik

2.80). AB'nin rüzgâr santral filosu ile ABD'nin nükleer santral filosunun üretim performanslarının karşılaştırılması, kurulu güç miktarındaki gelişmelerden ziyade, gerçek üretim değerlerinin önemini açığa çıkarmaktadır. 2006 yılında 48.000 MW kurulu güç ile AB rüzgâr santral filosu yaklaşık 81 TWhs elektrik üretirken, AB'deki kurulu gücün yaklaşık iki katı (100.000 MW) kurulu güce sahip ABD nükleer santral filosu, 2007 yılında, yaklaşık 806 TWhs (yaklaşık 10 kat fazla) elektrik üretimi gerçekleştirmiştir. Geleneksel bir üretim yöntemi olarak nükleer enerji endüstrisinin son yirmi yılda göstermiş olduğu performans artışı; 1988 yılından sonra, ABD'deki santral filusunda kurulu güç neredeyse sabit kalmasına rağmen (yeni santral inşa edilmemesi nedeniyle) santral filosunun üretmiş olduğu elektrik miktarındaki gelişmede de görülebilmektedir (Grafik 2.81).

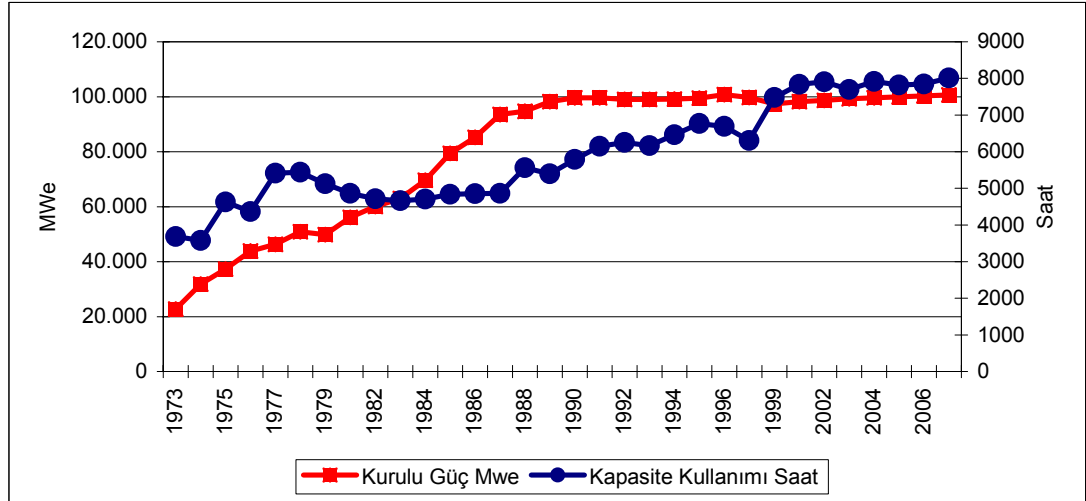


Grafik 2.80
ABD Nükleer Santrallerinin Kapasite Kullanım Oranı 1973-2007

Kaynak: EIA, "Annual Energy Review:Nuclear Energy", (Çevrimiçi) <http://eia.doe.gov/aer/nuclear.html>, 2 Eylül 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Geleneksel elektrik sistemlerinde, büyük elektrik üretim santrallerinin elektrik tüketim merkezlerine uzak oluşu, geniş ve büyük iletim hatlarına ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca, elektriğin depolanma zorlukları, talep ve arz arasında sürekli bir dengeleme mekanizmasını gerekli kılmaktadır. Büyük elektrik santrallerinin bulunduğu merkezi ve büyük iletim sistemleri, tüketici talebindeki dalgalanmalara daha iyi cevap verebildiği gibi, üretim ve iletim hattında meydana gelebilecek aksaklıklarla da daha iyi baş edebilme avantajına sahip bulunmaktadır. Bu durum,

modern ve merkezi enerji sistemlerinin, büyük santrallerin yer aldığı geniş bir iletim ağını, küçük ve izole sistemlere tercih etmesine neden olmaktadır. Bu durum daha küçük kapasiteye sahip çok sayıdaki rüzgâr santrali yerine, büyük kapasiteye sahip az sayıdaki geleneksel termal ve hidroelektrik santrallerin lehine bir durum oluşturmaktadır⁹⁶. Ayrıca, rüzgâr santrallerinin elektrik arzı ile tüketici talebi arasında zaman ve coğrafya boyutunda ortaya çıkan farklılıklar, rüzgâr santralleri için büyük merkezi bir sistemden ziyade, küçük ve dağınık iletim sistemlerinin tercih edilmesini gerekli kılmaktadır. Rüzgâr santrallerinin elektrik üretiminin şehir ve sanayi bölgeleri gibi yoğun tüketim merkezlerinden uzakta bulunması üretilen elektriğin iletimi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, rüzgâr santrallerini mevcut iletim hatlarına dahil etmek ek bir yatırımı gerekli kılmaktadır.



Grafik 2.81

ABD Nükleer Santrallerin Kurulu Güç ve Kapasite Kullanım Oranı Gelişimi 1973-2007

Kaynak: EIA, "Annual Energy Review:Nuclear Energy", 'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2.3.6.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin doğrudan dönüşümünü kullanmayı amaçlayan teknolojiler, dünya enerji sistemi açısından önemli bir potansiyel olarak görülmektedir. Güneş ışığını doğrudan kullanarak elektrik üretiminin ilkeleri 19. yüzyılın ortalarından beri

⁹⁶ EWEA, "Wind Energy Facts:An Analysis of Wind Turbines in the EU-25", (Çevrimiçi) <http://www.ewea.org/index.php?id=33>, 15 Mart 2008, pp.70-75.

bilinmesine karşın, bu yolla elektrik üretimi, pratik olarak 1950 ve 1960'lı yıllarda; özellikle uzay çalışmaları ile başlamış ve bu alanda yoğun olarak kullanılmıştır⁹⁷. Güneş enerjisinden elektrik üretimi, güneş enerjisinin aynalar vasıtasıyla konsantrasyonu ve fotovoltaik teknoloji olmak üzere iki temel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Güneş ışığının parabolik aynalar vasıtasıyla, belli bir noktaya yoğunlaştırılması ve bu yolla elde edilen ısının geleneksel termal santrallerde olduğu gibi elektrik üretiminde kullanılması solar termal konsantrasyon sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Solar konsantrasyon sistemleri, temel olarak güneş ışığı yoğunlaştırıcısı, alıcı, iletim, depolama ve elektrik üretimini sağlayan jeneratörden oluşmaktadır. Güneş ışığı konsantrasyonu vasıtasıyla elektrik üretimi yapan santraller, parabolik yalak, parabolik çanak ve güç kuleleleri olmak üzere temel olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Parabolik-yalak sistemleri, belli bir alana yayılmış parabolik aynalar, ayna merkezlerinden geçen boruların oluşturduğu iletim sistemi, ve sistem merkezinde yer alan elektrik üretim merkezinden oluşmaktadır. Parabolik aynalar vasıtasıyla toplanan güneş ışığı, ayna merkezinden geçmekte olan boruların içindeki yağ ısıtmaktadır. Isıtılmış yağ, boru sistemiyle sistem merkezine iletilmekte, ve burada buhar elde edilmesinde kullanılmaktadır. Elde edilen buhar ise konvansiyonel elektrik santrallerinde olduğu gibi elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Parabolik çanak sistemleri, çanak şeklinde tasarlanmış bir ayna, ayna tarafından yansıtılan ışığın ısını toplayan, ve içinde sıvı bulunan motor içine ileten bir alıcı, ve elektrik üreten bir jeneratörden oluşmaktadır. Güç kule sistemlerinde, içinde erimiş tuz bulunan kuleleler, kule tepesindeki ısı alıcısı ve kule çevresine yerleştirilmiş parabolik aynalardan oluşmaktadır. Aynalar vasıtasıyla toplanan ışık, kule tepesindeki alıcıya yansıtılmakta; toplanan ısı, kule içinde bulunan erimiş tuz çözeltisinin ısıtılmasında kullanılmaktadır. Isı enerjisi, geleneksel yöntemlere uygun olarak daha sonra, elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Erimiş tuz çözeltisinin sahip olduğu ısıyı daha uzun süre koruma özelliği, toplanan güneş ışığı

⁹⁷ European Photovoltaic Technology Platform, "A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology", (Çevrimiçi) http://eupvplatform.org/fileadmin/Documents/PVPT_SRA_Complete_070604_pdf, 2 Eylül 2008, p.6.

vasıtasıyla elde edilen ısının depolanabilmesini ve güneş ışığının olmadığı günlerde de elektrik üretimini mümkün kılmaktadır. Güneş ışığı konsantrasyon sistemlerinin verimlilikleri, kullanılan değişik ısı iletici sıvılar vasıtasıyla güneş ışığı enerjisinin depolanabilmesine imkân sağlanması dolayısıyla fotovoltaik sistemlere göre daha fazla olmaktadır. Ayrıca, bu tip sistemler geleneksel yöntemlere benzer şekilde elektrik üretimi sağladığı için, fosil yakıtlar ile çalıştırılan diğer üretim sistemleri ile birlikte kullanılabilme avantajına sahip bulunmaktadır⁹⁸.

Parabolik yalak sistemleri, parabolik çanak ve güç kulelerine göre daha eski sistemler olarak, ticari açıdan kanıtlanmış projelerdir. İletim sistemine bağlantısının daha kolay yapılması ve kurulu güç açısından daha büyük santrallerin inşa edilmesi (2005 yılı itibarıyla inşa edilen en büyük santral 80 MWe kurulu güç kapasitesine sahiptir), geleneksel termal santraller ile birlikte kullanılabilmesi, inşaat için daha az alan ve materyale ihtiyaç duyması, parabolik yalak sistemlerinin avantajları olarak görülmektedir. Bununla beraber parabolik yalak sistemleri, düşük çalışma ısıları nedeniyle diğer solar konsantrasyonu sistemlerine göre verimlilik dezavantajına sahip bulunmaktadır. Güneş ışığının uygun olduğu durumlarda parabolik yalak sistemlerinin verimlilikleri yükselmesine rağmen, bu sistemlerin ortalama verimliliklerinin ticari olarak %14 (alınan güneş ışığının elektriğe çevrilme oranı) olduğu bildirilmektedir. Güç kuleleri, parabolik yalak sistemlerine göre daha yüksek verimliliklere sahip bulunmaktadır⁹⁹. Örneğin, uygun durumlarda parabolik yalak sistem verimliliği %20'ye yükselebilirken, güç kule sistemlerinin verimliliği %23'e ulaşabilmektedir. Güç kuleleri daha yüksek sıcaklıklarda çalışan sistemler olarak ön plana çıkmaktadır. Parabolik yalak sistemlerinin çalışma sıcaklığı 100-400 C° iken, güç kuleleri 500-1500 C° de çalışmaktadır. Daha yüksek sıcaklık daha fazla buhar basıncı anlamına geldiği için daha yüksek verimlilikleri mümkün kılmaktadır¹⁰⁰. Güç kule sistemleri, parabolik yalak sistemlerinde olduğu gibi geleneksel termal santraller ile hibrid kullanımı, enerji depolama, ve iletim sistemine entegre edilebilme

⁹⁸ US National Renewable Energy Laboratory, “ Concentrating Solar Power”, (Çevrimiçi) http://www.nrel.gov/learning/re_csp.html, 2 Eylül 2008.

⁹⁹ Solar Paces, “Concentrated Solar Thermal Power Now”, (Çevrimiçi) http://www.solarpaces.org/Library/CSP_Documents/Concentrated-Solar-Thermal-Power-Plants-2005.pdf, 2 Eylül 2008, p.13.

¹⁰⁰ Smil, **a.g.e.**, pp.284.,285.

imkânına sahip bulunmaktadır. Bununla beraber, güç kule sistemleri daha küçük çapta (2005 yılı itibarıyla kurulan en büyük santral 10 MWe) projelerdir. Ayrıca, bu tip sistemler nispeten yeni olduğu için ticari olarak işletilebilirliği parabolik yalak sistemlerinden farklı olarak kanıtlanmayı beklemektedir. Parabolik çanak sistemleri daha yüksek çalışma sıcaklıklarına, dolayısıyla daha yüksek verimliliğe (%30) sahiptir. 2005 yılı itibarıyla inşa edilmiş en büyük parabolik çanak santrali 25 MWe olarak verilmekte; ve nispeten yeni sistemler olarak operasyon güvenilirliğinin kanıtlanması gerekmektedir¹⁰¹.

Solar konsantrasyon sistemleri yeni teknolojiler olduğu için, elektrik üretim maliyetleri konusunda geçmiş operasyon bilgilerinden ziyade gelecekte hedeflenen maliyetler ön plana çıkmaktadır. Parabolik yalak sistemleri teknolojik olarak daha olgun sistemler olması nedeniyle ticari işletim geçmişi açısından daha net bilgilerin elde edilmesine imkân sağlamaktadır. ABD Kaliforniya'da 1980'li yıllardan beri üretim yapmakta olan parabolik yalak santralının toplam elektrik üretim maliyeti, 14-17 \$cent/kWs olarak verilmektedir¹⁰². Geleneksel elektrik üretim teknolojilerinden, kömür, doğal gaz ve nükleer enerji santrallerinin üretim maliyetleri 6-8 \$cent/kWs'nin (yapılan varsayım ve santral tipindeki farklılıklara göre değişmekle birlikte) altında hesaplanmaktadır¹⁰³. Elektrik üretim maliyetleri, güneşe ulaşabilme imkânları tarafından yakından etkilendiği için, bu tip teknolojilerin üretim maliyetleri büyük farklılıklar göstermektedir. Avrupa'da inşa edilmekte olan projelerde parabolik yalak sistemleri için üretim maliyetlerinin 7-8 €cent/kWs (kombine çevrim teknolojisine sahip bir doğal gaz santrali 3,5-4,5 €cent/kWs, karada kurulu bir rüzgâr santrali 3,5-17,5 €cent/kWs toplam üretim maliyetine sahiptir) olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Eğer solar sistem, bir doğal gaz santrali ile entegre bir şekilde kullanılırsa, maliyetlerin kısa vadede 6-7 €cent/kWs, uzun vadede ise 5 €cent/kWs olarak gerçekleşeceği ön görülmektedir. Güç kule sistemlerinin maliyetlerinin kısa

¹⁰¹ Solar Paces, a.y.

¹⁰² A.e. p.4.

¹⁰³ IEA, **World Energy Outlook 2006**, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.367.368.

ve uzun vadede 7-5 cent/kWs olarak gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Parabolik anak sistemleri için ise 14-17 cent/kWs maliyet hedefi olarak koyulmaktadır¹⁰⁴.

2005 yılı itibarıyla solar konsantrasyon sistemleri dünya genelinde 354 MWe kurulu güç kapasitesine ulaşmış bulunmektedir. Bu miktar rüzgâr santrallerinin 2007 yılı itibarıyla ulaşmış olduğu 93.864 MW'ye göre oldukça düşük kalmaktadır. Bu durum, solar konsantrasyon teknolojilerinin rüzgâr santrallerinden yaklaşık 20 yıl daha geriden geldiği anlamına gelmektedir. Ancak, gelecek ile yapılan projeksiyonlar, solar konsantrasyon sistemlerinin sunmuş olduğu avantajlar dolayısıyla (geleneksel santraller ile hibrid kullanımı ve enerji depolanmasını mümkün kılması) büyük bir potansiyele sahip olduğu yndedir. 2025 yılında, solar konsantrasyon kurulu güç kapasitesinin 36.000 MWe'ye, 2040 yılında ise 600.000 (AB'nin, 2006 yılında toplam elektrik kurulu gücü yaklaşık 760.000 MW) MWe'ye ulaşarak dünya elektrik talebinin %5'ini karşılayacağı tahmin edilmektedir. AB içinde, İspanya (500 MWe), İtalya (40 MWe), ve Yunanistan (50 MWe) solar konsantrasyon santralleri konusunda çalışmaların devam ettiği lkelerdir¹⁰⁵.

Fotovoltaik teknoloji, solar konsantrasyon sistemlerine göre çok daha fazla bilinen bir teknoloji olarak ön plana çıkmaktadır. Güneş pilleri ya da fotovoltaik piller olarak da isimlendirilen paneller, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirebilen yarı iletken maddelerden üretilmektedir. Silisyum güneş pili yapımında en çok kullanılan malzemedir. Silisyumun yanında galyum, arsenit, ve kadmiyum tellür gibi yarı iletken materyaller, güneş pillerinin üretiminde kullanılmaktadır. Kristalli sikon teknolojisi ise, güneş pili üretiminde en çok kullanılan yöntemdir. Mono, amorf, ve poli silisyum, kristalli sikon teknolojisinde kullanılan temel malzemelerdir. Çok kristalli silisyum, veriminin ykseklিđi nedeniyle, amor kristalli silisyum ise, işleme ve üretim kolaylıkları nedeniyle tercih edilmektedir. Kristalli sikon teknolojisi, tedarik imkânlarının genişliği, üretilen güneş pillerinin yüksek verimi (laboratuvar ortamında yaklaşık %20), eski ve bilinen bir teknoloji olması gibi nedenlerle güneş pili üretiminde hâkim durumda

¹⁰⁴ Solar Paces, a.g.e., p.5.

¹⁰⁵ A.e., p.6.

bulunmaktadır. Üretimin otomasyona geçmemiş oluşu, büyük miktarda sikonun üretim sürecinde tüketilmesi, ve üretim sürecinin enerji yoğunluğu, kristalli sikon teknolojisinin dezavantajları olarak kabul edilmektedir. Diğer bir güneş pili üretim teknolojisi olan ince film teknolojisinde ise, galyum ve arsenit gibi malzemeler kullanılmaktadır. İnce film yapımında kullanılan materyaller, silikona göre daha pahalı olmasına rağmen, cam, çelik gibi malzemelerin üzerine kaplanabilmektedir. İnce film teknolojisi, büyük miktarda üretime imkân sağlayan özelliklere sahiptir. Üretim sürecinde düşük işgücü, enerji ve materyal ihtiyacı, ince film teknolojisinin avantajları olarak kabul edilmektedir. Dünya güneş pili üretiminde, %95 oranında kristalli sikon kullanılmaktadır¹⁰⁶. Güneş pilleri vasıtasıyla elektrik üretimi gerçekleştiren sistemler, güneş panelleri ve kurulacak sistemi dengeleyici ekipmanlardan (sistemin gerilimini düzenleyici elektronik aletler, kablolar, enerji depolayan akümülatorler vb) oluşmaktadır. Dolayısıyla dengeleyici ekipmanlar da sistemin maliyeti içinde yer almaktadır¹⁰⁷.

Dünya güneş pili pazarı, rüzgâr santrallerinde olduğu gibi yılda %40'a yaklaşan oranlarda büyümektedir. 2006 yılı itibarıyla, dünya güneş pili üretimi 2.520 MWe'ye ulaşmış bulunmaktadır. Almanya ve Japonya, dünyanın iki büyük güneş pili pazarı olarak ön plana çıkmaktadır. 2006 yılında, 1.153 MWe'lik güneş pili Almanya, 286,6 MWe'lik güneş pili ise, Japonya pazarında satılmış bulunmaktadır. Almanya, en büyük güneş pili pazarı olmasına rağmen, dünyanın en büyük güneş pili üreticisi değildir. Japonya, dünya güneş paneli üretiminde lider konumda bulunmaktadır. 2006 yılı itibarıyla dünyada en büyük on güneş paneli üreticisi firmanın* dördü, Japon firmasıdır. 2006 yılında, Japon firması Sharp, %17,2'lik pay ile dünya pazarında lider konumda bulunmaktadır¹⁰⁸. AB içinde en büyük panel üreticisi olarak Alman firmaları ön plana çıkmaktadır. Alman firmaları Q Sells (2. sırada) ve Solar

¹⁰⁶ European Commission, “ A Vision for Photovoltaic Technology”, (Çevrimiçi) <http://www.eupvplatform.org/fileadmin/Documents/vision-report-final.pdf>, 2 Eylül 2008, pp.19,20.

¹⁰⁷ European Photovoltaic Technology Platform, **a.g.e.**, p.6.

* 1 Sharp (Japonya), 2 Q Cells (Almanya), 3 Kyocera (Japonya), 4 Suntech (Çin), 5 Sanyo (Japonya), 6 Mitsubishi Electric (Japonya), 7 Motech (Tayvan), 8 Schott Solar (ABD/Almanya) 9 BP Solar (Uluslararası) 10 Solar World (ABD/ Almanya)

¹⁰⁸ Arnulf Jager Waldau, “ PV Status Report 2007”, (Çevrimiçi) http://sunbird.jrc.it/refsys/pdf/PV_StatusReport_2007.pdf, 2 Eylül 2008, pp.8,9.

World (10. sırada) dünyanın en büyük güneş paneli üreticisi firmaları arasında yer almaktadır. Alman firmalarının, 2020 yılında, 400 milyar €'luk bir büyüklüğe ulaşması beklenen dünya güneş pili pazarında, 80 milyar €'luk ihracat yapacağı tahmin edilmektedir¹⁰⁹. Dünya güneş pili üretiminde hâkim durumda bulunan on büyük firmanın pazar payı, dünya panel üretimindeki artış ile birlikte düşüş süreci içinde bulunmaktadır. 2004 yılında en büyük on firma, dünya pazarının %80'ine sahip iken, 2006 yılında bu firmaların pazar payları %66'ya gerilemiştir¹¹⁰. Güneş paneli üretimi ülke bazında incelendiğinde, 2006 yılında Japonya'nın %36,4, Almanya'nın %20, Çin'in %15,1, Tayvan'ın %6,7 paya sahip olduğu görülmektedir¹¹¹. AB, rüzgâr santrallerinde olduğu gibi, güneş enerjisi konusunda da dünyada lider konumda bulunmaktadır. 2007 yılı itibarıyla, dünyada toplam fotovoltaik kurulu güç kapasitesinin 9.000 MWe'yi aşması beklenmektedir. AB'de 2007 yılında 1103'ü Almanya'da olmak üzere toplam 1541 MWe fotovoltaik kapasite kurulmuş; ve toplam kurulu güç kapasitesi, 4.689 MW'ye (3.846 MW'si Almanya'da) ulaşılmıştır¹¹².

Güneş pili teknolojisi gelişmekte olan bir teknolojidir. Güneş panelleri, günümüz enerji sistemi içinde çok büyük bir rol oynamamaktadır. 2006 yılında AB'deki fotovoltaik güneş pili kurulu gücü yaklaşık 2,9 GWe; bu paneller tarafından üretilen elektrik ise, 2,7 TWs olmuştur. Bir karşılaştırma yapmak açısından, 1,3 GW kurulu güç kapasitesine sahip bir nükleer santral 8760 saat olan bir yıl içinde, 7.000 saat üretim yaptığı varsayılırsa, yaklaşık 9,1 TWs elektrik üretebilmektedir. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak, üretim miktarı ve kurulu güç arasındaki oran, güneş panellerinin de rüzgâr santrallerine benzer bir şekilde kapasite kullanım oranının düşük olduğunu göstermektedir (yaklaşık olarak yılda 908 saat). Ancak, rüzgâr santralleri, fotovoltaik teknolojiye göre daha ileride bulunmaktadır. Örneğin,

¹⁰⁹ David Brierley, "Europe's Green Giant Cleans Up", **CNBC European Business**, January/Februrary 2007, p.32.

¹¹⁰ Waldau, a.y.

¹¹¹ European Photovoltaic Technology Platform, "Photovoltaic Fact Sheet: The Status of PV Industry", (Çevrimiçi) http://www.eupvplatform.org/fileadmin/Documents/FactSheets/PVPT_Fact_Sheet_Sheet_Status_of_industry.pdf, 2 Eylül 2008, p.1.

¹¹² EuroObserver, "Photovoltaic Energy Barometer", (Çevrimiçi) http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro184.pdf, 2 Eylül 2008, pp.51,52.

2006 yılında Almanya’da rüzgâr santrallerinin kurulu gücü yaklaşık 20,3 GW’ye ulaşmış; bu santraller yılda yaklaşık 30,7 TWs elektrik üretimi gerçekleştirmiştir¹¹³.

Fotovoltaik endüstrisinin, teknoloji olgunlaştıkça, artan verimlilik ve düşen maliyetler ile birlikte geçmişte göstermiş olduğu hızlı gelişmeye gelecekte de devam etmesi beklenmektedir. 2007 yılında 9 GWe olan toplam fotovoltaik kurulu güç kapasitesinin 2012 yılında 44 GWe’ye ulaşacağı ön görülmektedir¹¹⁴. Fotovoltaik teknoloji, rüzgâr santrallerinde olduğu gibi, son 20 yılda verimlilik ve maliyetler açısından çok büyük bir ilerleme göstermiştir. Sistem verimliliği 1980’de %8 iken, günümüzde %15’lere kadar yükselmiştir. Aynı dönemde, elektrik üretim maliyeti, güneş potansiyelinin uygun olduğu güney Avrupa ülkelerinde, 2 €/kWs’ten, 0,3 €/kWs’ye kadar düşmüştür. Kilowatt-satt başına 30 ¢cent’lik üretim maliyeti, doğal olarak, geleneksel santrallerden yüksektir. Ancak, 2030 yılına kadar, güneş enerjisi potansiyelinin daha yüksek olduğu güney Avrupa ülkelerinde, elektrik üretim maliyetinin, sistem verimliliğinin %25’e yükselmesi ile birlikte 6 ¢cent/kWs’ye kadar düşeceği tahmin edilmektedir. Bu maliyet düşüşü, fotovoltaik teknolojinin, günümüzdeki termal santrallerin üretim maliyetleri ile rekabet edebilir konuma gelmesini sağlayacaktır. Verimlilikteki artış ve maliyet düşüşü ile birlikte, 1980’li yıllarda, 10 yıl olan sistemin geri ödeme süresinin, 2030 yılında, 6 aya kadar düşeceği ön tahmin edilmektedir¹¹⁵.

2.3.6.2.3. Biyo Yakıtlar

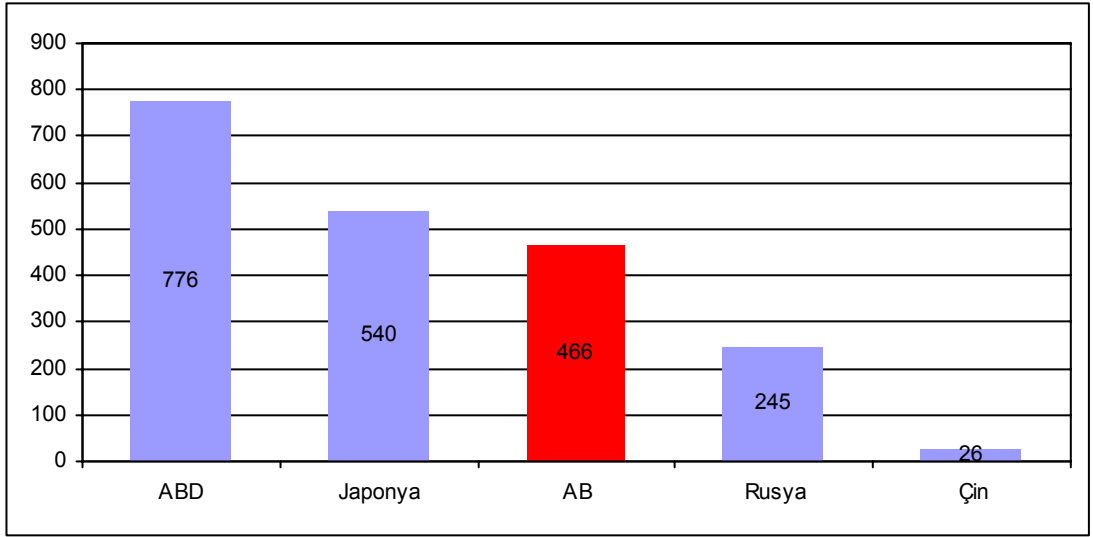
Ulaşım alanında petrolün ağırlıklı rolü, petrole alternatif olabilecek yakıtlar konusunda yeni arayışlara yol açmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde artan kişi başına gelir ile birlikte otomobil sahipliğinin, AB ve ABD gibi gelişmiş ekonomilerin seviyesine yükselme ihtimali dünya petrol talebi üzerinde gelecek

¹¹³ Waldau, **a.g.e.**, p.74.

¹¹⁴ European Photovoltaic Industry Association, “Global Market Outlook for Photovoltaics until 2012”, (Çevrimiçi) [http:// www. epia. org/ fileadmin/ EPIA _docs/ publications/ epia/ EPIA _MarketPublication_18feb.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/publications/epia/EPIA_MarketPublication_18feb.pdf), 2 Eylül 2008, p.4.

¹¹⁵ European Photovoltaic Technology Platform, “A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology”, p.8.

yıllarda önemli bir baskının oluşması ihtimalini güçlendirmektedir. Örneğin, 2006 yılı itibarıyla, AB’de toplam otomobil sayısı 230, ABD’de 231,9 milyon iken, Çin’de sadece 33,9 milyondur. Toplam otomobil sayısı yanında kişi başına düşen otomobil sayısı değerleri, AB ve ABD gibi gelişmiş ekonomiler ile Çin gibi gelişmekte olan ekonomiler arasında uçurumun büyüklüğünü göstermektedir. 2006 yılında, AB’de 1000 kişi başına 466 otomobil düşerken, Çin’de 26 otomobil düşmektedir (Grafik 2.78). Dünya nüfusunun büyük bir bölümünün gelişmekte olan ülkelerde yaşadığı düşünülürse, gelecek yıllarda gelişmekte olan ülkelerdeki otomobil sahipliğindeki yükselmenin dünya otomobil parkına yapabileceği katkı daha iyi anlaşılabilir.



Grafik 2.82
AB ve Dünyada Bin Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı

Kaynak: DG-TREN, “Energy and Transport: Figures and Main Facts”den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Biyo yakıtlar, temel olarak biyolojik tabanlı tarım ürünlerinden üretilmektedir. Etanol ve biyodizel, biyoyakıtlar içinde en çok bilineni ve otomobil yakıtı olarak kullanılanlarıdır. Etanol, ilke olarak, içinde şeker ya da nişasta içeren bütün tarım ürünlerinden üretilmektedir. Etanol üretimi, basit olarak şekerin fermentasyon yoluyla alkole dönüşümünü içermektedir. Bu nedenle, şeker kamışı ve şeker pancarı gibi şeker içeren bitkisel ürünler etanol üretimi için en uygun tarımsal ürünler olarak ön plana çıkmaktadır. Mısır, buğday, ve içinde nişasta bulunduran diğer tarımsal ürünler, etanol üretimi için ideal kaynaklardır. Etanol üretiminde kullanılan biyolojik organizmalar, enzimler, nişasta dönüşümü, ve şeker fermentasyonu, ticari anlamda

kanıtlanmış ve hazır teknolojiler olduğu için, etanol üretimi çok büyük bir teknolojik atılımı gerekli kılmamaktadır. İçinde bol şeker bulunan şeker kamışının, Brezilya gibi tropik ülkelerde bol bulunan bir ürün olması, bu ülkelerde etanol üretiminde, şeker kamışının tercih edilmesine neden olmaktadır. ABD ve Avrupa ülkelerinde ise, içinde nişasta bulunan mısır ve buğday gibi tarımsal ürünler, etanol üretiminde daha çok tercih edilmektedir. Bitki hücrelerinde nişasta ve şeker dışında bol miktarda bulunan selüloz da teknik olarak etanol üretiminde kullanılabilir. Ancak, selülozun fermentasyon yoluyla alkol üretiminden önce, şekere dönüştürülme zorunluluğu, selülozdan etanol üretimini zorlaştırmaktadır. Dünya genelinde, bitkilerin yeşil kısımları kullanılarak etanol üretimi yapan ticari bir tesis bulunmamaktadır. Ancak, bu yöntemin hayata geçirilmesi için laboratuvar çalışmaları devam etmektedir. Çimen, ağaç gibi bütün yeşil bitkilerin biyo yakıt üretiminde kullanılması, ikinci nesil biyo yakıt teknolojisi olarak adlandırılmaktadır. Şeker kamışından etanol üretimi, Brezilya gibi ülkelerde diğer yöntemlere göre, çok daha az maliyetli olmaktadır. Örneğin Avrupa'da etanolün litresi, şeker pancarı kullanılarak 0,42-0,60 \$, buğday kullanılarak 0,35-0,62 \$'a yapılabilirken, Brezilya'da etanolün litresi şeker kamışı kullanılarak 0,23 \$'a üretilmektedir¹¹⁶. Biyodizel, temel olarak yeni ya da kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağlardan kimyasal yöntemler yardımıyla üretilmektedir. Biyodizel, içinde yağ bulunan ayçiçeği, kolza, soya gibi 50'ye yakın bitki çeşidi kullanılarak üretilmektedir¹¹⁷. Biyodizel, etanolün tersine, daha çok Avrupa ülkelerinde üretilmekte ve kullanılmaktadır. Avrupa ve ABD'deki biyodizelin litresinin üretim maliyeti 0,35-0,80 \$ arasında değişmektedir¹¹⁸.

Biyo yakıtların kullanımı, enerji sistemi açısından bazı hususları açığa çıkarmaktadır¹¹⁹:

¹¹⁶ IEA, **Biofuels for Transport: An International Perspective**, Paris, OECD/IEA, 2004, pp.71,75.

¹¹⁷ Hüseyin Ögüt, Hidayet Oğuz, **Biyodizel: Üçüncü Milenyumun Yakıtı**, 2. Basım, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2006, ss.25,31.

¹¹⁸ IEA, **Biofuels for Transport: An International Perspective**, p.80.

¹¹⁹ A.e., p.20,23.

- Biyo yakıtlar, bitkisel ve hayvansal hammaddeleri kullandığı için fiziksel açıdan yenilenebilir karaktere sahip bulunmaktadır.
- Biyo yakıtlar, toplam üretim süreci itibarıyla, petrol bazlı yakıtlara göre CO₂ başta olmak üzere daha az sera gazı emisyonuna neden olmaktadır.
- Biyo yakıtların üretimi, tarım sektöründe üretim ve istihdam artırıcı özellikler içerdiği için, hükümetler tarafından kırsal politikalar açısından avantajlı olarak değerlendirilmektedir.
- Biyo yakıtların üretiminin dünyanın pek çok bölgesinde yapılabilmesi, petrole olan bağımlılığın azaltılması açısından enerji güvenliğini artırıcı bir unsur olarak görülmektedir.
- Biyo yakıtların üretimi, önemli bir teknolojik yatırımı gerektirmediği için, mevcut enerji alt yapısı ve araçlarla kullanılabilirliktedir.
- Biyo yakıtlar, şeker ve tahıl ürünleri başta olmak üzere, tarımsal ürün ve arazilerin kullanılmasını gerektirdiği için, besin ve yakıt ihtiyaçlarının karşılanması arasında önemli bir gerilimin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

UEA, 2005 yılında 20 Mtep olan biyo yakıt üretiminin, 2030 yılında, Referans Senaryo'ya göre, 92, Alternatif Senaryo'ya göre, 147 Mtep'e yükseleceğini tahmin etmektedir. 2005 yılında, biyo yakıtlar, dünya karayolu ulaşımında yakıt ihtiyacının %1'ini karşılamaktadır. 2030 yılında, bu oran Referans Senaryo'ya göre, %4'e, Alternatif Senaryo'ya göre, %7'ye yükselecektir. 2005 yılında, dünyada bulunan ekilebilir arazinin yaklaşık %1'i yani 14 milyon hektar alan biyo yakıtların üretimi için kullanılmaktadır. Referans Senaryo'ya göre bu oranın, %2,5'e, Alternatif Senaryo'ya göre, %3,8'e yükselmesi beklenmektedir¹²⁰.

2007 yılında, AB'de biyo yakıtların ulaşım sektöründeki payı %2,6'ya ulaşmış bulunmaktadır¹²¹. AB Komisyonu, biyo yakıtların ulaşım sektöründeki payının artırılması görüşündedir. Komisyon'a göre, 2020 yılına kadar biyo yakıtların ulaşım

¹²⁰ IEA, **World Energy Outlook 2006**, p.385.

¹²¹ EuroObserver, "Biofuels Barometer", (Çevrimiçi) http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro185.pdf, 2 Eylül 2008, p.1.

sektöründeki paylarının arttırılması maliyetinin AB'ye olan maliyeti, petrol varil fiyatının 48 \$ olması durumunda yıllık olarak 11,5-17,2 milyar, 70 \$ olması durumunda 5,2-11,4 milyar € olacaktır. Petrole olan bağımlılığın azalması, biyo yakıtların AB içinde üretilebilme imkânı ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi nedenler, Komisyon'un, biyo yakıtların ulaşım sektöründeki payının arttırılması konusundaki olumlu görüşünü desteklemek için ileri sürülmektedir. Örneğin, Komisyon'a göre, biyo yakıt kullanımı AB içinde, petrol stoklarının tutulması ihtiyacını azaltarak yıllık olarak 1 milyar €'luk bir kazanca imkân sağlayacaktır. 2020'ye kadar, ulaşım sektöründe biyo yakıtların payının %14'e yükseltilmesi, AB içinde 144.000 ek iş ve %0,23 daha fazla GSYİH anlamına gelmektedir. AB Komisyon'una göre, Avrupa'da üretilen biyo yakıtlar, petrol bazlı yakıtlara göre, %35-50 oranında daha az sera gazı emisyonuna sahiptir¹²².

AB'nin 2003 yılında yayınlamış olduğu biyoyakıtlar üzerine olan direktif, 2010 yılına kadar biyo yakıtların ulaşım sektöründeki payının %5,75'e çıkartılmasını hedeflemiştir. Ancak, koyulan hedefe ulaşılması zor görünmektedir. Komisyon'un tahminine göre, 2010 yılında biyo yakıtların ulaşım sektöründeki payı yaklaşık olarak %4,2 olarak gerçekleşecektir. Bu duruma karşın, 2007 yılında, AB Komisyonu, biyoyakıtlar konusundaki hedefi bir adım ileriye götürerek 2020 yılı için, biyoyakıtların ulaşım sektöründeki payının %10 çıkartılmasını önermiştir¹²³.

¹²² European Commission, "Biofuels Progress Report", Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2006)845 final, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/07_biofuels_progress_report_en.pdf, 15 Şubat 2007, pp.9,11.

¹²³ European Commission "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources", COM(2008) 19 final, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/strategy/res_directive.pdf, 10 Eylül 2008, pp.2,3.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE AB ENERJİ POLİTİKALARINA UYUMU

3.1. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

3.1.1. Türkiye’nin Birincil Enerji Tüketimi Artışı

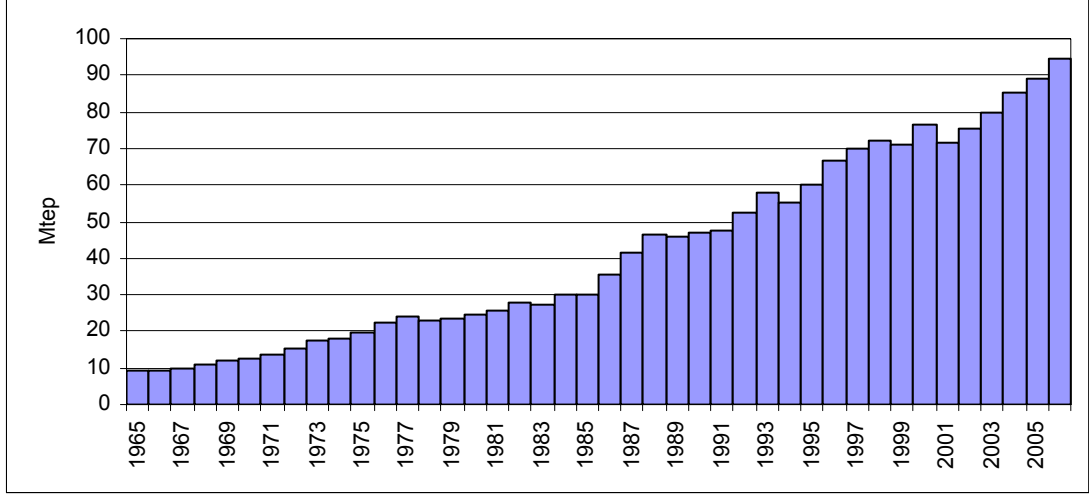
2008 yılı itibarıyla, Türkiye’nin nüfusu, 71,892 milyon ile 6,7 milyar olan dünya nüfusunun, %1,07’sini oluşturmaktadır. 2007 yılında ise, Türkiye ekonomisi 663,4 milyar \$’lık büyüklüğü ile dünya ekonomisinin %1,3’nü temsil etmektedir¹. 2007 yılında, Türkiye, 101,7 Mtep enerji tüketerek dünya tüketiminin yaklaşık %0,91’ini gerçekleştirmiş bulunmaktadır. Yukarıdaki verilere göre, Türkiye’nin toplam enerji tüketiminin dünya içindeki payının nüfusuna göre az, ekonomik büyüklüğüne göre ise daha da az olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, Türkiye’nin birincil enerji tüketimi, demografik ve ekonomik açıdan dünya ortalamalarının altında bir değere sahiptir.

Türkiye, görece olarak dünya ortalamalarının altında enerji tüketim değerlerine sahip olmasına karşın, birincil enerji tüketimi hızla artan bir ülkedir. 2007 yılı verilerine göre, Türkiye’nin birincil enerji tüketimi bir önceki yıla göre %5 oranında artış göstermiştir. Enerji tüketimindeki görülen bu artış hızı, %2,4 olan dünya ortalamasının iki katından daha fazladır². Enerji tüketiminde görülen hızlı yükselme, yalnızca son yıllara ait değildir. Örneğin, 1965 yılında, Türkiye’nin birincil enerji tüketimi, 9,2 Mtep iken, 2006 yılındaki 94,7 Mtep değerine ulaşarak 10 kattan daha fazla bir miktarda artış göstermiştir. Buna karşın, aynı dönemde, dünya birincil enerji

¹ CIA, “The 2008 World Factbook”, (Çevrimiçi) <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index/html>, 21 Eylül 2008.

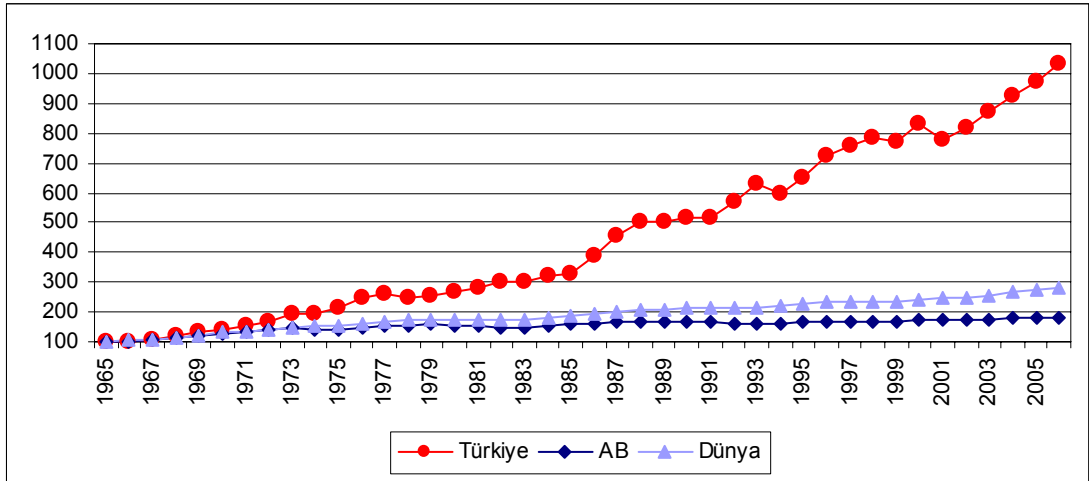
² BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, (Çevrimiçi) http://www.bp.com/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf, 16 Ağustos 2008, p.40.

tüketimi %184, AB'nin enerji tüketimi yalnızca %78 oranında yükselmiştir (Grafik 3.1, 3.2).



Grafik 3.1
Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi 1965-2006

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007", (Çevrimiçi) <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>, 11 Temmuz 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 3.2
Türkiye'nin Enerji Tüketimi Artışı 1965-2006

Kaynak: BP, "BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1965-2006 yılları arasında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin yılda ortalama olarak %5,85 oranında büyüdüğü görülmektedir. Türkiye'nin enerji tüketiminin önümüzdeki yıllarda da artmaya devam etmesi beklenmektedir.

Türkiye'nin birincil enerji tüketimi için yapılan projeksiyonlar 2020 yılına kadar uzanmaktadır (Tablo 3.1). Birincil enerji tüketiminin artışına ilişkin olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ve Devlet Planlama Teşkilatı (DTP) tarafından yapılan ve farklı kaynaklarda yer alan projeksiyonlar, Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde geçmiş yıllarda görülen artış eğiliminin çok büyük bir değişiklik geçirmeden devam edeceği yönündedir. Örneğin, UEA, 2005 yılında yayınlamış olduğu enerji görünümü raporunda, Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin, 2003-2020 yılları arasında yılda yaklaşık olarak %5,91 oranında yükselerek 2003 yılındaki 83,72 Mtep değerinden 2020 yılında 222,27 Mtep'e ulaşacağını ön görmektedir³.

Tablo 3.1
Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi Artışı 2003-2020

Kaynak	1973	1990	2002	2003	2005	2010	2015	2020	2003-2020 Artış Hızı (%)
ETKB Projeksiyonu	24,51	52,98	78,33	83,82	91,07	126,3	-	222,4	5,91
UEA Türkiye Raporu	24,37	53,01	75,42	83,72	-	125,6	-	222,3	5,91
İDÇS Türkiye Ulusal Bildirimi	-	-	-	83,82	92,28	128,6	170,5	223	5,92

Kaynak: ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri", (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, 10 Eylül 2008; IEA, **Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2005 Review**, Paris, OECD/IEA, 2005, p.169; Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Turkey, "First National Communication of Turkey on Climate Change", (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/resource/docs/natc/turnc1.pdf>, 12 Ağustos 2008, p.122'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye, 24 Mayıs 2004 yılı itibarıyla, iklim değişikliği ile ilgili olarak sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınmasını amaçlayan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni (İDÇS) onaylayarak bu sözleşmenin tarafı olmuştur⁴. Bu bağlamda, Türkiye, İDÇS'nin bir tarafı olarak, sözleşmeye taraf olan ülkelerin sorumluluklarını düzenleyen 4. madde gereği, sera gazı emisyonları ve sözleşmede kararlaştırılan diğer politikalara dair, gerekli plan ve programların yer aldığı ulusal raporunu sunmakla yükümlüdür⁵. Bu yükümlülük gereği Türkiye, 2007

³ IEA, **Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2005 Review**, Paris, OECD/IEA, 2005, p.169.

⁴ Seyhun Doğan, "Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri", **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 6, Sayı 2, 2005, s.57.

⁵ UNFCCC, "United Nations Framework Convention on Climate Change- The Text of Convention", (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/background/convention/background/items/2853>, 21 Temmuz 2008, p.5.

yılında, İDÇS'ye dair hazırlamış olduğu ilk ulusal raporu sunmuştur. Türkiye'nin birincil enerji tüketimine ilişkin, söz konusu raporda yer alan ve DTP kaynaklı verilere göre, birincil enerji tüketiminin, 2005-2020 yılları arasında, yaklaşık %5,92 oranında artarak 2020 yılında 223 Mtep'e ulaşması beklenmektedir⁶. ETKB tarafından kamuoyuna açıklanan, nispeten daha yeni olan bilgilerde de, Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin, 2005-2020 yılları arasında toplamda %144, yılda ortalama %6,1 oranında yükselerek 2020 yılında 222,4 Mtep olması planlanmaktadır⁷

Tablo 3.2
Türkiye ve Dünyada Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020

	Enerji Tüketimi (Mtep)					Yıllık Artış Hızı (%)	
	1990	2005	2010	2015	2020	1990-2020	2005-2020
ABD	2.117,5	2.502,5	2.582,5	2.682,5	2.770	0,89	0,67
Japonya	462,5	565	560	572,5	577,5	0,74	0,14
Çin	675	1.677,5	2.182,5	2.600	3.015	5,11	3,98
Hindistan	197,5	405	485	580	665	4,12	3,36
OECD	4.937,5	6.022,5	6.242,5	6.512,5	6.725	1,03	0,74
Dünya	8.685	11.555	12.812,5	14.075	15.210	1,88	1,84
Türkiye	53	91,1	126,3	170,2	222,4	4,9	6,1

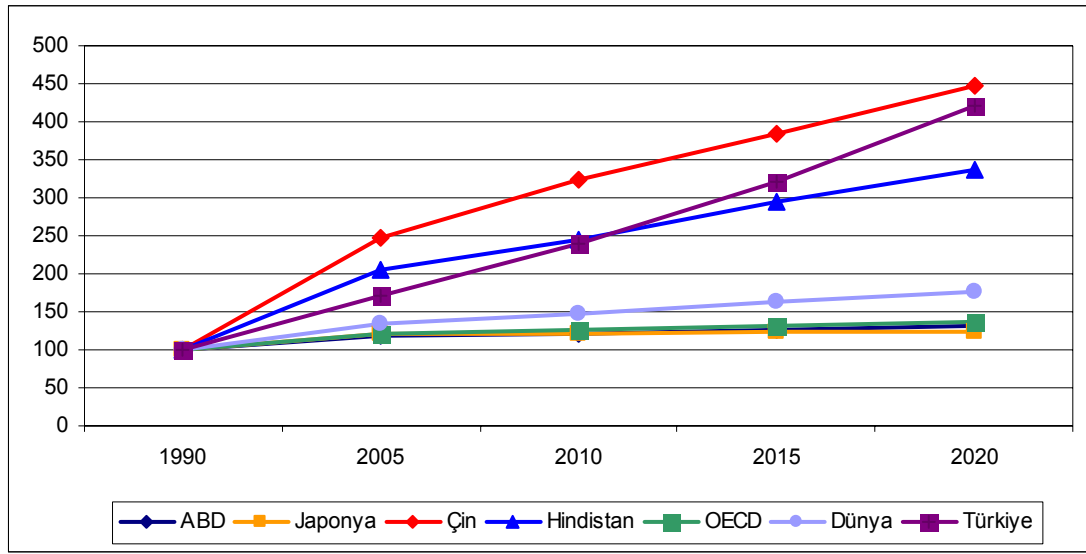
Kaynak: EIA, "International Energy Outlook 2008", (Çevrimiçi) [http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2008\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2008).pdf), 15 Eylül 2008, p.103; ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri", (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, 10 Eylül 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin enerji tüketiminde beklenen yükselme, dünya için yapılan projeksiyonların üstünde bir değere sahiptir. Örneğin, ABD Enerji Bakanlığı tarafından 2008 yılında yapılan projeksiyona göre, Referans Senaryo'da, 2005-2020 yılları arasında Dünya birincil enerji tüketiminde, yılda ortalama %1,8 oranında artış ön görülmektedir. Aynı dönem itibarıyla, Türkiye'nin enerji tüketimi için, ETKB tarafından ön görülen büyüme hızı, yılda %6,1 ile dünya ortalamasının yaklaşık olarak üç katından daha fazladır. Aynı şekilde, Çin ve Hindistan'ın enerji tüketimlerinin, 1990-2005 yılları arasında göstermiş oldukları yüksek büyüme hızına karşın, 2005-2020 yılları arasında bir miktar yavaşlayarak sırasıyla, %3,98 ve %3,36 oranında yükselmesi beklenmektedir. Dolayısıyla, ETKB, gelecek yıllarda Türkiye'nin enerji tüketiminin Çin ve Hindistan'ın enerji tüketimlerinden çok daha

⁶ Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Turkey, "First National Communication of Turkey on Climate Change", (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/resource/docs/natc/turnc1.pdf>, 12 Ağustos 2008, p.122.

⁷ ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri", (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, 10 Eylül 2008.

hızlı bir şekilde artmasını beklemektedir (Grafik 3.3). Gelişmiş ülkelerin enerji tüketim değerleri ise, doğal olarak, Çin, Hindistan ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin enerji tüketim artış hızlarına oranla çok daha düşük olarak gerçekleşmektedir. Örneğin, yapılan projeksiyonlara göre, 1990-2020 dönemi itibarıyla, Türkiye'nin birincil enerji tüketimi yılda %4,9 oranında artması ön görülürken, ABD'nin enerji tüketimindeki artış, yılda ortalama %0,89, Japonya'nın ise, %0,74 olarak tahmin edilmektedir (Tablo 3.2).



Grafik 3.3
Türkiye ve Dünyada Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020

Kaynak: EIA, a.y.; ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri"den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin toplam enerji tüketimi, AB'nin büyük ekonomilerinin çok gerisinde kalmaktadır. Örneğin, AB içinde, enerji tüketiminde ilk sırada yer alan Almanya'nın toplam enerji tüketimi 2006 yılında 349 Mtep ile, aynı yıl 94,7 Mtep olan Türkiye'nin toplam enerji tüketiminden yaklaşık olarak 3,7 katıdır⁸. Bununla beraber, Türkiye'nin enerji tüketiminde görülen artış hızı, görece olarak daha düşük tüketim seviyesinden dolayı, AB ortalamasının çok üstündedir. ETKB tarafından yapılan projeksiyon, AB için yapılan enerji tüketim projeksiyonları ile karşılaştırıldığında bu durum açıkça ortaya çıkmaktadır. AB'nin enerji tüketiminin 2005-2020 yılları arasında yılda ortalama %0,55 oranında artması beklenmektedir.

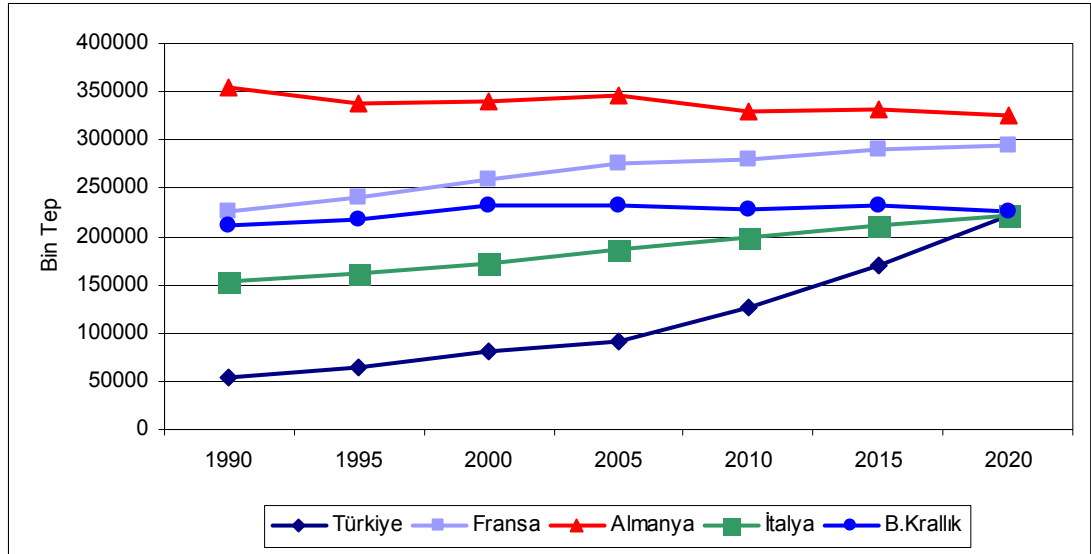
⁸ DG TREN, "Energy and Transport Figures and Main Facts", (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2007_en.htm, 2 Eylül 2008.

Bu oran Türkiye için hesaplanan yıllık %6,13 değerinin çok altındadır. Ayrıca, AB içinde yer alan bazı ülkelerin enerji tüketimlerinde düşüş olması beklenmektedir. Örneğin, AB’de nüfus ve ekonomik büyüklük açısından ilk sıralarda yer alan Almanya ve B.Krallık’ın enerji tüketiminin, 2005-2020 döneminde sırasıyla yılda ortalama, %0,41 ve %0,17 oranında düşeceği ön görülmektedir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3
Türkiye ve AB’de Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020

	Enerji Tüketimi (Mtep)							Yıllık Artış Hızı (%)	
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1990-2020	2005-2020
Almanya	354,8	338,3	340,2	345,5	329,9	332	324,6	-0,29	-0,41
İtalya	153	161,3	172,6	186,8	198	210,5	221,2	1,23	1,13
B.Krallık	211	218	231,4	232,3	227,9	231,8	226	0,22	-0,17
Fransa	226,6	239,9	258,9	275,4	280,8	289,1	294	0,87	0,43
AB	1.650	1.650,7	1.712	1.811	1.854	1.927,6	1.967,6	0,58	0,55
Türkiye	53	63,7	80,5	91	126,3	170,1	222,4	4,89	6,13

Kaynak: DG TREN, “European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030_update_2007/index_en.htm, 2 Eylül 2008, pp.96-154; ETKB, “Türkiye Enerji İstatistikleri”den yararlanılarak hazırlanmıştır.

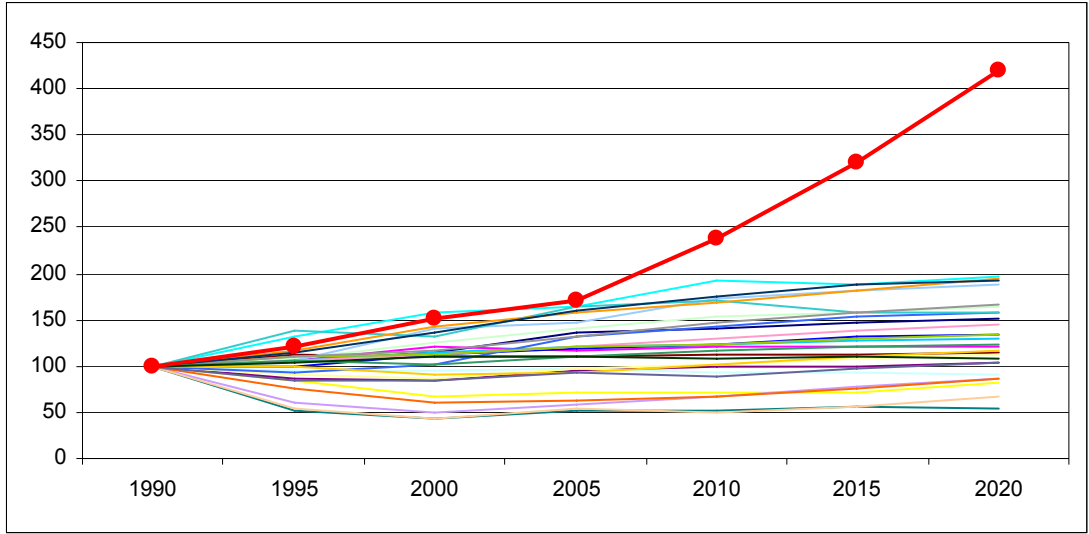


Grafik 3.4
Türkiye ve AB’de Enerji Tüketimi 1990-2020

Kaynak: DG TREN, “European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007”, pp. 96-154; ETKB, “Türkiye Enerji İstatistikleri”nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye’nin enerji tüketiminin yapılan projeksiyon doğrultusunda artması durumunda, 2020 yılında Türkiye’nin enerji tüketimi 200 Mtep sınırını geçerek, Almanya, Fransa, B.Krallık ve İtalya’nın enerji tüketim seviyelerine yaklaşması beklenmektedir (Grafik 3.4). ETKB’nin, Türkiye’nin birincil enerji tüketiminde

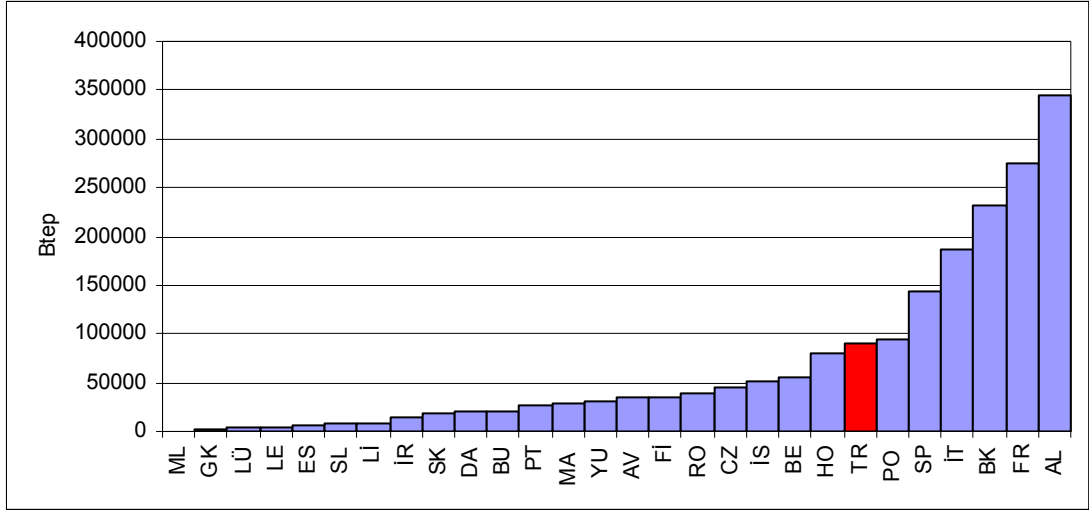
öngörmüş olduğu yükselme, AB'ye üye ülkelerin tümünden daha yüksektir. 1990-2020 yılları arasında, Türkiye ve AB'ye üye olan bütün ülkelerin enerji tüketimleri karşılaştırıldığında, söz konusu dönemde, Türkiye'nin enerji tüketiminde dört kattan daha fazla artış beklenmektedir. Buna karşın, AB içinde, aynı dönemde, G.Kıbrıs (%98), Portekiz (%95), İspanya (%93), ve İrlanda (%88), enerji tüketimleri en çok artan ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır (Grafik 3.5).



Grafik 3.5
Türkiye ve AB'nin Enerji Tüketimi Artışı 1990-2020

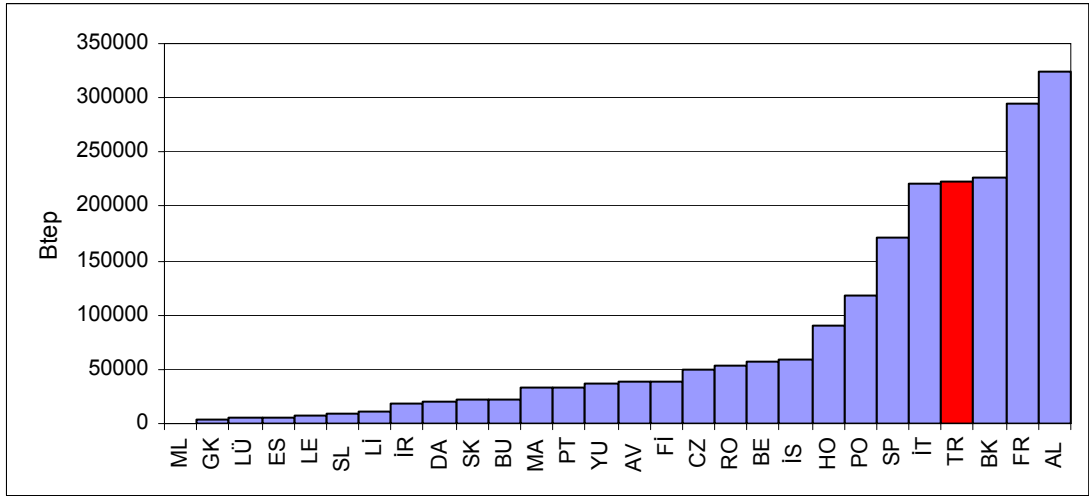
Kaynak: DG TREN, "European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007", pp.96-154; ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri"nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye, 2005 yılında, AB ülkeleri arasında enerji tüketimi açısından Almanya, Fransa, B.Krallık, İtalya, İspanya ve Polonya'nın ardından 7. sırada yer almaktadır. Enerji tüketiminin, yapılan projeksiyon nispetinde artması durumunda, 2020 yılında, Türkiye, 2005 yılında, AB'nin sırasıyla en büyük 4. ve 5. ekonomisi durumunda olan İspanya ve İtalya'yı bile geride bırakarak, Almanya, Fransa ve B.Krallık'ın ardından, birincil enerji tüketimi en fazla olan 4. ülke konumuna yükselmesi beklenmektedir (Grafik 3.6, 3.7).



Grafik 3.6
Türkiye ve AB’de Enerji Tüketimi 2005

Kaynak: DG TREN, “European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007”, pp.96-154; ETKB, “Türkiye Enerji İstatistikleri”nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

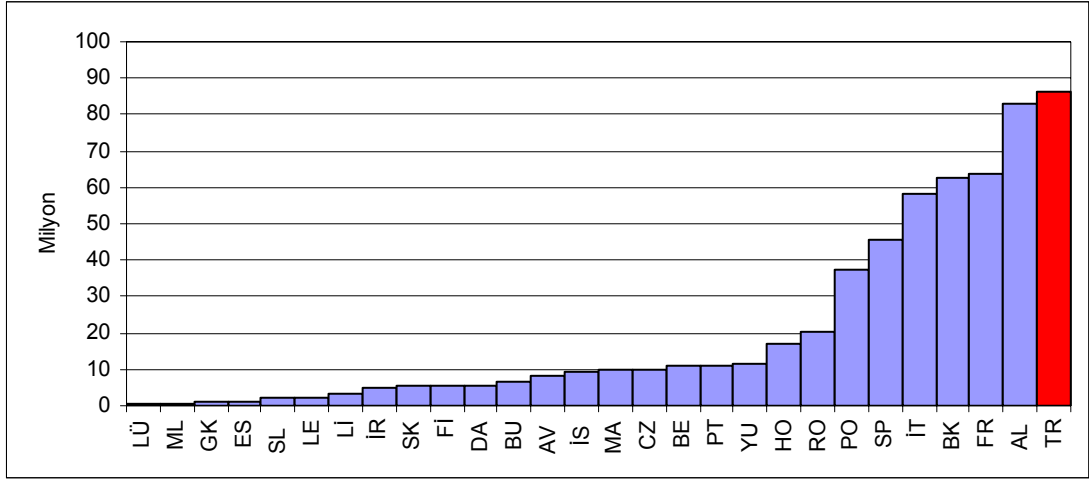


Grafik 3.7
Türkiye ve AB’de Enerji Tüketimi 2020

Kaynak: DG TREN, “European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007”,pp.96-154.; ETKB, “Türkiye Enerji İstatistikleri”nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

ETKB tarafından, Türkiye’nin enerji tüketiminde ön görülen büyüme oranının geçmiş yıllarda gerçekleşen oranlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Türkiye’nin birincil enerji tüketimi, 1968-2006 yılları arasında yılda ortalama %5,82 oranında artış gösterirken, 2005-2020 yılları arasında, ön görülen tüketim artışının yılda ortalama olarak %6,13 olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Yukarıda gösterildiği gibi, nüfus artışı ve ekonomik büyüme, enerji tüketimi üzerinde önemli

etkileri olan faktörler olarak ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla, enerji tüketimi projeksiyonlarında nüfus artışı ve ekonomik büyüme ile ilgili olarak yapılan varsayımlar önem arz etmektedir. 2007 yılının verilerine göre AB'nin toplam nüfusu 493,3 milyon, Türkiye'nin nüfusu ise 73,4 milyondur. Bu açıdan Türkiye, AB27'nin toplam nüfusunun %14,8'ine sahiptir. Türkiye, Almanya'dan sonra (82,315 milyon) AB'nin en kalabalık ülkesi konumundadır. Almanya ve Türkiye'den sonra AB'nin en kalabalık ülkeleri, Fransa (60,538 milyon), B.Krallık (60,853 milyon), İtalya (59,131 milyon) ve İspanya'dır (44,475 milyon)⁹. Gelecek yıllar için yapılan nüfus projeksiyonlarında küçük farklılıklar bulunmasına rağmen 2020 yılında Türkiye'nin, AB üyeleri içinde en büyük nüfusa sahip olan ülke konumuna geleceği görülmektedir (Grafik 3.8).



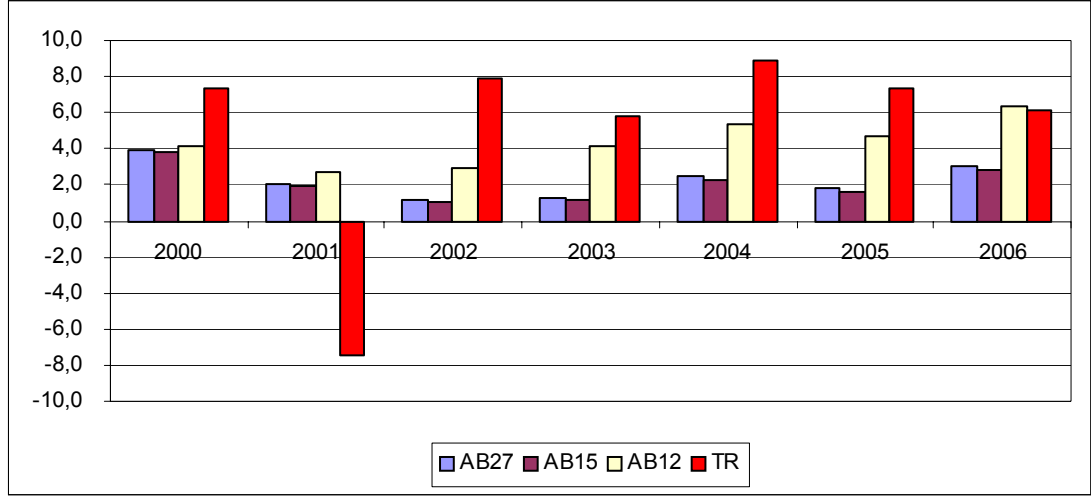
Grafik 3.8
Türkiye ve AB'de Nüfus 2020

Kaynak: DG TREN, “European Energy and Transport: Trends to 2030 Update 2007”, pp.96-154; United Nations, “World Population Prospect. The 2006 Revision”, (Çevrimiçi) <http://data.un.org/Data.aspx?q=population+datamart%5bPopDiv/5&d=DN&f=variableID%3a12>, 3 Eylül 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye ekonomisi, AB ortamlarının üstünde oranlarda büyümektedir. 2000-2006 yılları arasında, Türkiye ekonomisi, 2001 yılında yaşanan ekonomik kriz sonucu önemli oranda daralma göstermesine rağmen, ortalama olarak %5,1 oranında büyüme gösterirken, AB27'nin GSYİH'si, yılda ortalama %2,2 oranında büyümüştür. AB'ye 2004 yılından sonra üye olan 12 ülkenin oluşturduğu AB12, aynı

⁹ DG TREN, “Energy and Transport Figures and Main Facts”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2007_en.htm, 2 Eylül 2008.

dönemde AB ortalamasının üstünde olacak şekilde, %4,3 oranında ekonomik büyüme gerçekleştirmiştir (Grafik 3.9).

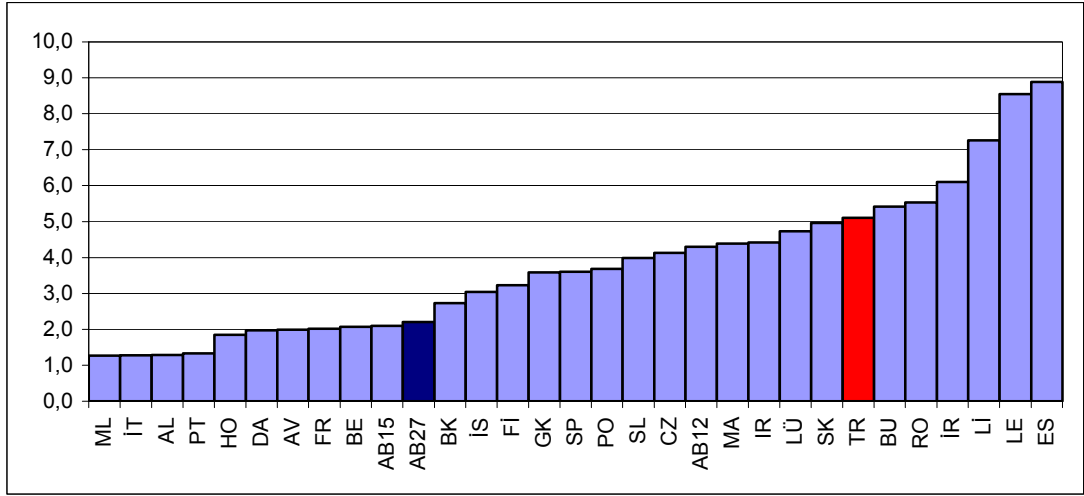


Grafik 3.9
Türkiye ve AB’de Ekonomik Büyüme 2000-2006 (\$1995)

Kaynak: DG TREN, “Energy and Transport Figures and Main Facts” den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çoğunlukla gelişmekte olan Doğu Avrupa ülkelerinin oluşturduğu AB12 içinde yer alan ekonomiler, doğal olarak, AB15 ülkelerinin üstünde oranlarda ekonomik büyüme gerçekleştirmektedir. 2000-2006 yılları arasında, AB içinde, ekonomisi Türkiye’den daha hızlı büyüyen 6 ülkeden beşi [Litvanya (%7,3), Letonya(8,5) ve Estonya(8,9), Romanya (5,5), Bulgaristan (5,4)] AB’ye yeni katılan Doğu Avrupa ülkeleri olarak ön plana çıkmaktadır. Aynı dönemde, AB15 içinde yalnızca İrlanda ekonomisi %6,1 oranında büyüyerek, bu açıdan Türkiye’den daha iyi bir ekonomik performans göstermiştir (Grafik 3.10). Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında görülen yüksek korelasyon, Türkiye’nin enerji tüketiminin yapılan projeksiyonlar doğrultusunda artması için, Türkiye ekonomisinin büyüme hızını, 2000-2006 yılları arasında görülen ekonomik büyüme oranlarına yakın bir şekilde uzun yıllar boyunca devam ettirmesini gerekli kılmaktadır. Gelecek yıllara ilişkin olarak, Türkiye tarafından yapılan uzun dönemli projeksiyonlar, son 6 yılda gösterilen yüksek büyüme oranlarının devam etmesini beklemektedir. Türkiye’nin AB’ye üyelik sürecinin de göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirmeler, Türkiye ekonomisinin, 2004-2020 yılları arasında, AB ortalamalarının üstünde büyümesini öngörmektedir. 2004 yılında DPT tarafından kamuoyuna sunulan bilgilere göre,

düşük ve yüksek olarak varsayılan iki farklı senaryoya göre, 2004-2020 yılları arasında, düşük senaryonun gerçekleşmesi durumunda yılda ortalama %6,2, yüksek senaryo durumunda ise, %6,8 oranında büyüme göstermesi beklenmektedir¹⁰. Bu rapora göre, söz konusu dönemde Türkiye, %3 olan AB25 ortalamasından daha hızlı ekonomik büyüme göstererek, 2020 yılında, Almanya, B.Krallık, Fransa, İtalya ve İspanya'dan sonra AB'nin en büyük 6. ekonomisi durumuna gelmesi beklenmektedir (Grafik 3.11).



Grafik 3.10
Türkiye ve AB'de Ortalama Ekonomik Büyüme Oranı 2000-2006 (\$1995)

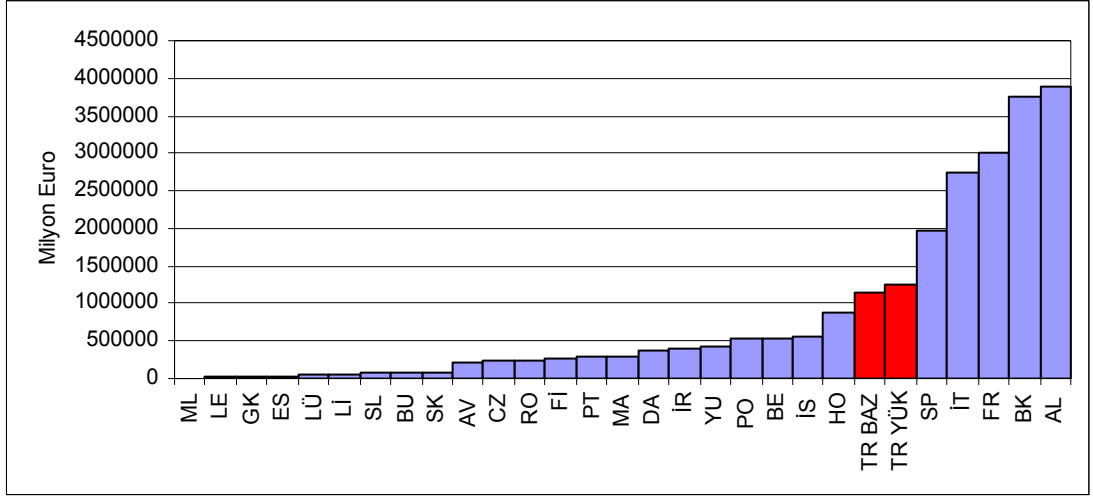
Kaynak: DG TREN, "Energy and Transport Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin 2007-2013 dönemini kapsayan 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı da, geçmiş 6 yılda gösterilen yüksek ekonomik büyüme oranlarının muhafaza edilerek, ortalama olarak %7 oranında büyüme beklemektedir. Ekonomik büyüme ile paralel olarak enerji tüketiminin 2007-2013 döneminde, ortalama olarak %6,2 oranında yükselmesi ön görülmektedir¹¹. Türkiye'nin enerji tüketiminde gelecek yıllarda gerçekleşecek yükselmenin isabetli bir şekilde tahmin edilmesi, enerji politikalarının oluşturulması açısından önem arz etmektedir. Bu açıdan, geçmiş yıllarda yapılan ve ilk olarak yüksek ekonomik büyüme varsayımına dayanan projeksiyonlardan önemli

¹⁰ DPT, "Türkiye'nin Üyelikinin AB'ye Muhtemel Etkileri", (Çevrimiçi) <http://ekutup.dpt.gov.tr/ab/uyelik/etki/olasi.pdf>, 2 Eylül 2008, s.23.

¹¹ DPT, "Dokuzuncu Kalkınma Planı", (Çevrimiçi) <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/ix/9kalkinmaplani20070302.pdf>, 3 Eylül 2008, ss.63,68.

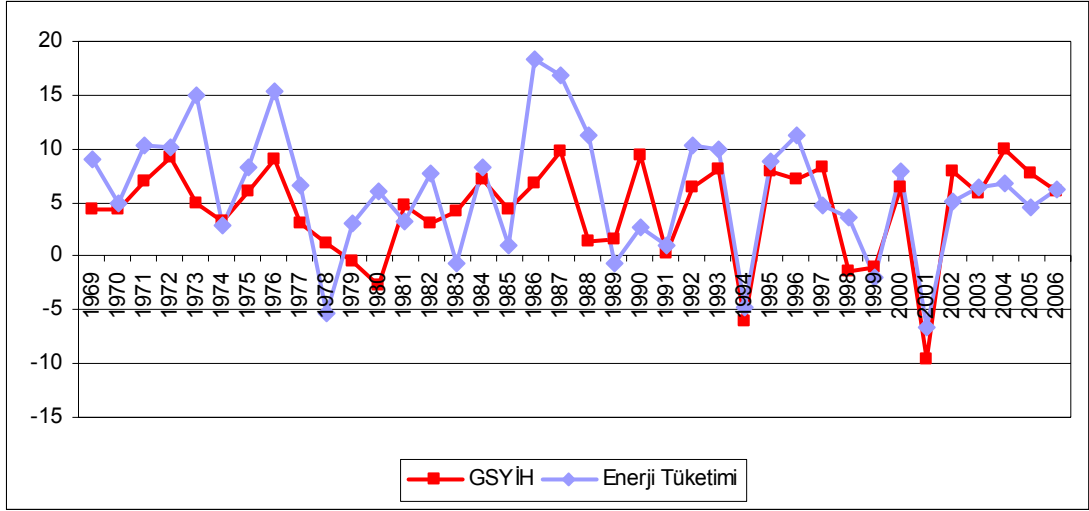
miktarda saptamalar meydana gelmesi, enerji politikaları açısından bazı problemlere neden olabilmektedir.



Grafik 3.11
Türkiye ve AB’de GSYİH 2020

Kaynak: DPT, “Türkiye’nin Üyeliğinin AB’ye Muhtemel Etkileri”, (Çevrimiçi) <http://ekutup.dpt.gov.tr/ab/uyelik/etki/olasi.pdf>, 2 Eylül 2008, s.47’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

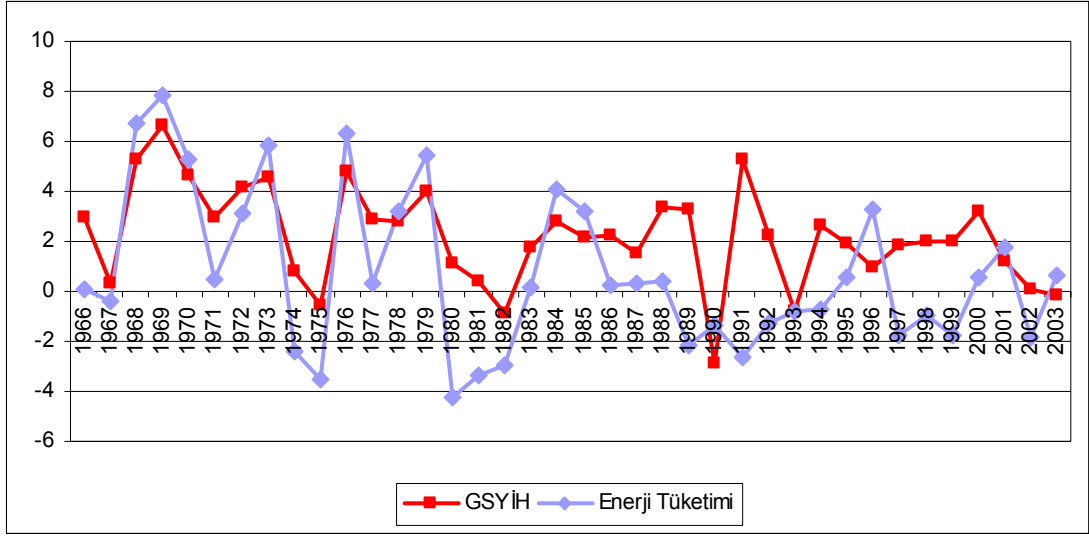
Türkiye ekonomisinde son 20 yılda yaşanan ekonomik krizlerin, enerji tüketimi üzerindeki etkisi ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki yakın ilişkiyi ortaya koymaktadır. Türkiye’de, 1968-2006 yılları arasında, GSYİH, reel düzeyde ortalama olarak yılda %4,3 oranında büyürken, birincil enerji tüketimi %5,8 oranında artmıştır. Ancak, ekonomi ve enerji tüketiminde görülen ortalama büyüme oranları, her iki değişkende bazı yıllarda görülen önemli daralmaları gizlemektedir. Türkiye ekonomisinde, 1994, 1999 ve 2001 yıllarında görülen küçülmeler, enerji tüketimine de yansımıştır. Türkiye ekonomisi, 1994 yılında, %6,08, 1999 yılında, %1,11, 2001 yılında ise %9,54 oranında küçülürken; birincil enerji tüketimi, 1994 yılında, %4,67, 1999 yılında, %1,93, 2001 yılında ise %6,66 oranında azalmıştır. Gelişmekte olan bir ülke konumunda bulunan Türkiye’de, GSYİH’de ortaya çıkan dalgalanmaların AB başta olmak üzere, dünyanın gelişmiş ekonomilerinden daha fazla olduğu görülmektedir. Örneğin, Türkiye ekonomisi, 2001 yılında, %9,54 oranında küçülme yaşarken, 2004 yılında %9,86 oranında büyüme gösterebilmektedir. Bu durumun doğal sonucu olarak, Türkiye ekonomisini büyüme rakamları -10 ila +10 arasında değişerek büyük dalgalanma sergilemektedir (Grafik 3.12).



Grafik 3.12
Türkiye Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1969-2006

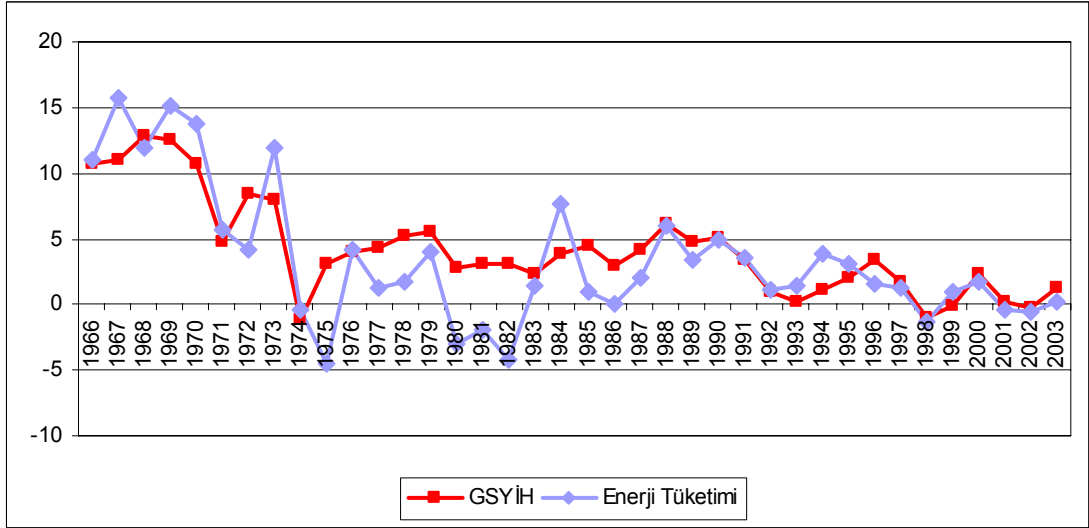
Kaynak: TURKISH STATISTICAL INSTITUTE, “İstatistik Göstergeler-Statistical Indicators 1923-2006”, (Çevrimiçi) http://www.tuik.gov.tr/yillik/Ist_gostergeler.pdf, 12 Haziran 2008, s.645; BP, “BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007”den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye’de yaşanan durumun aksine, ABD, Japonya ve Almanya gibi gelişmiş ekonomilerin daha istikrarlı büyüme oranlarına sahip oldukları, dolayısıyla bu durum ile bağlantılı olarak enerji tüketimlerinde çok büyük dalgalanmalar yaşanmadığı görülmektedir. Örneğin, Almanya ekonomisi, 1965-2003 dönemi alındığında, 1969 yılında %6,61 oranında büyüyerek en yüksek büyüme oranını yakalarken, 1990 yılında %2,9 oranında küçülme yaşamıştır. Dolayısıyla, Almanya ekonomisinin büyüme ve enerji tüketim oranları Türkiye’ye nazaran, çok daha az dalgalanma göstermiştir (Grafik 3.13). Aynı şekilde, Japonya ekonomisi, 1965-2003 döneminde, 1968 yılında %12,88 ile en yüksek büyüme oranını yakalamış, 1974 yılında ise %1,24 ile en büyük daralmayı yaşamıştır (Grafik 3.14). ABD ekonomisi ise, 1971-2006 döneminde, 1984 yılında %7,19 ile en yüksek büyüme oranına erişmiş, buna karşın 1982 yılında %1,94 oranında küçülme ile en büyük daralmayı yaşamıştır (Grafik 3.15).



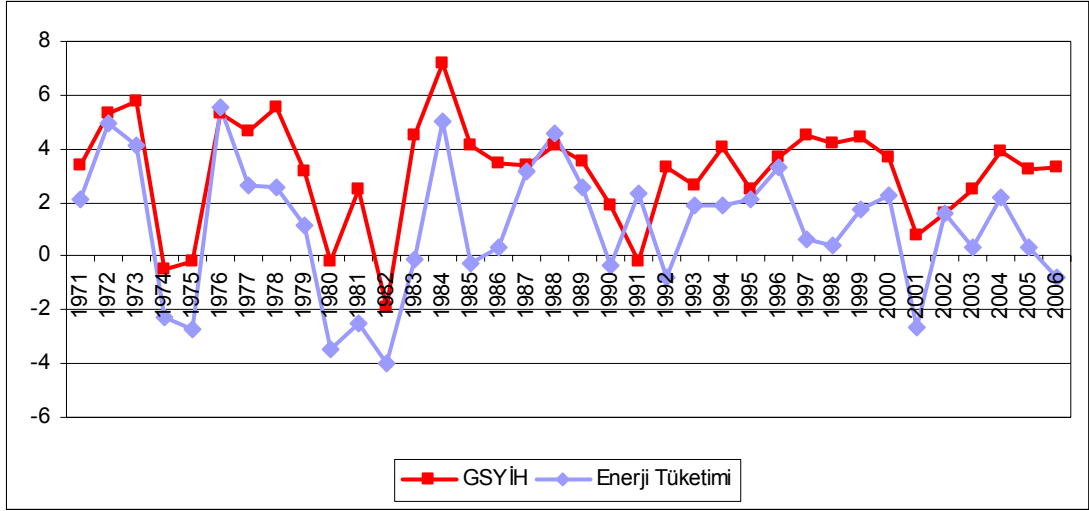
Grafik 3.13
Almanya Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1966-2003

Kaynak: Angus Maddison, “World Population, GDP, and Per Capita GDP1-2003 AD”, (Çevrimiçi) <http://www.ggdc.net/maddison>, 13 Haziran 2008; BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007” den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 3.14
Japonya Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1966-2003

Kaynak: Angus Maddison, a.g.e.; BP, “BP Statistical Review of World Energy:Historical Data 1965-2007” den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 3.15
ABD Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Oranı 1971-2006

Kaynak: EIA, “Annual Energy Review 2007”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.gov/doe.gov/erreu/aer/pdf/aer.pdf>, 3 Eylül 2008, p.13’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ekonomik büyüme ve enerji tüketiminde görülen önemli dalgalanmalar, gelecek ile ilgili yapılan enerji tüketim projeksiyonlarında önemli sapmalara neden olmuştur (Grafik 3.12). ETKB tarafından 1996 ve 2000 yıllarında yapılan ve yüksek ekonomik büyüme varsayımına dayanan projeksiyonlar, meydana gelen sapmalar nedeniyle eleştirilmiştir¹². Örneğin, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından hazırlanarak Vizyon 2023 projesi altında sunulan Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu, vermiş olduğu ve ETKB tarafından yapılan enerji tüketim projeksiyonunda, 2020 yılında, Türkiye’deki genel enerji arzını 282,2 Mtep olarak tahmin etmektedir¹³. Bu değer, 2007 yılında ETKB tarafından yapılan arz miktarı tahmininin (222 Mtep) çok üstündedir. Türkiye’de, toplam enerji tüketimi yanında, enerji ile ilgili diğer konularda da daha önceki yıllarda yapılan talep tahminleri konusunda önemli değişiklikler göze çarpmaktadır. Örneğin, Türkiye Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) tarafından 2002 yılında yapılan doğal gaz tüketim tahmini 2020 yılı için 82,8 milyar m³ doğal gaz talep tahmini yapmakta iken, aynı kurumun, 2006 yılında, 2020 yılı için talep tahminini

¹² IEA, a.g.e., p.31.

¹³ TÜBİTAK Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü Projesi, “Enerji ve Tabii Kaynaklar Paneli Rapor Ekleri”, (Çevrimiçi) http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/edk/ekler.pdf, 2 Eylül 2008, s.4.

61,024 milyar m³'e indirdiği bildirilmektedir¹⁴. BOTAŞ, talep tahminleri konusundaki revizyonlarına devam ederek, 2008 yılında, 2020 yılı için 65,867 milyar m³'lük doğal gaz talep tahmininde bulunmaktadır¹⁵. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin enerji tüketiminin, AB ortalamalarının üstünde oranlarda artış göstermesi beklenen bir durumdur. Ancak, geçmiş yıllarda ülke ekonomisinin yaşamış olduğu dalgalanmalardan farklı olarak istikrarlı bir büyüme çizgisine gelmesi, gelecek için öngörülen tüketim miktarlarının doğru bir şekilde tahmin edilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Arz ve talep tahminleri konusunda sağlanan isabet ise, enerji politikalarının belirlenmesine önemli derecede katkı sağlayacaktır.

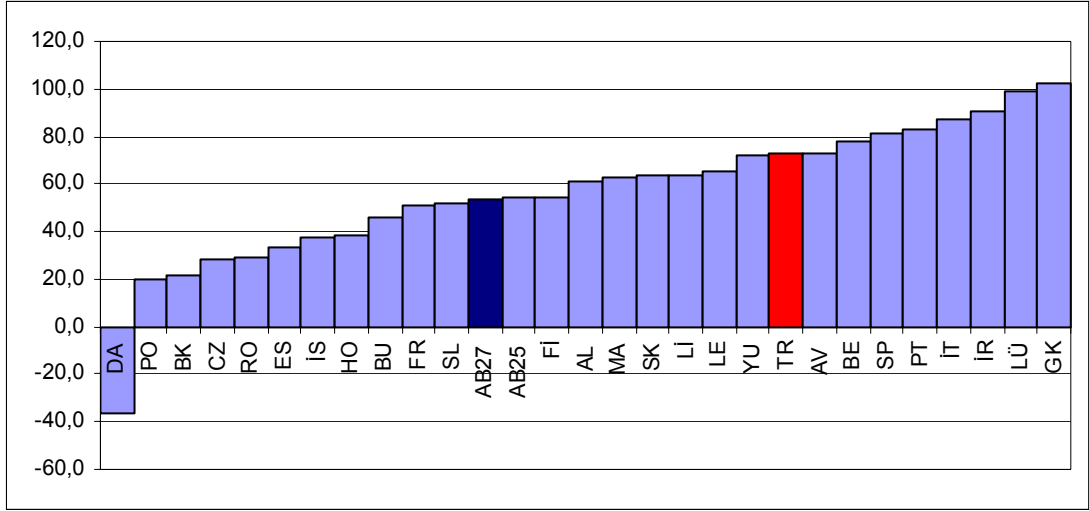
3.1.2. Türkiye'nin Enerji Tablosu

ETKB verilerine göre, 2006 yılında birincil enerji kaynakları tüketimi 99,825 Mtep, üretimi ise 26,763 Mtep olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılında, üretimin tüketimi karşılama oranı yaklaşık olarak %26,80 olmuştur. Diğer bir açıdan, Türkiye'nin enerji konusunda dışa bağımlılık oranı %73,2'dir. Türkiye'nin enerjide ithalat ihtiyacının AB ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir. 2006 yılında, AB'de, enerjide ithalat ihtiyacı %53,8 olarak gerçekleşmiştir. AB üyesi ülkelerin, enerji ithalatına olan ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye, enerji konusunda dışa bağımlılık oranı itibarıyla 9. sırada yer almaktadır. AB içinde, enerji konusunda çok büyük oranda dışa bağımlı olan G.Kıbrıs, Malta, ve İrlanda gibi ada ülkelerinin yanında, sadece Avusturya, Belçika, İspanya, Portekiz, İtalya ve Lüksemburg gibi çoğunlukla Avrupa'nın güneyinde yer alan ya da küçük Avrupa ülkelerinin Türkiye'den daha büyük oranda enerjide ithalata bağımlı oldukları görülmektedir (Grafik 3.16). Dünya'nın bir numaralı enerji tüketicisi olan ABD'nin ise enerjide dışa bağımlılığı %29,42 düzeyindedir¹⁶.

¹⁴ A. Necdet Pamir, "Kafkaslar ve Hazar Havzasındaki Ülkelerin Enerji Kaynaklarının Türkiye'nin Enerji Güvenliğine Etkileri", (Çevrimiçi) <http://www.asam.org/analizler/kafkasya1Mart2006.pdf>, 27 Nisan 2006, ss.66,67.

¹⁵ BOTAŞ, "Doğal Gaz Talep Tahmin ve Doğal Gaz İhracat Miktarları", (Çevrimiçi) <http://www.botas.gov.tr>, 5 Eylül 2008.

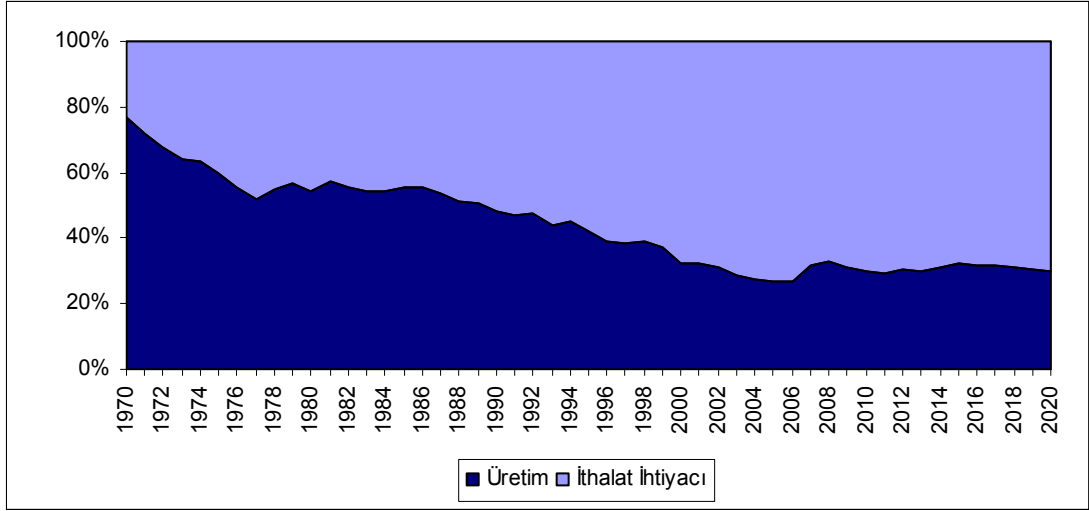
¹⁶ EIA, "Annual Energy Review 2007", (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/pdf/aer.pdf>, 3 Eylül 2007, p.5.



Grafik 3.16
Türkiye ve AB’de Enerjide Dışa Bağımlılık 2006

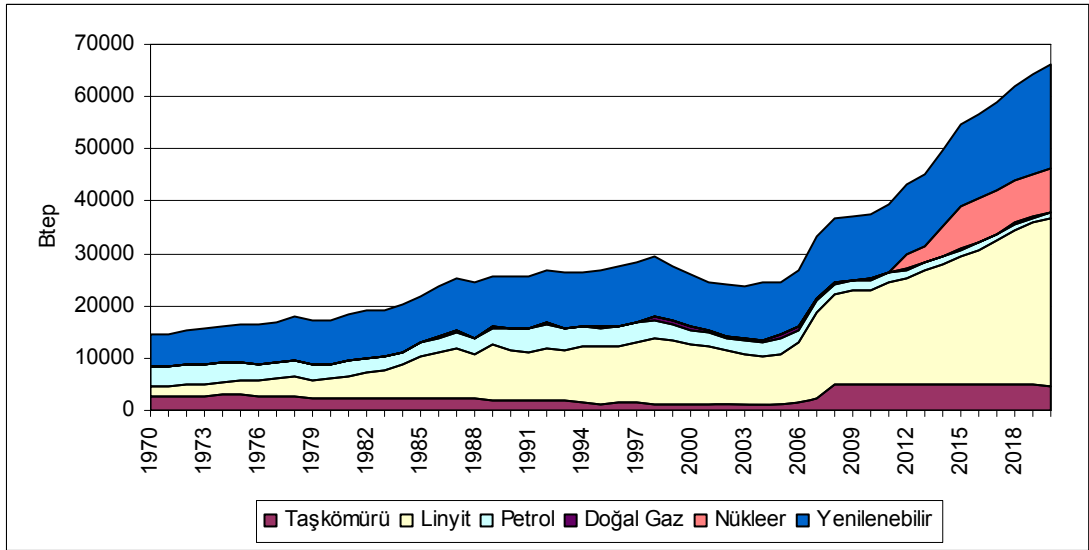
Kaynak: DG TREN, “Energy and Transport Figures and Main Facts” den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye’nin, hızla artan enerji tüketimini giderek daha çok ithalat ile karşıladığı görülmektedir. 1970 yılında, Türkiye’nin birincil enerji tüketimi, 18,872 Mtep; üretimi ise, 14,516 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Türkiye, tüketim ihtiyacının yaklaşık olarak %76,91’ni karşılayabilmiştir. Ancak, enerji tüketiminde görülen yükselme ile aynı derecede arttırılamayan iç üretim dolayısıyla dışa bağımlılık oranı artmıştır. 1970-2006 yılları arasında 5,28 kat yükselen enerji tüketimine karşılık, birincil enerji üretimi yalnızca 1,84 kat yükseltilebilmiştir. Türkiye’nin artan ithalat gereksimine eşlik eden en önemli değişimlerden birisi enerji sistemindeki modern enerji kaynaklarının artan ağırlığıdır. 1970 yılında, üretiminin yaklaşık %41,1’ini (5,973 Mtep) biyokütle ile hayvan ve bitki artıkları oluşturmaktadır. Bu kaynakların üretimi oran ve miktar olarak gerileyerek, 2006 yılında sırasıyla, % 19,3’e ve 5,169 Mtep’e gerilemiştir. Aynı dönemde, ithalat ihtiyacı yaklaşık olarak 16 kat artmıştır. ETKB, 2020 yılına kadar yapmış olduğu planlamada, 2006-2020 yılları arasında, Türkiye’deki birincil enerji üretimini toplamda %146 oranında arttırılarak 66,094 Mtep’e yükseltmesini hedeflemektedir. Üretim hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi durumunda, ithalata olan bağımlılıkta büyük bir değişim meydana gelmesi beklenmemekte; 2006 yılında %26,8 olan iç üretimin tüketimi karşılama oranının %29,7’ye yükseltilmesi amaçlanmaktadır (Grafik 3.17).



Grafik 3.17
Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığı 1970-2020

Kaynak: ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri"nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

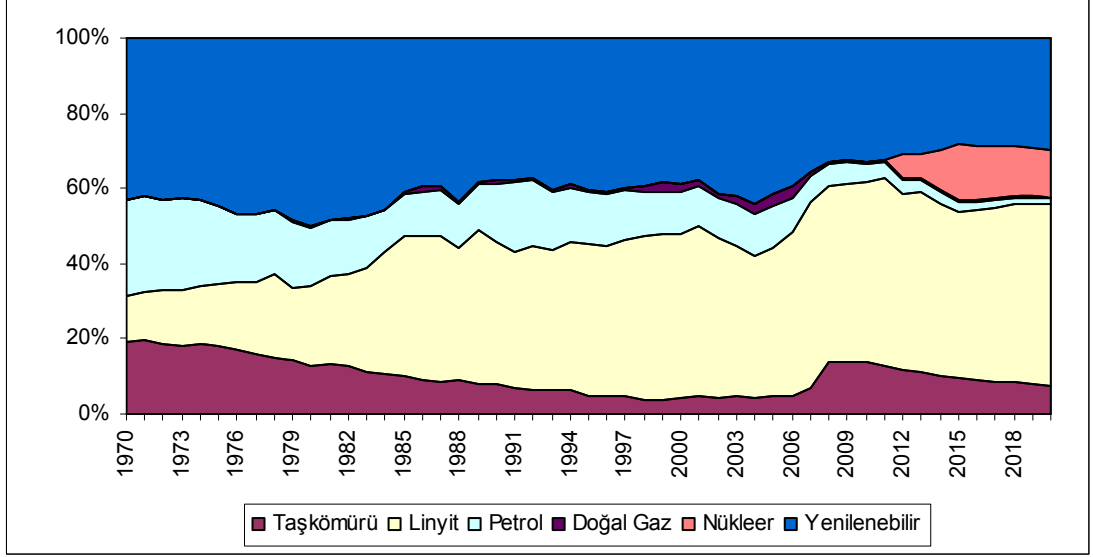


Grafik 3.18
Türkiye Birincil Enerji Üretimi 1970-2020

Kaynak: ETKB, "Türkiye Enerji İstatistikleri"nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye birincil enerji üretiminde dikkati çeken diğer bir husus, iç üretimin büyük bölümünün linyit ve yenilenebilir (çoğunluğunu biyokütle ve hidrolik enerjinin oluşturduğu) kaynaklardan tarafından karşılanıyor olmasıdır. Türkiye’de, 2006 yılında, 26,763 Mtep olarak gerçekleşen birincil enerji üretiminin yaklaşık olarak %43,13’ü (11,545 Mtep) linyit, %39,42’si (10,552 Mtep) yenilenebilir

kaynaklar, %9,27'si (2,479 Mtep) petrol, %5,04'ü (1,348 Mtep) taşkömürü, %3,14'ü ise (%3,14 Mtep) doğal gaz kullanılarak elde edilmiştir (Grafik 3.18, 3.19).



Grafik 3.19
Türkiye Birincil Enerji Üretimi Kaynaklarının Payları 1970-2020

Kaynak: ETKB, “Türkiye Enerji İstatistikleri”nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin enerji tüketiminde, dünya enerji sistemine paralel bir şekilde fosil yakıtların ağırlıklı olduğu görülmektedir. 2006 yılında, birincil enerji tüketiminde, petrol, %32,9 (32,810 Mtep), doğal gaz, %28,9 (28,867 Mtep), taş kömürü, %14,7 (14,721 Mtep), linyit, %11,2 (11,188 Mtep), yenilenebilir kaynaklar %10,4 (22,411 Mtep) paya sahip bulunmaktadır. Türkiye'nin enerji tüketiminde, kaynaklar arasında genel olarak bir denge olduğu göze çarpmaktadır. Türkiye'nin tüketmiş olduğu enerji birincil enerji kaynakları temelinde incelendiğinde petrol birinci sırada yer almaktadır. Bu durum Dünya'daki ortalamadan çok farklı değildir. Eğer ticari enerji kaynakları hesaba katılarak bir değerlendirme yapılırsa, 2007 yılında, fosil yakıtlar (petrol, doğal gaz ve kömür) Türkiye'nin toplam enerji ihtiyacının %92,1' lik kısmını karşılarken, Dünya'da bu oran % 88 olarak gerçekleşmiştir¹⁷. 1970-2006 döneminde, AB'de olduğu gibi, doğal gazın enerji sistemi içine katılımı, Türkiye'de özellikle 1980'li yıllardan sonra, petrolün enerji sistemi içindeki payının azalmasını

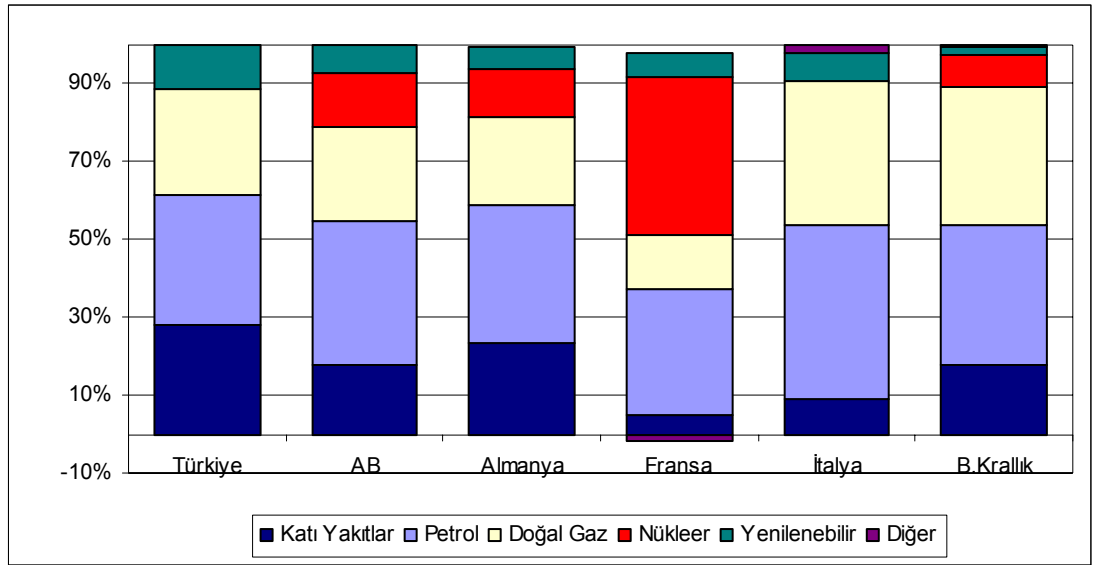
¹⁷ BP, “BP Statistical Review of World Energy 2008”, p.41.

sağlayarak, petrolün yerini almıştır. AB ülkelerinden farklı olarak, Türkiye'nin nükleer enerjiden yararlanmadığı ancak bu açığı hidroelektrik potansiyelini kullanarak kapattığını söylemek mümkündür (Grafik 3.20).

Tablo 3.4
Türkiye ve AB'de Enerji Tüketimi 2006

Enerji Kaynakları	Türkiye	AB	Almanya	Fransa	İtalya	B.Krallık
Toplam	94,66	1825,18	349,03	273,07	186,11	229,53
Katı Yakıtlar	26,59	355,23	82,24	13,24	16,66	41,33
Petrol	31,67	673,47	124,48	92,25	83,17	82,28
Doğal Gaz	25,97	437,93	79,50	39,62	69,19	81,06
Nükleer	0	255,34	43,15	116,13	0	19,46
Yenilenebilir	10,54	129,15	21,11	17,27	13,1	4,43
Diğer	-0,12	4,05	-1,44	-5,45	3,99	0,96

Kaynak: DG TREN, "Energy and Transport, Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

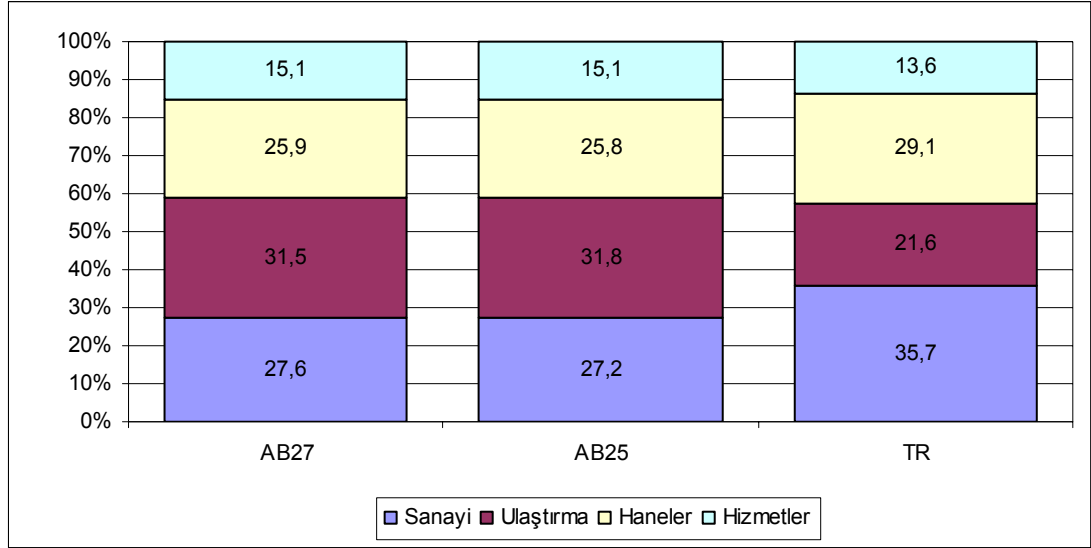


Grafik 3.20
Türkiye ve AB'de Birincil Enerji Tüketimi Kaynakları 2006

Kaynak: DG TREN, "Energy and Transport Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin nihai enerji tüketimi, 2006 yılında, 77,623 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Nihai enerji tüketiminde, sanayi sektörü % 39,9 pay ile (30,996 Mtep), konut sektörü, %30,5 (23,680 Mtep), ulaştırma sektörü, %19,3 (14,994 Mtep), tarım sektörü, %4,6 (3,610 Mtep) pay almaktadır. Türkiye'nin sanayileşme süreci içinde, sanayi sektörünün enerji tüketimindeki payı artmıştır. ETKB tarafından

yapılan projeksiyon, gelecek yıllarda, nihai enerji tüketiminde, 1970 yılında %24,4 olan sanayi sektörünün payının, 2020 yılında %46,23'e yükselmesi beklenmektedir¹⁸. Türkiye'nin nihai enerji tüketiminde, sanayi sektörünün ağırlıklı pay alması beklenen bir durumdur. Örneğin, 2005 yılında, Türkiye'nin de üyesi bulunduğu OECD ülkelerinde, endüstri sektörünün nihai enerji tüketimindeki payı ortalama olarak %22 iken, bu oran Türkiye'de, %32'dir¹⁹. Aynı yıl, endüstri sektörünün nihai enerji tüketiminden aldığı pay, Asya'nın iki büyük gelişmekte olan ülkesi, Çin'de, %42, Hindistan'da ise, %34 olarak gerçekleşmiştir²⁰. Nihai enerji tüketimi konusunda, AB ile yapılan karşılaştırma, Türkiye'nin nihai enerji tüketiminden, sanayi ve hanelerin AB ortalamasına göre büyük pay aldığı, buna karşın, ulaşım ve hizmet sektörlerinin paylarının AB ortalamasından daha küçük olduğu görülmektedir (Grafik 3.21).



Grafik 3.21
Türkiye ve AB'de Nihai Enerji Tüketimi Sektör Payları 2006

Kaynak: DG TREN, "Energy and Transport Figures and Main Facts" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

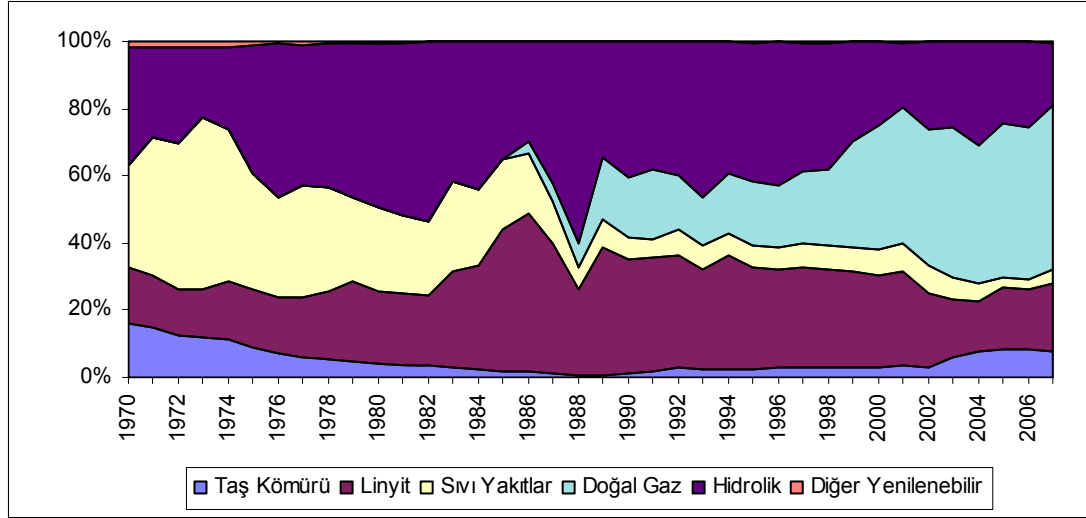
2007 yılında, Türkiye'nin toplam elektrik enerjisi üretimi yaklaşık olarak 191 milyar kW's olarak gerçekleşmiştir. 1970 yılında, 8,6 milyar kW's olan toplam elektrik üretiminin 1970-2007 yılları arasında yaklaşık 22 kat arttığı görülmektedir. Elektrik üretiminde birincil enerji kaynakları içinde doğal gazın çok büyük bir

¹⁸ ETKB, a.y.

¹⁹ IEA, **Energy Balances of OECD Countries 2004-2005**, Paris, OECD/IEA, 2007, pp.15-143.

²⁰ IEA, **World Energy Outlook 2007**, Paris, OECD/IEA, 2007, pp.291-467.

üstünlüğü olduğu görülmektedir. 2007 yılında, toplam üretimin yaklaşık %48'i (92,8 milyar kW) doğal gaz, %23'ü (44,2 milyar kW) hidroelektrik, %20'si (38,3 milyar kW) linyit, %7,8'i (14,9 milyar kW) taşkömürü, %4,5'i (8,7 milyar kW) petrol, %0,3'ü (692,6 milyar kW) ise diğer yenilenebilir kaynaklar kullanılarak gerçekleştirilmiştir²¹.



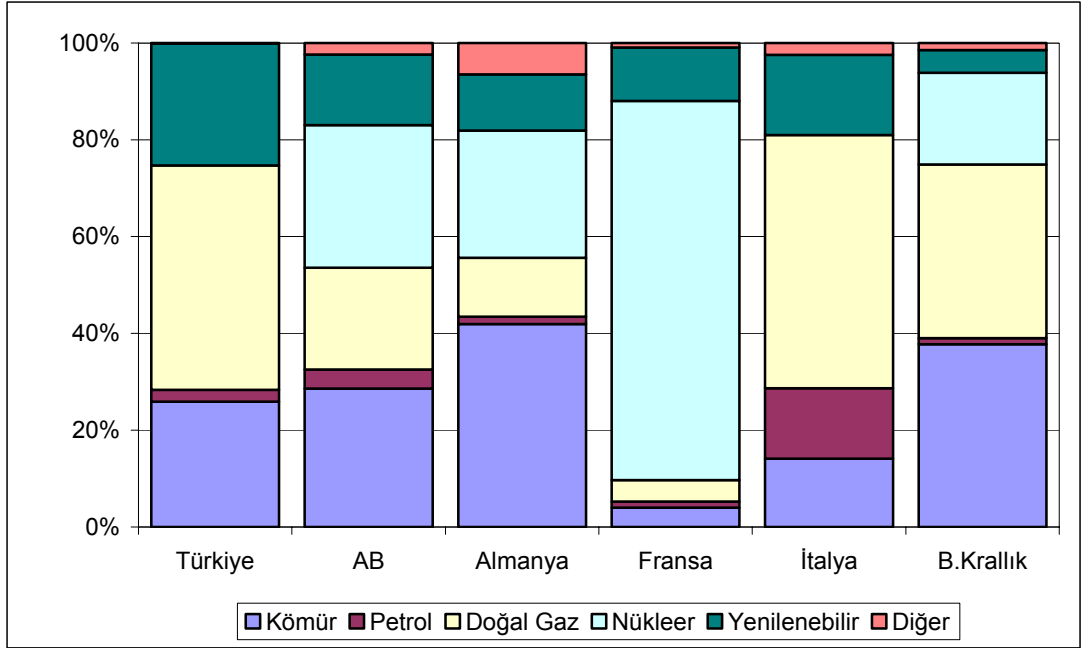
Grafik 3.22
Türkiye Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 1970-2007

Kaynak: ETBK, “Türkiye Enerji İstatistikleri”nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

1990 yılından sonra etkisini göstermeye başlayan doğal gaz santrallerinin, elektrik üretiminde sürekli yükselen payı, Türkiye'nin elektrik üretim sisteminde önemli riskleri beraberinde getirebilecek boyutlara ulaşmıştır. AB'de doğal gazın elektrik üretimindeki payı, yaklaşık olarak %21'dir. AB'ye üye ülkeler içinde, elektrik üretiminde doğal gazı, Türkiye'den daha fazla kullanan tek ülke İtalya olarak ön plana çıkmaktadır. İtalya da, Türkiye gibi, elektrik üretiminde nükleer enerji seçeneğini kullanmayan bir ülkedir. Bu durum, tıpkı Türkiye'de olduğu gibi, İtalya'nın elektrik üretiminde doğal gaza olan bağımlılığını yükseltmiştir²².

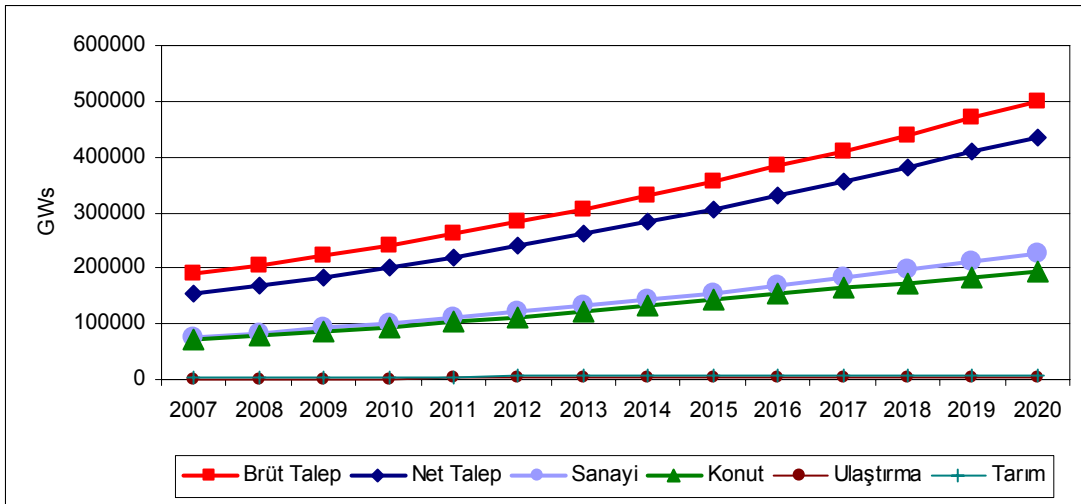
²¹ ETKB, a.y.

²² DG TREN, “Energy and Transport Figures and Main Facts”, a.y.



Grafik 3.23
Türkiye ve AB’de Elektrik Üretiminde Kaynakların Payları 2006

Kaynak: DG TREN, “Energy and Transport Figures and Main Facts” den yararlanılarak hazırlanmıştır.

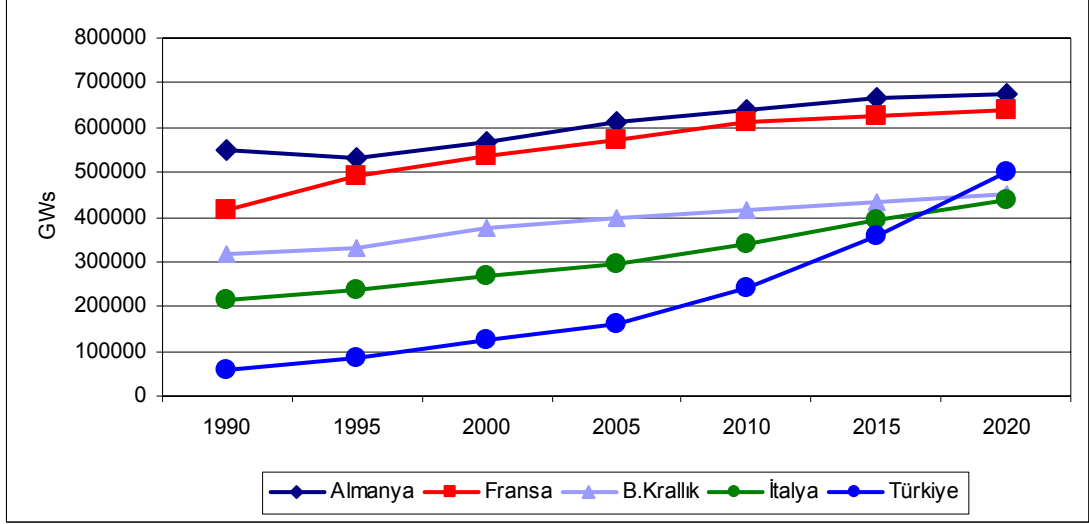


Grafik 3.24
Türkiye’nin Elektrik Talebi 2007-2020

Kaynak: ETKB, “Türkiye’nin Enerji İstatistikleri”nden yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB’nin büyük ekonomilerinin elektrik üretimlerinde en çok kullandıkları birincil enerji kaynakları incelendiğinde, Fransa’nın elektrik üretiminde %78 oranında nükleer, İtalya’nın %52 oranında doğal gazı, Almanya ve B.Krallık’ın sırasıyla, %41,5 ve %35,9 oranında katı yakıtları kullandıkları görülmektedir (Grafik

3.23). ETKB tarafından, 2020 yılına kadar yapılan elektrik talebi projeksiyonu, Türkiye'nin elektrik talebinde büyük 2005-2020 yılları arasında yaklaşık 3 katlık bir yükselme tahmin etmektedir²³.



Grafik 3.25
Türkiye ve AB'de Elektrik Talebi 2007-2020

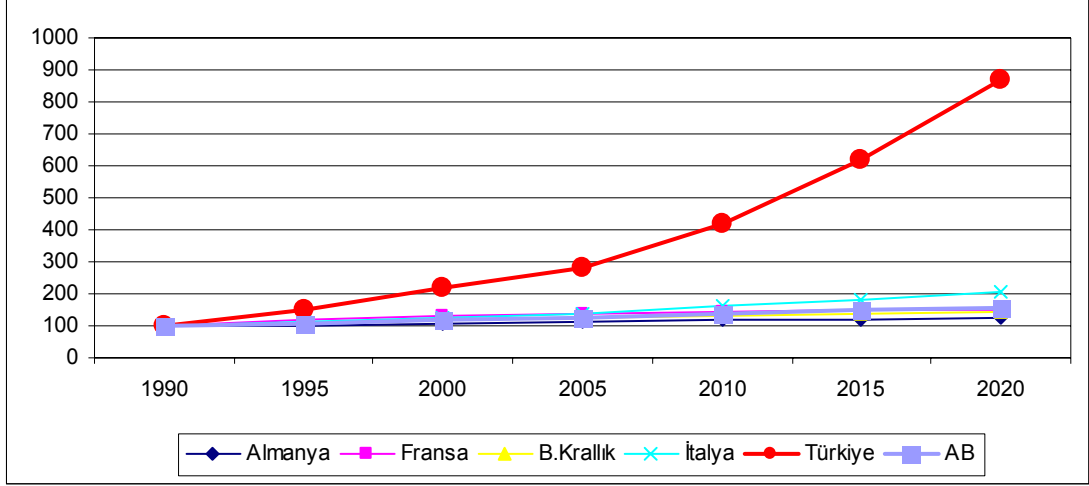
Kaynak: ETKB, "Türkiye'nin Enerji İstatistikleri"; DG TREN, "European Energy and Transport Trends to 2030 Update 2007" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

2007 yılında 190 milyar kW'si sınırını geçen toplam elektrik talebinin, 2020 yılında 499 milyar kW's'e ulaşması beklenmektedir. Türkiye'nin elektrik talebinde beklenen bu yükselmenin, AB ortalamalarının çok üstünde olduğunu kabul etmek gerekmektedir. 2020 yılında, Türkiye'nin elektrik talebinin, AB'nin en büyük 4 ekonomisi konumunda bulunan Almanya, B.Krallık, Fransa ve İtalya'nın elektrik tüketim seviyesine yükselmesi öngörülmektedir. Örneğin, Türkiye'nin elektrik tüketimi 1990 yılında, B.Krallık'ın elektrik tüketiminin %18'i, İtalya'nın ise %27'sine eşit iken; 2020 yılında, bu iki ülkenin elektrik tüketimlerinin üstüne çıkacaktır (Grafik 3.25). AB tarafından yapılan projeksiyona göre, 1990-2020 yılları arasında Almanya'nın elektrik talebi toplamda, %22,9, Fransa'nın %52,9, B.Krallık'ın %42,5, İtalya'nın %205 artması beklenmektedir²⁴. AB ve Türkiye'nin 1990-2020 yılları arasındaki elektrik taleplerinin karşılaştırılması, Türkiye'nin içinde bulunmuş olduğu büyük değişimi gözler önüne sermektedir. ETKB tarafından

²³ ETKB, a.y.

²⁴ DG TREN, "European Energy and Transport: Trends to 2020 Update 2007", a.y.

yapılan projeksiyonun gerçekleşmesi halinde 1990-2020 döneminde, Türkiye'nin elektrik talebi, 8,6 katlık bir yükselme gösterirken, AB'nin toplam elektrik talebi yalnızca %59 oranında artış gösterecektir (Grafik 3.26).

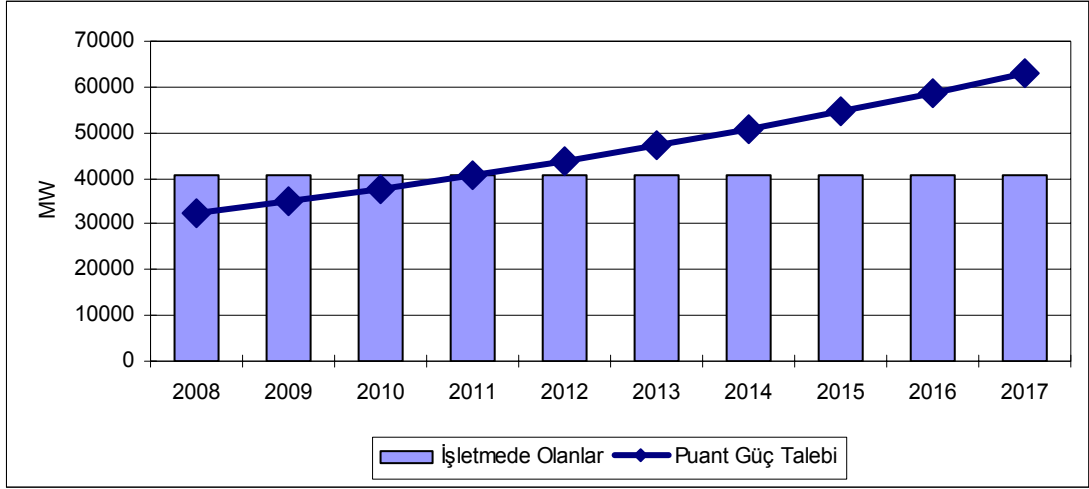


Grafik 3.26
Türkiye ve AB’de Elektrik Talebinde Artış 1990-2020

Kaynak: ETKB, “Türkiye’nin Enerji İstatistikleri”; DG TREN, “European Energy and Transport Trends to 2030 Update 2007” den yararlanılarak hazırlanmıştır.

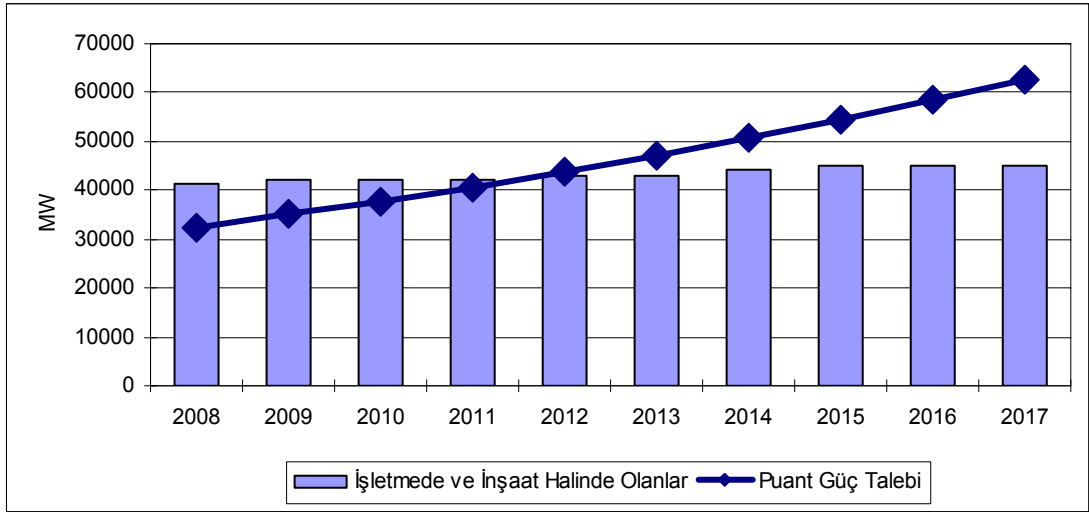
Türkiye’nin elektrik talebinde beklenen bu yükselmenin, Türkiye’nin enerji politikalarını AB’den ayıran önemli sonuçları bulunmaktadır. Türkiye Elektrik İletim A.Ş Genel Müdürlüğü tarafından 2008 yılında yapılan Türkiye’nin elektrik enerjisi 10 yıllık kapasite projeksiyonu, Türkiye’nin gelecek yıllarda önemli bir sıkıntı ile karşılaşma olasılığı üzerinde durmaktadır. Yapılan projeksiyonun Baz Senaryosu 2017 yılı itibarıyla, Türkiye’de toplam puant güç talebinin 62.782 MW olmasını beklemektedir. 2008-2017 yılları arasında, 2008 yılında 32.478 MW olan toplam puant güç talebinin toplamda %93,3 oranında artış göstermesi öngörülmektedir. Yapılan projeksiyonda Düşük Talep Senaryosu’nda ise 2017 yılı için 58.376 MW’lık bir puant güç talebi tahmin edilmektedir²⁵. Baz Talep Senaryosuna göre, 2008 yılında faaliyet halinde olan santrallere ek yapılmaması halinde, Türkiye’nin mevcut santral filosu 2011 yılından itibaren, puant güç talebini karşılayamamaktadır (Grafik 3.27).

²⁵ TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, “Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2008-2017”, (Çevrimiçi) http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor_elektrik_yayin_uretimKapasiteProjeksiyonu2008_2017.pdf, 3 Eylül 2008, s.60-97.



Grafik 3.27
Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Projesiyonu İşletmede Olan Santraller

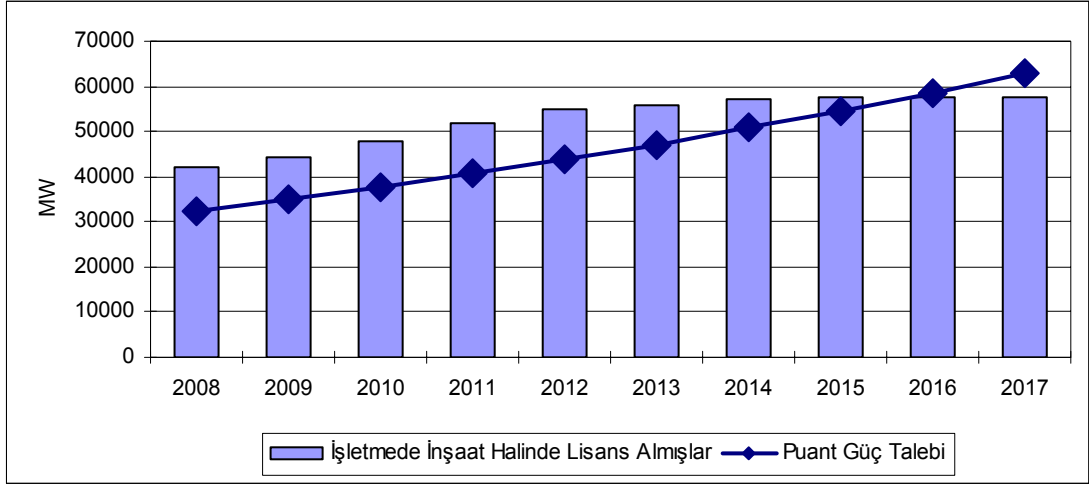
Kaynak: TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projesiyonu 2008-2017", (Çevrimiçi) http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor/elektrik/yayin/uretimKapasiteProjesiyonu2008_2017.pdf, 3 Eylül 2008, s.60.'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 3.28
İşletme ve İnşaat Halinde Olan Santraller

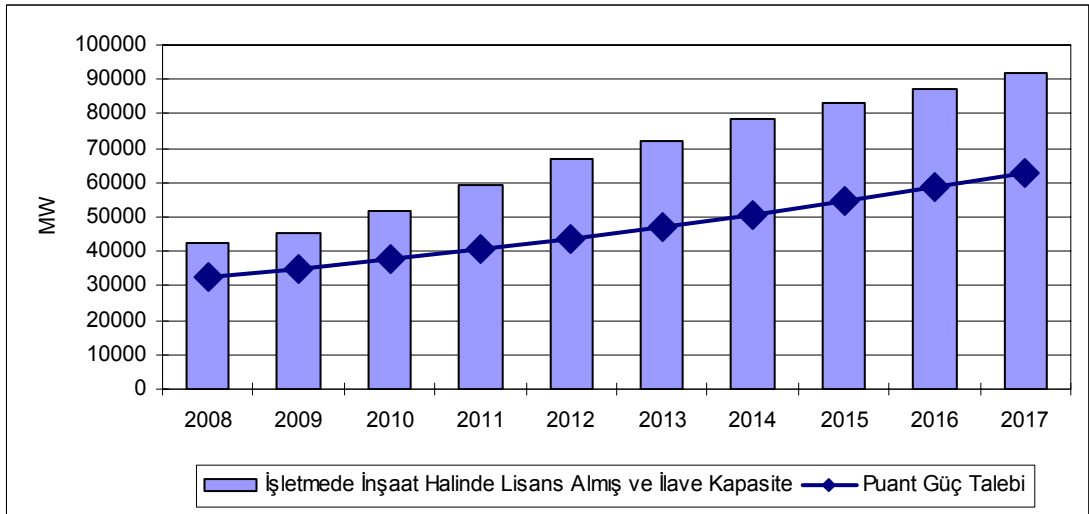
Kaynak: TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projesiyonu 2008-2017" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yapılan projeksiyona göre, mevcut santral filosu ve 2008 yılı ocak ayı itibarıyla inşaat halinde olan santrallerin projeksiyona katılması durumunda, puant güç talebinin karşılanmasında gelecek yıllarda yaşanacak sıkıntı yalnızca bir yıl ertelenebilmektedir. Buna göre, Türkiye elektrik üretim santral filosu 2012 yılından itibaren puant güç talebini karşılamakta yetersiz kalmaktadır (Grafik 3.28).



Grafik 3.29
İşletmede İnşaat Halinde ve Lisans Almış Santraller

Kaynak: TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2008-2017" den yararlanılarak hazırlanmıştır.



Grafik 3.30
İşletmede İnşaat Halinde Lisans Almış ve İlave Kapasite

Kaynak: TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2008-2017" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Elektrik üretiminde, işletmede ve inşaat halinde olan santrallere, 2008 yılı itibarıyla lisans almış elektrik santrallerinin ilave edilmesi durumunda, puant güç talebinin karşılanmasındaki sıkıntı 2016 yılına ertelenebilmektedir. Bu durum, Türkiye'de 2008 yılı itibarıyla işletmede, inşaat halinde ve lisans almış santrallere ilave ek kapasitenin devreye sokulması gerektiği gerçeği ortaya çıkmaktadır (Grafik

3.30). 2008 yılında Türkiye'nin kurulu güç kapasitesi 40 GW'nin üzerine çıkmıştır. 2017 yılına kadar güvenli üretim kapasitesinin korunabilmesi için 2017 yılındaki kurulu güç kapasitesinin projeksiyonda yer alan Çözüm I-A'ye göre, yaklaşık olarak 91 GW, Çözüm I-B'ye göre ise 87 GW'ye yükseltilmesi gerekmektedir. Puant güç talebi yanında, sistemin üretebileceği toplam elektrik enerjisi miktarının göz önünde bulundurulması durumunda, Baz Senaryoya göre, 2008 yılı itibarıyla işletmede olan elektrik santralleri 2011 yılından itibaren toplam talebi karşılayamaz duruma gelmektedir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5
Türkiye Elektrik Kapasite Projeksiyonu 2008-2017

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Talep	204	219	236,2	253,8	272,8	293,2	315,1	338,7	363,7	390,1
İşletmede	238,3	235,9	235,5	234,7	234,5	234,4	232,4	233	233,6	229,1
İşletmede ve İnşaat Halinde	239,1	238,3	240,1	240,1	246,1	245,7	247,5	249,8	250,4	245,9
İşl. İnş. Lisans Almış	241,2	245,8	259,5	276,6	297,5	304,4	308,6	310,8	311,4	307
İşl, İnş, Lis, İlave Kapasite	241,6	251,4	282,6	323,7	369,3	401,4	432,8	464,2	483,8	503

Kaynak: TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2008-2017" den yararlanılarak hazırlanmıştır.

İşletmede ve inşaat halinde olan santrallerin toplam üretim kapasiteleri de 2011 yılındaki Baz Senaryo'ya göre talep tahmini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. İşletmede, inşaat halinde ve 2008 yılı itibarıyla lisan almış tüm projelerin devreye girmesi halinde bile, 2014 yılında itibaren toplam üretim kapasitesinin toplam talebi karşılayamama ihtimali bulunmaktadır. 2017 yılındaki tahmin edilen 390 milyar kW's'lik toplam talebin karşılanabilmesi, işletmede, inşaat halinde ve 2008 yılı itibarıyla lisans almış santrallerin devreye girmesi ile mümkün olamamaktadır (Tablo 3.5). Bu santrallere ek olarak 2017 yılında, yıllık 509 milyar kW's'lik üretim kapasitesine sahip elektrik santral filosunun oluşturulması için ilave kapasitenin devreye sokulması gerekmektedir. TEİAŞ tarafından 2004 yılında yapılan başka bir projeksiyonda ise 2020 yılı için, düşük ve yüksek olmak üzere iki senaryo bulunmaktadır. Yüksek senaryoya göre elektrik enerjisi talebinin yıllık %7,9, düşük

senaryoya göre, %6,4 oranında artacağı varsayılmaktadır²⁶. Bu oranlar, TEİAŞ-APK tarafından 2008 yılında yapılan projeksiyondaki yükselme oranlarına yakındır. 2008 yılındaki projeksiyonda, Baz Senaryo’da 2008-2017 arasında elektrik enerji talebinin yılda %7,5, Düşük Talep Senaryosu’nda %6,6 oranında yükseleceği varsayılmaktadır²⁷. Türkiye’nin 1970-2007 yılları arasında toplam elektrik enerjisi talebi yılda ortalama %8,5 oranında yükselme göstermiştir²⁸. Dolayısıyla, yapılan projeksiyonlarda kabul edilen talep artışı oranları tarihsel sürecin üstünde değildir. 2004 yılında yapılan çalışma, Yüksek senaryoya göre, 2020 yılında, Türkiye’nin elektrik enerjisi talebinin 499 milyar kWs’ye, düşük senaryoya göre ise, 406,5 milyar kWs’ye yükselmesini beklemektedir. Elektrik enerjisi talebinin karşılanabilmesi için, iki farklı çözüm alternatiflerinden biri 35 GW, diğeri ise 51 GW’lik ilave kapasitenin sisteme dahil edilmesi gerektiği sonucuna varmaktadır²⁹. Türkiye’nin, kurulu güç kapasitesini yaklaşık olarak ikiye katlaması anlamına gelen bu ilave kapasitelerin gerçekleştirilebilmesi, Türkiye’nin enerji alanında büyük yatırımlar yapmasını gerektirmektedir. 2005-2020 yılları arasında, Türkiye’nin elektrik enerjisi talebinin Yüksek Senaryo’ya göre artması durumunda yapılması gereken toplam yatırım miktarı 104,7 milyar \$ olarak tahmin edilmektedir³⁰. Yükselen elektrik enerjisi talebinin karşılanması için yapılan yatırımlar yanında, enerjinin diğer boyutları itibarıyla Türkiye’nin bulunmuş olduğu durum bu açıdan önem kazanmaktadır.

3.2. TÜRKİYE’DE ENERJİNİN TEMEL BOYUTLARI

3.2.1. Fiziksel Boyut

Genel olarak kabul edilen görüş Türkiye’nin enerji kaynakları açısından fakir bir ülke olduğudur. Günümüzde, fosil yakıtların enerji tüketimindeki payları

²⁶ H.Atilla Özgener, “Mevcut Kaynaklar Kullanılmasına Rağmen 2020’li Yıllarda Türkiye’de Elektrik Enerjisi Açığı Olabilir mi?”, **Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi**, Ed.by Aslı Hüseyinoğlu, İstanbul, Tasam Yayınları, 2006, s.21.

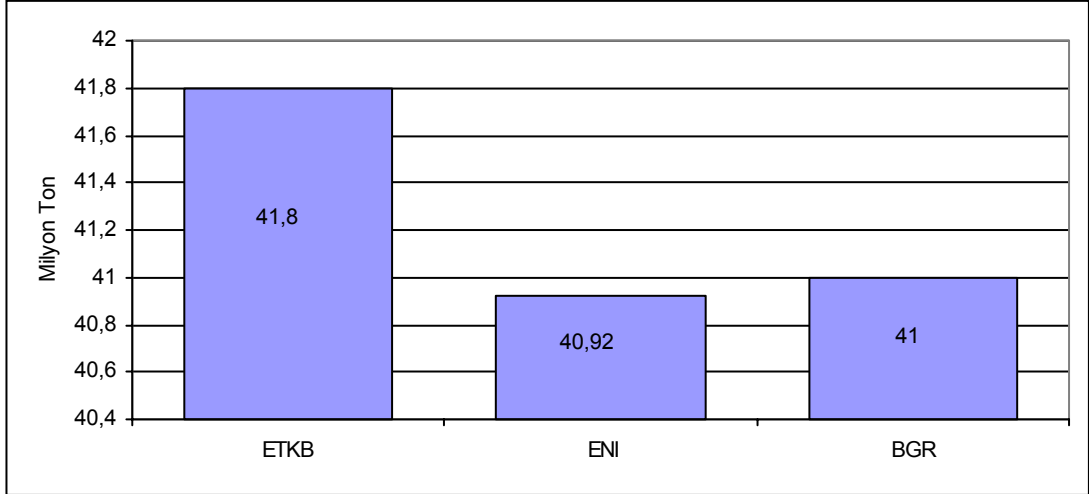
²⁷ TEİAŞ-APK Daire Başkanlığı, **a.g.e.**, ss.13,14.

²⁸ ETKB, “Türkiye Enerji İstatistikleri”, **a.y.**

²⁹ Özgener, **a.g.e.**, s.23,26.

³⁰ DPT, “IX. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, (Çevrimiçi) <http://plan9.dpt.gov.tr/plan.htm>, 23 Nisan 2006, s.80.

düşünüldüğü vakit, Türkiye'nin söz konusu kaynaklara sahip olup işletmesinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Ancak günümüze kadar yapılan araştırmalarda ortaya Türkiye'nin petrol bakımından zengin bir ülke olmadığı izlenimi çıkmıştır. Ancak, Türkiye'de özellikle fosil yakıtlar itibarıyla gerekli arama yatırım ve çalışmalarının yapıldığını söylemek de güçtür. Örneğin, ülkemizde 1954-2005 yılları arasında toplam 174 petrol şirketi, 2520 arama, 46 adet işletme ruhsatı olarak faaliyette bulunmuştur. 2005 yılı sonuna kadar yapılan çalışmalarda, 1187'si arama, 1344'ü üretim amaçlı olarak toplam 3140 kuyuda sondaj çalışması yapılmıştır³¹. Bu değerler, dünya petrol endüstrisinde petrol arama ve geliştirme çabalarına verilen önemin yanında çok küçük kalmaktadır. Örneğin, 1995-2004 yılları arasında sadece ABD'de, 15.700 yeni petrol kuyusu, 12.300 değerlendirme kuyusu ve 250.700'den fazla geliştirme kuyusu açılmıştır³².



Grafik 3,31
Türkiye'nin Petrol Rezervleri

Kaynak: ETKB, "Hizmet Alanları ile İlgili Ülke Potansiyeli", (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/enerjiprofilleri.htm>, 16 Şubat 2006; ENI, "World Oil and Gas Review 2005", (Çevrimiçi) http://www.eni.it/home/documentazione_en.html, 3 Mart 2006, p.26.; BGR, "Brief Study Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2004", (Çevrimiçi) <http://www.bgr.bund.de>, 28.12.2005, p.41.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Elde bulunan verilere göre Türkiye petrol rezervleri bakımından zengin bir ülke değildir. Farklı kaynaklara göre Türkiye'nin petrol rezervleri 40-42 milyon ton

³¹ Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), **TMMOB Enerji Raporu 2006**, 1. Basım, Ankara, TMMOB, 2006, s.38.

³² Leonardo Maugeri, **The Age of Oil: The Mythology History and Future of the World's Most Controversial Resource**, London, Praeger, 2006, p.223.

arasında değişmektedir (Grafik 3.31). Bugünkü üretim oranları göz önüne alındığında Türkiye'nin 19 yıllık kanıtlanmış petrol rezervi bulunduğunu söylemek mümkündür.

Var olan bilgilere göre, Türkiye doğal gaz rezervleri bakımından fakir bir ülkedir. Çeşitli kaynaklara göre, Türkiye'nin doğal gaz rezervleri 4-8 milyar metreküp arasında değişmektedir. Bu miktar Türkiye'nin bir yıllık doğal gaz ihtiyacının % 25'ini bile karşılamaya yetmeyecek kadar azdır. Doğal gaz konusunda araştırmalar devam etmesine karşılık Türkiye'nin doğal gaz rezervlerinde bir gelişme olmamış aksine bir gerileme yaşanmıştır. Örneğin 1993 yılında Türkiye'nin doğal gaz rezervleri 25 milyar metreküp iken, 2004 yılında rezervler 4 milyar metreküpe düşmüştür³³. Bunun dışında kanıtlanmış rezervlerin dışında var olan potansiyel üzerine yapılan değerlendirmelerde Türkiye'nin mevcut doğal gaz potansiyelinin 20 milyar metreküp civarında olduğu iddia edilmektedir³⁴. Rezervlerdeki bu gerileme karşısında Türkiye'nin doğal gaz konusunda dışa bağımlılığı kabul ettiği sonucuna varmak mümkündür. Dünya'nın en büyük doğal gaz rezervlerine sahip iki ülkesi olan Rusya ve İran'ın Türkiye'nin komşusu olması, Türkiye'nin doğal gaz konusunda bu iki ülkeyi tedarikçi olarak kabul ettiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Gerçekte, Türkiye, petrol ve doğal gaz dışında yer alan diğer enerji kaynakları bakımından çok fakir bir ülke değildir. Türkiye'nin, kömür konusunda kendine yeter düzeyde bulunduğunu söylemek mümkündür. Enerjinin stratejik önemi düşünüldüğü vakit Türkiye'nin var olan kömür potansiyeli gözden kaçırılmamalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları düşünüldüğünde ise, Türkiye'nin ihtiyaçlarının büyük bir bölümünü karşılayabilecek kaynak potansiyeli olduğu görülmektedir. Örneğin, güneş enerjisi bakımından Türkiye'nin potansiyeli 87 Mtep kadardır. Bu miktar, Türkiye'nin yıllık birincil enerji tüketimine oldukça yakın bir değerdir.

BP'ye göre, 2005 yılı itibarıyla, Türkiye'nin 278 milyon ton taş kömürü ve antrasit, 3.908 milyon ton alt bitümün ve linyit rezervleri bulunmaktadır. Bu günkü

³³ ENI, "World Oil and Gas Review 2005", (Çevrimiçi) http://www.eni.it/home/documentazione_en.html, 3 Mart 2006, p.170.

³⁴ BGR, "Brief Study Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2004", (Çevrimiçi) <http://www.bgr.bund.de>, 28 Aralık 2005, p.51.

üretim düzeyi düşünüldüğü vakit Türkiye'nin kömür rezervlerinin 87 yıllık ömrü kaldığı bildirilmektedir³⁵. ETKB'ye göre Türkiye'nin 550 milyon tonu görünür, 425 milyon tonu muhtemel, 368 milyon tonu mümkün olmak üzere toplam 1.343 milyon ton taşkömürü potansiyeli bulunmaktadır. Yine 7.339 milyon tonu görünür, 626 milyon tonu muhtemel, 410 milyon tonu mümkün olmak üzere toplam 8.375 milyon ton linyit rezervleri bulunmaktadır³⁶. Türkiye'nin, taşkömürü bakımından zayıf, linyit rezervleri bakımından ise orta düzeye bir ülke olduğu söylenebilir. Ancak, kömür açısından önemli olan kalori değeri göz önüne alındığında var olan linyit rezervlerinin ancak yarısı işletilebilir düzeydedir. Türkiye'nin sahip olduğu linyit rezervlerinin enerji içeriğinin ağırlıklı ortalaması yaklaşık olarak 7,84 MJ/kg'dır³⁷. Bu değer, ortalama olarak 42 MJ/kg olan ham petrolün enerji içeriğinin oldukça altındadır. Dünya'da linyit için verilen ortalama enerji yoğunluğu ise yaklaşık olarak 19 MJ/kg'dır³⁸. Bu durum, Türkiye'nin sahip olduğu linyit rezervlerinin enerji yoğunluğu bakımından ideal durumdan oldukça uzak olduğunu göstermektedir. 2020 yılı itibarıyla, Türkiye'nin linyite dayalı elektrik santral kapasitesini 18,8 GW düzeyine çıkarması beklenmektedir. Bu kurulu güç ile yaklaşık olarak 116 milyar kW's elektrik üretilmesi planlanmaktadır. Sahip olunan linyit rezervlerinin ortalama enerji içeriği düşünüldüğünde, linyit üretiminin yıllık olarak yaklaşık 160 milyon ton dolaylarına yükseltilmesi gerekmektedir. 2007 yılında, Türkiye'nin toplam linyit üretimi ise 61 milyon ton olarak gerçekleşmiştir³⁹.

Türkiye'de toplam teorik hidroelektrik potansiyel, 433 milyar kW's, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kW's, teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise yaklaşık olarak 130 milyar kW's olarak verilmektedir. Günümüzde, Türkiye'de 150 hidroelektrik santral işletme halinde bulunmaktadır. İşletmede bulunan santraller toplam 13.395 MW'lik kurulu güce, dolayısıyla Türkiye kurulu gücünün yaklaşık %34'ünü temsil etmekte; ve yılda 48,1

³⁵ BP, "BP Statistical Review of World Enregy 2005", (Çevrimiçi) <http://www.bp.com/genericsection.do?categoryId=92&contentId=7005893>, 15 Aralık 2005, p.30.

³⁶ DPT, "IX. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu", s.10.

³⁷ Vural Altın, "Enerji Dünyamız", **Bilim Teknik Dergisi Eki**, Ocak 2007, s.6.

³⁸ Vaclav Smil, **Energies:An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization**, London, The MIT Press, 1999, p.xvi.

³⁹ Altın, a.y.

milyar kW's'lik üretim kapasitesine sahip bulunmaktadır. 3.497 MW'lik kurulu güce sahip ve toplam potansiyelin %9'unu temsil eden 11,27 milyar kW's/yıl üretim kapasitesine sahip 40 hidroelektrik santral inşaat halinde bulunmaktadır. Türkiye'de 526 adet daha hidroelektrik santral yapılması ve toplam hidroelektrik kurulu gücünün 36.697 MW'ye yükseltilmesi planlanmaktadır. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin küçük bir bölümünü kullandığı görülmektedir. ABD'de teknik potansiyelin %86'sı, Japonya'da %78'i, Norveç'de %68'i, Kanada'da %56'sı geliştirilmişken, Türkiye'de sadece %21'i geliştirilebilmiştir⁴⁰.

Tablo 3.6
Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Potansiyeli

Kaynaklar	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü	Milyon Ton 550	425	368	1.343
Linyit	Milyon Ton			
Elbistan	3.357			3.357
Diğer	2.982	626	410	5.018
Toplam	7.339	626	410	8.375
Asfaltit	Milyon Ton 43	29	7	79
Bitümler	Milyon Ton 555	1086		1641
Hidrolik				
	GW/Yıl 127.381			127.381
	MW/Yıl 36.260			36.260
Ham Petrol	Milyon Ton 42,8			42,8
Doğal Gaz	Milyar m ³ 8			8
Nükleer	Ton			
Doğal Uranyum	9.129			9.129
Toryum	380.000			380.000
Jeotermal	MW/Yıl			
Elektrik	98		412	510
Termal	3348		28.152	31.500
Güneş	Mtep			
Elektrik				
Isı				87

Kaynak: DPT, "IX. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu", (Çevrimiçi) <http://plan9.dpt.gov.tr/plan.htm>, 23 Nisan 2006, s.10.

⁴⁰ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), "Hidroelektrik Enerji", (Çevrimiçi) <http://www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 3 Eylül 2008.

Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinin oldukça yüksek olduğu iddia edilmektedir. Türkiye'nin rüzgâr santralleri açısından teknik potansiyelinin yaklaşık olarak 83.000 MW olduğu tahmin edilmektedir. Bu güç kapasitesinin yılda 166 milyar kWh elektrik enerjisi üretimini mümkün kılacak bir teknik potansiyelin varlığı ortaya koymaktadır. Bu miktar, Türkiye'nin yıllık elektrik tüketimi olan 190 milyar kWh'nin büyük bir bölümünün rüzgâr enerjisi yolu ile karşılanabileceği anlamını taşımaktadır. Ancak, ekonomik maliyetler başta olmak üzere diğer kriterlerin göz önünde bulundurulması durumunda, var olan potansiyel içinde gerçekten kullanılabilir miktarın yaklaşık olarak 20.000 MW olduğu, bu kurulu güç kapasitesi ile de yılda yaklaşık 50 milyar kWh elektrik üretimi gerçekleştirilebileceği tahmin edilmektedir⁴¹. 2007 yılında, ETKB'ye, 3.791 MW'si denizde olmak üzere toplamda 78.151 MW kurulu güç kapasitesine sahip 751 rüzgâr santrali projesi için 381 şirket tarafından lisans başvurusu yapılmıştır. Bu miktar yaklaşık 40.000 MW olan Türkiye'nin kurulu gücünün neredeyse iki katıdır. Bu kadar çok başvuru yapılmasına karşın, başvuruların büyük bölümü aynı bölgede bulunan aynı mevkiiler için yapılmıştır. Projelerin yarıya yakını ise 50 kW'den küçük rüzgâr santralleri içindir. Proje başvuruları içinde 10.000 MW'nin ETKB tarafından kabul edilmesi beklenmekte, toplamda 30.000 MW'lik miktarın gerçekleştirilebilir olduğu düşünülmektedir⁴². Nitekim 1 Eylül 2008 tarihi itibarıyla ETKB, lisans başvurusunda bulunan yaklaşık 2.122 MW kurulu güç kapasitesine sahip 57 proje için lisans vermiştir⁴³. ETKB'nin rüzgâr enerjisi konusunda çok büyük hedeflerini olduğunu söylemek mümkün değildir. Örneğin, ETKB, 2020 yılı için, yaklaşık 8,1 milyar kWh'lik elektrik enerjisini rüzgâr enerjisi kullanarak elde etmeyi planlarken, 31,5 milyar kWh'lik elektrik enerjisinin nükleer santraller vasıtasıyla üretilmesini planlamaktadır. ETKB'nin elektrik enerjisi talebi projeksiyonları ve enerji kaynak planlaması göz önünde bulundurulduğunda, 2020 yılında 499 milyar kWh'ye ulaşması

⁴¹ Nafiz Kahraman, Veysel Özceyhan, Yunus Çerçi, "Rüzgâr Enerjisi Değerlendirme Kriterleri ve Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli", **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Ed by Şükrü Su, Mustafa İlbaş, Kayseri, TMMOB, 2003, s.176.

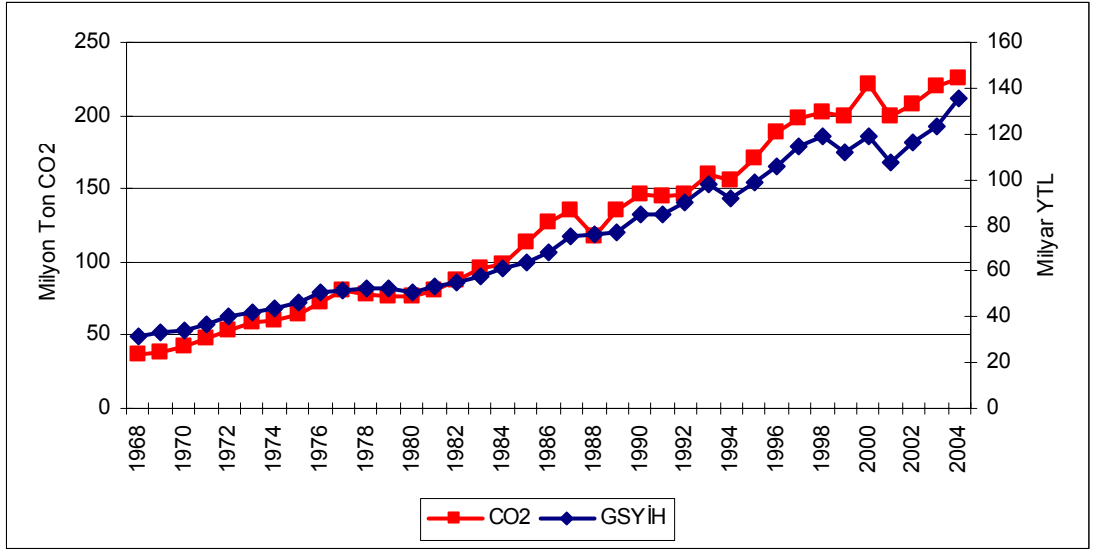
⁴² GWEC, "Global Wind Report", (Çevrimiçi) http://www.gwec.net/fileadmin/documents/test2/gwec-08-update_FINAL.pdf, 2 Eylül 2008, p.61.

⁴³ Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB), "Rüzgar Enerjisi Sektörü Raporu", (Çevrimiçi) <http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/guncel/Rapor-01-09-2008.pdf>, 3 Eylül 2008, p.2.

beklenen elektrik talebinin, ancak %1,62'si rüzgâr santralleri tarafından sağlanırken, nükleer enerji talebin yaklaşık %6,2'sini sağlayabilecektir⁴⁴.

3.2.2. Çevresel Boyut

Türkiye enerji bağlantılı CO₂ emisyonları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile paralel bir biçimde hızlı bir şekilde artmıştır. 1968 yılında 36 milyon ton olan toplam CO₂ emisyonları 2004 yılında 225 milyon tonu geçmiştir (Grafik 3.32).



Grafik 3.32

Türkiye CO₂ Emisyonları ve GSYİH 1968-2004 (1987YTL)

Kaynak: Turkish Statistical Institute, "İstatistik Göstergeler 1923-2006", (Çevrimiçi) http://www.tuik.gov.tr/yillik/Ist_gostergeler.pdf, 12 Haziran 2008, ss.613,614; Gregg Marland, Bob Andres, Tom Boden, "Global CO₂ Emission from Fossil Fuel Burning Cement Manufacture and Gas Flaring 1751-2004", Carbon dioxide Information Analysis Center, (Çevrimiçi) http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/global.1751_2004.ems; 15 Temmuz 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye tarafından İDÇS'ye uygun olarak hazırlanan ve İDÇS Sekreteryası'na sunulmuş kamuoyuna açıklanan Birincil Ulusal Bildirim, Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonlarının 2003 yılında 296,6 milyon ton CO₂-Eşdeğeri olarak vermektedir. Ulusal Bildirim'de, gelecek yıllar için yapılan projeksiyonda, Referans Senaryo'ya göre, Türkiye'nin sera gazı emisyonlarının 2020 yılında 615 milyon tona

⁴⁴ ETKB, "Türkiye'nin Enerji İstatistikleri", a.y.

yükselmesini öngörülmektedir. Referans Senaryo’da, Türkiye’nin birincil enerji tüketiminin, aynı dönemde, ETKB’nin yapmış olduğu gibi 223 Mtep; toplam nihai enerji tüketiminin ise 176 Mtep’e yükseleceği varsayımı kabul edilmiştir. Ancak, 2008-2020 yılları arasında yıllık olarak 100 milyon YTL tutarındaki yatırım, enerji verimliliğini artırma yolunda harcanması durumunda sanayi sektöründe %15, konut sektöründe ise %10 dolayında enerji tasarrufu gerçekleştirilebilecektir. Bununla beraber, 2020 yılına kadar, sırasıyla 2012, 2014 ve 2015 yıllarında devreye sokulacak 1500 MW’lik üç nükleer santralin, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli rol oynaması beklenmektedir. Beklenen yatırımların yapılması durumunda, toplam nihai enerji tüketiminin 2020 yılında, Referans Senaryo’da öngörülen 176,6 Mtep değerinden 160,3 Mtep’e düşürülmesi planlanmaktadır. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak alınacak önlemlerin toplam emisyonlarda Referans Senaryo’da öngörülen miktarda yaklaşık 75 milyon ton CO₂-Eşdeğeri azalmağa neden olması, ve 2020 yılında Türkiye’nin toplam sera gazı emisyonlarının 614 milyon tonun %12 daha altında bir değer olan 538 milyon tona düşürülmesi hedeflenmektedir. Ancak, bu durumda bile Türkiye’nin toplam sera gazı emisyonları 1990 yılına göre 4 kattan daha fazla artış kaydedecektir⁴⁵. Türkiye’nin AB’ye göre daha hızlı bir şekilde büyüyen ekonomisi ile birlikte artan enerji tüketiminin neden olduğu sera gazı emisyonlarındaki artış, tarihsel olarak Türkiye’nin sera gazı emisyonlarının hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Gelecek yıllarda, Türkiye’nin enerji tüketiminde beklenen yükselmelerin hesaba katılması durumunda, Türkiye’nin sera gazı emisyonlarının düşürebilmesi mümkün gözükmemektedir.

3.2.3. Ekonomik Boyut

Türkiye’nin ekonomik açıdan bir ikilik barındırdığını söylemek mümkündür. Sanayi ve hizmetler sektörü yanında hâlâ aktif nüfusun büyük bir kısmı tarımda istihdam edilmektedir. Aktif nüfusun yaklaşık olarak %30’u tarımda istihdam edilmektedir. Ancak bu durumun değişmekte olduğu da bir gerçektir. 1993 yılında

⁴⁵ Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Turkey, **a.g.e.**, pp.123-132.

aktif nüfusun % 43'ü tarımda istihdam edilmektedir⁴⁶. İstihdam yapısı bakımından Türkiye'nin AB25'ten ayrıldığı bir gerçektir. Örneğin AB Komisyonu'na göre 2003 yılında AB25'te aktif nüfusun %5,2' si tarımda istihdam edilirken Türkiye'de aktif nüfusun %33,9'u tarımda istihdam edilmekteydi Aynı yıl AB25'te aktif nüfusun %25,4'ü sanayide, %69,4'ü hizmetler sektöründe istihdam edilirken, Türkiye'de aktif nüfusun %22,8'i sanayide, %43,4'ü ise hizmetler sektöründe istihdam edilmektedir. 2003 senesinde AB25'te sektörlerin GSYH'ye olan katkıları incelendiğinde, hizmetler sektörünün %71,7, sanayiinin %26,2, tarım sektörünün %2,1 olduğu görülmektedir. Türkiye'de ise hizmetlerin GSYH'ya olan katkısı %60,9, sanayiinin %27,6, tarımın %11,5 olmuştur. Türkiye'de işgücüne katılım oranı da %46,1 ile %63,3 olan AB25 ortalamasından daha düşüktür⁴⁷.



Grafik 3.33
Türkiye GSYİH Değişimi 1999-2005

Kaynak: World Bank, “ Turkey Country Economic Memorandum”(Çevrimiçi) http://siteresources.worldbank.org/INTTURKEY/Resources/361616-1141290311420/CEM2006_v2_Main.pdf,23 Nisan 2006, p.5.'ten yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye ekonomik açıdan istikrarlı bir tablo ortaya koyamamaktadır. Türkiye'nin 1950-2000 yılları arasındaki ortalama büyüme oranı %4,8'dir. Ekonomik büyüme sonrası yaşanan ve on yılda bir tekrarlanan ekonomik krizler dolayısıyla elde edilen kazanımlar kaybedilmektedir. 2000 ve 2001 yıllarında

⁴⁶ IEA, **Energy Policies of IEA Countries Turkey 2005 Review**, p.21.

⁴⁷ DG TREN, “European Union Energy and Transport In Figures in 2005”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/doc/2005/etif_2005_whol_en.pdf, 30Mart 2006., p.1.4.

yaşanılan krizler neticesinde ekonomi %7,5 oranında küçülme yaşamıştır. Oysa, 2000 yılında ekonomi %7,3 oranında büyüme kaydetmiştir. 1999 yılında ise ekonominin %4,7 oranında küçüldüğü görülmektedir. 2001 krizinden sonra ekonomi üst üste 6 yıl büyüme kaydetmeyi başarmıştır.

Türkiye'nin son yıllardaki ekonomik büyüme değerleri kuşkusuz AB25 ülkelerinin içinde de dikkat çekmektedir. Örneğin, Türkiye 2004 yılında %9'luk gibi rekor sayılabilecek bir ekonomik büyüme gerçekleştirirken AB25 ortalaması %2,4 olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl Almanya %1,6, Fransa %2,3, B.Krallık %3,2, İtalya %1,2, İspanya %3,1 oranında GSYİH büyümesi gerçekleştirebilmişlerdir⁴⁸. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin hızlı büyümesi normaldir. Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olarak gelecekte AB'nin gelişmekte olan ülkelerinden daha hızlı bir şekilde büyüyeceği beklenmektedir. DPT'ye göre Türkiye'nin yıllık büyümesinin 2005-2010 yılları arasında %5,5, 2010-2013 yılları arasında %6,4 oranında gerçekleşmesi beklenmektedir⁴⁹. UEA tahminlerine göre 1995 fiyatları ile 2002 yılında 204,87 milyar dolar olan GSYİH 2020 yılında 582,45 milyar dolara yükselecektir⁵⁰.

Türkiye 2001 krizinden sonra yıl boyunca istikrarlı bir büyüme göstermiş olsa bile AB'nin en fakir ülkelerinden biri olarak dikkati çekmektedir. Bu açıdan Türkiye AB'nin en küçük ekonomisi olmasa bile AB'nin büyük ekonomileri olan Almanya, Fransa, B.Krallık, İtalya ve İspanya'dan çok daha küçük bir ekonomiye sahiptir. Örneğin AB'nin en büyük, Dünya'nın ise Japonya'dan sonra üçüncü büyük ekonomisi olan Almanya'nın 2004 senesindeki GSYİH değeri, 2,215 trilyon Euro'dur. Kişi başına düşen milli gelir göz önüne alındığında ise Türkiye'nin yine AB'nin çok gerisinde kaldığı görülmektedir. Türkiye'de kişi başına düşen milli gelir AB25 ortalamasının %28,6'sına denk gelmektedir. Türkiye'nin ekonomik

⁴⁸ A.e., p.1.2.

⁴⁹ DPT, "IX. Kalkınma Planı Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu", (Çevrimiçi) <http://plan9.dpt.gov.tr/plan.htm>, 23 Mart 2006, s.39.

⁵⁰ IEA, **Energy Policies of IEA Countries Turkey 2005 Review**, p.171.

performansının gelişmiş bir ülke görüntüsünden çok daha fazla gelişmekte olan bir ülkeye benzediğini söylemek daha doğrudur.

3.2.4. Toplumsal Boyut

1970 yılında Türkiye'nin nüfusu 35,61 milyon iken 2005 yılında 71,61 milyona yükselmiştir. Otuz beş yıl boyunca Türkiye'nin nüfusundaki toplam artış yaklaşık olarak %101 dolayındadır. Başka bir deyişle Türkiye'nin nüfusu 35 yılda ikiye katlanmıştır. Buna karşın, AB25'in nüfusu ise 1970 yılında 406,87 milyon iken aynı periyotta toplamda %12,9 artış göstererek 459,49 milyona yükselmiştir. 1970-2005 yılı arasında AB25'in diğer büyük ülkelerini incelediğimizde Almanya'nın nüfusunun 1970 yılında 78,27 milyondan, 82,5 milyona, Fransa'nın 50,53 milyondan, 60,56 milyona, B.Krallık'ın 55,55 milyondan, 60,03 milyona, İtalya'nın 53,69 milyondan, 58,46 milyona, İspanya'nın ise 33,59 milyondan 43,04 milyona yükseldiği görülmektedir⁵¹. Türkiye hem nüfus büyüklüğü hem de nüfus artış hızı bakımından AB'nin büyük devletlerinden çok daha farklı bir tabloya sahiptir.

1970-2005 arasında iki katına çıkan Türkiye nüfusunun yıllık artış hızının ortalama olarak %2,8 olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, Türkiye'nin nüfus artış hızı yavaşlamaktadır. UEA'ya göre Türkiye'nin 1990-2002 yılları arasında nüfus artış hızı yıllık %1,8 olarak gerçekleşmişken, 2005 yılında bu oran %1,6'ya düşmüştür. Nüfus artış hızının 2010 yılında %1,4'e, 2020 yılında da %1,1'e düşmesi öngörülmektedir. UEA'ya göre 2020 yılında Türkiye nüfusu 88 milyona ulaşacaktır⁵². UEA, Dünya nüfusunun 2002-2030 yılları arasında artış hızının yaklaşık olarak %1 olacağı öngörüsünde bulunmaktadır. Bu açıdan Türkiye'nin nüfus artış hızı aynı kaynağa göre gelişmekte olan ülkelerden daha az (%1,2) ancak AB'nden (%0) daha çok olacaktır. DPT'nin tahminlerine göre Türkiye'nin nüfusu 2010 yılında 78,5 milyon, 2015 yılında ise 83,3 milyona yükselecektir⁵³.

⁵¹ DG TREN, "European Union Energy and Transport in Figures 2005", p.1.5.

⁵² IEA, **Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2005 Review**, a.y.

⁵³ DPT, "Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu", s.41.

Türkiye'nin nüfus yoğunluğu yani kilometre başına düşen insan sayısı AB25'ten daha düşüktür. AB25'te kilometrekare başına 115 kişi düşerken Türkiye'de 91 kişi düşmektedir. B.Krallık'ta kilometrekare başına 245 kişi düşerken, İspanya'da 85 kişi düşmektedir. Türkiye'de beklenildiği gibi şehirleşme oranı artmaktadır. TÜİK'e göre 1985 yılında Türkiye'nin nüfusu 50,6 milyon iken kent nüfusu 26,8 milyondur. Dolayısıyla 1985 yılında nüfusun %53'ü şehirlerde yaşarken, 2005 yıl ortasında 72,8 milyonun 49 milyon şehirlerde yaşamaktadır. 2005 yılı itibarıyla nüfusun %67'si şehirlerde yaşamaktadır⁵⁴. Bu şehirleşme oranının %80 olduğu AB25'ten daha düşük bir değerdir. Türkiye'de şehirleşmenin arttığını gösteren en önemli unsur, kent nüfusunun artış hızının 2005 yılında %2,34 ile % 1,43 olan toplam nüfus artış hızından daha fazla olmasıdır⁵⁵.

3.2.5. Siyasi Boyut

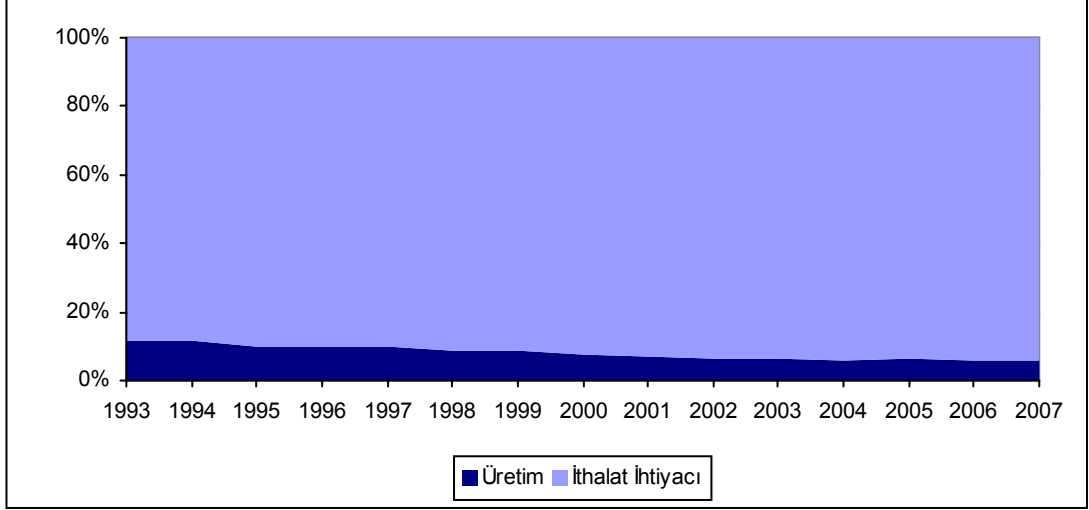
Türkiye, enerji sisteminin en önemli iki kaynağı konumunda bulunan petrol ve doğal gaz konusunda tamamıyla dışarıya bağımlı bir ülke konumunda bulunmaktadır. Ülkedeki, petrol ve doğal gaz rezervlerinin yetersizliği ve geçmiş yıllarda arama ve üretim faaliyetlerine yeteri kadar yatırım yapılmaması petrol ve doğal gaz dışa bağımlılığın %99'lara yükselmesine neden olmuştur. 2007 yılında Türkiye'nin günlük petrol tüketimi 679 bin varil/gün seviyesinde iken, ülke içinde yapılan ham petrol üretimin ancak 41 bin varil/ gün olmuştur (Grafik 3.34).

Petrol konusunda net ithalatçı konumunda bulunmak pek çok AB ülkesi için de kaçınılmaz bir gerçek olarak ortada durmaktadır. AB'nin ham petrolde dışa olan bağımlılığı da %85'ler düzeyindedir. Dünya petrol üretiminin belli ülkelerde yoğunlaşmış olması ve küresel bir petrol pazarının varlığı, petrolde ithalata olan bağımlılığın pek çok AB ve OECD ülkesi için olağan bir durum haline gelmesine yol açmıştır. Türkiye'nin ham petrolde dışarı olan bağımlılığı, yalnızca petrol tedariğinde meydana gelebilecek arz sıkıntılarını açısından değil, aynı zamanda petrol

⁵⁴ TÜİK, **Türkiye Çevre İstatistikleri**, T.C .Devlet İstatistik Enstitüsü Yayını, Yayın No:2940, Ankara, Mart 2005, s.8.

⁵⁵ A.e.

tüketiminde çok büyük bir yükselme meydana gelmemesine rağmen petrol fiyatlarındaki yükselmenin Türkiye'nin, dış ticaret dengesi üzerinde olumsuz etkisi nedeniyle de siyasi açıdan riskli bir durumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

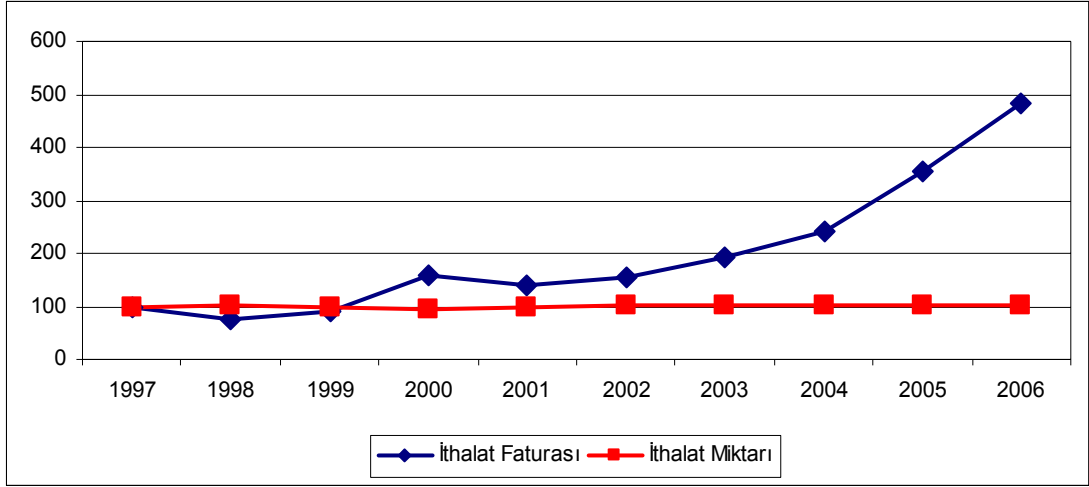


Grafik 3.34
Türkiye'nin Petrol Üretim Tüketim Dengesi 1993-2007

Kaynak: ENI, "World Oil and Gas Review 2008", (Çevrimiçi) http://www.eni.it/wogr_2008/default_en.htm, 2 Eylül 2008'yararlanılarak hazırlanmıştır.

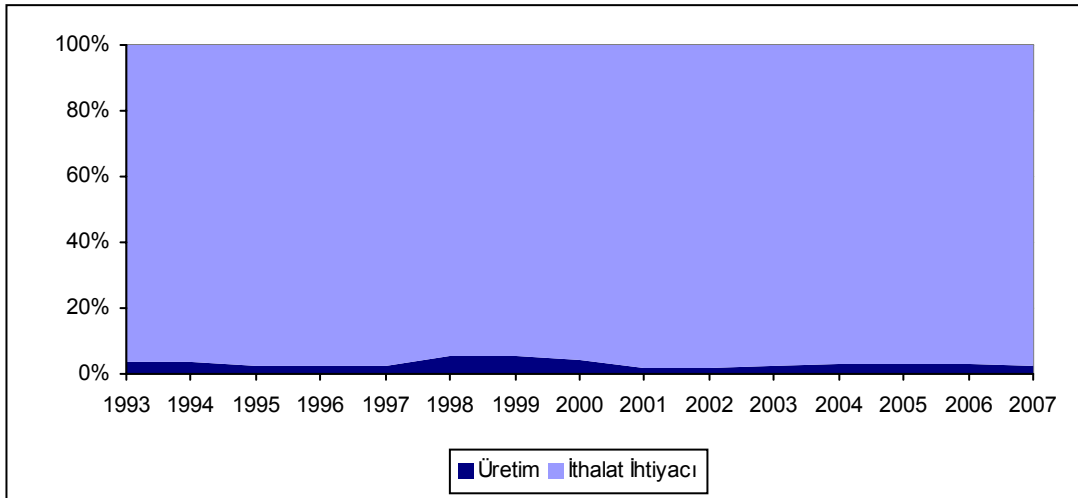
2007 yılında Türkiye'nin ithat ettiği ham petrol ürünleri için yaklaşık 33 milyar \$ öderken, aynı miktarı 2008 yılının Ocak-Ağustos döneminde ödemek zorunda kalmıştır⁵⁶. 1997-2006 döneminde dünya ham petrol fiyatının ortalama olarak 19 \$/varil seviyesinden 2006 yılında 65 \$/varil seviyesinde çıkması, miktar olarak Türkiye'nin petrol ithalatında çok büyük bir değişiklik olmamasına karşın, petrol ürünleri ithalat faturasının yaklaşık olarak beşe katlanmasına neden olmuştur (Grafik 3.35). 1997 yılında Türkiye'nin toplam ham petrol ithalatı yaklaşık olarak 23,3 milyon ton iken 2006 yılında 23,8 milyon tona yükselirken, petrol ürünleri ithalat faturası, 1997 yılındaki 6 milyar \$'lık değerinden 2006 yılında 28,9 milyar \$'a yükselmiştir.

⁵⁶ Dış Ticaret Müsteşarlığı, "Dış Ticaret İstatistikleri", (Çevrimiçi) <http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/IstatistikDb/eko09.xls>, 4 Eylül 2008.



Grafik 3.35
Türkiye'nin Petrol İthalat Miktar ve Faturasında Artış 1997-2006

Kaynak: Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, “Türk Petrol ve Petrol Ürünleri Hareketleri”, (Çevrimiçi) <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler/WEB%20TABLO44-R.xls>, 5 Eylül 2008; TÜİK, “Dış Ticaret İstatistikleri”, (Çevrimiçi) http://www.tuik.gov.tr/Veribilgi.do?tb_id=12&ust_id=4, 6 Eylül 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

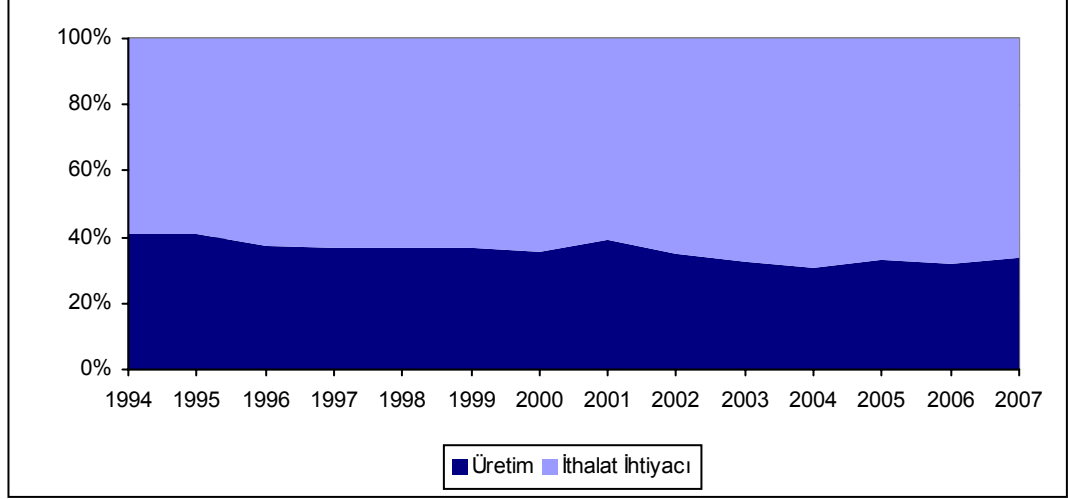


Grafik 3.36
Türkiye'nin Doğal Gaz Üretim Tüketim Dengesi 1993-2007

Kaynak: ENI, “World Oil and Gas Review 2008”,den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin doğal gaz konusundaki dışa olan bağımlılığı, enerji sisteminin en belirgin özelliklerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin bir numaralı tedarikçisi konumunda bulunan Rusya, Türkiye'nin tüketmiş olduğu doğal gazın

yaklaşık %69'unu karşılamaktadır. 2007 yılında, Türkiye'nin tükettiği 35,1 milyar m³ dolayında doğal gazın 23,15 milyar m³'ü Rusya'dan gelmiştir⁵⁷.



Grafik 3.37
Türkiye'nin Kömür Üretim Tüketim Dengesi 1994-2007

Kaynak: BP, "Statistical Review of World Energy 2008", pp.33,34.'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye, kömür rezervleri bakımından kendisine yeterli bir ülke konumunda bulunmaktadır. Türkiye'nin, linyit rezervleri yüksek enerji içeriğine sahip olmasa da, Türkiye'nin elektrik üretiminin büyük bölümünde kullanılacak kalitededir. Bununla beraber, Türkiye'nin kömür ithalatı, artan linyit üretimine karşın, düşen taş kömürü üretimi nedeniyle yıllar itibarıyla yükselmiştir. Türkiye'nin kömür konusunda, dışa bağımlılığı AB ortalamalarına yakın bir biçimde %50 dolaylarında bulunmaktadır (Grafik 3.37). Dünya kömür rezervlerinin dengeli dağılımı, kömür konusunda dışa bağımlılığı bir güvenlik sorunu yapmaktan ziyade, ekonomik bir mesele haline getirmektedir.

3.2.6. Teknolojik Boyut

Türkiye, enerji teknolojileri bakımından, Dünya'da üretici bir ülke konumundan ziyade, tüketici bir ülke konumunda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri açısından, AB'nin aksine Türkiye'nin dünya piyasalarında rekabet

⁵⁷ BP, "BP Statistical Review of World Energy 2008", pp.27,30.

edebilecek bir şirketi bulunmamaktadır. Bu duruma ek olarak, enerji sistemi içinde gelecekte önemli olabilecek pek çok enerji teknolojisi konusunda kayda değer bir etkisi bulunmamaktadır.

3.3. TÜRKİYE’NİN AB ENERJİ POLİTİKALARINA UYUMU

3.3.1. AB’nin Enerji Politikasının Temel İlkeleri

Ekonomik, çevre açısından sürdürülebilir ve güvenli bir enerji politikası AB enerji politikasının temel amaçlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle, AB’nin enerjinin temel boyutları açısından geliştirme çabası içinde olduğu enerji politikalarının üç ana başlık altında toplamak mümkündür⁵⁸:

- Enerji arzı güvenliği; AB’nin enerjinin fiziksel boyutu itibarıyla özellikle fosil yakıtlar nedeniyle kendisine yeterli olmayışı, AB enerji politikalarında enerji arzı güvenliğini önemli bir konu haline getirmektedir.
- Çevre konusu ve küresel iklim değişikliği; özellikle küresel iklim değişikliği konusunda sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik çabalar AB açısından önem arz etmektedir. Bu açıdan Kyoto Protokolü ile ilgili süreçlerde AB’nin önemli derecede etkin olduğu görülmektedir.
- Rekabet gücü; AB’nin enerji kaynakları konusunda ithalata olan bağımlılığı, özellikle fosil yakıtlarla ilgili fiyat artışlarının AB ekonomisi için önemli bir konu haline getirmektedir.

AB tarafından enerji politikasının temel hedefleri haline getirilen ilkeler, Türkiye’nin de temel politika hedefleri arasında yer almaktadır. IX. Kalkınma Planı’nda, ekonomik ve sosyal kalkınmanın ihtiyaç duyduğu enerjinin sürekli,

⁵⁸ İktisadi Kalkınma Vakfı, **Avrupa Birliği’nin Enerji ve Ulaştırma Politikaları ve Türkiye’nin Uyumu**, İKV Yayınları, İstanbul 2004, s.11.

güvenli ve asgâri maliyetle temini, temel amaçlar olarak kabul edilmektedir. Enerji talebinin karşılanırken, çevreye verilen zararların minimum düzeyde tutulması, enerjinin, üretiminden tüketimine kadar en verimli ve tasarruflu şekilde kullanılması gerekliliği üzerinde durulmaktadır⁵⁹. Belirlenen ilkeler açısından Türkiye'nin enerji politikasının, enerjinin temel boyutlarını göz önünde bulundurmayı amaçladığını söylemek mümkündür.

AB Komisyonu'nun Mart 2006'da yayınlamış olduğu enerji Yeşil Kitab'ı, AB için, 21. yüzyılda yeni bir enerji politikasının belirlenmesi çalışmalarının önemli adımlarından birisini temsil etmektedir. AB Komisyonu, yayınlamış olduğu Yeşil Kitap ile oluşturulması hedeflenen enerji politikasında 6 temel sorun ve öncelikli alan belirlemiştir. Buna göre, enerji politikası⁶⁰:

- AB'nin, iklim değişikliği sorununun çözümüne katkıda bulunabilecek farklı enerji kaynakları tarafından oluşturularak çeşitlendirilmiş bir enerji kaynak yapısı olmalıdır.
- İklim değişikliği sorununa çözüm getirmelidir.
- AB ekonomisinin rekabet gücünü desteklemeli, uygun fiyatlardan rekabetçi bir iç enerji pazarının oluşturulmasını mümkün kılmalıdır.
- Enerji krizleri esnasında üye ülkeler arasındaki dayanışmayı sağlamalıdır.
- AB'nin enerji teknolojileri açısından dünyada lider konumda kalmasını garanti altına almalıdır.
- AB'ye üye ülkelerin birlikte hareket edebildiği dış politika unsurlarını içermeli AB'ye üye ülkelerin uluslararası alanda tek ve ortak bir tavır sergilemesini mümkün kılmalıdır.

⁵⁹ DPT, “Dokuzuncu Kalkınma Planı”, s.78.

⁶⁰ European Commission, “Green Paper: A European Strategy for Sustainable Competitive and Secure Energy”, COM (2006) 105 Final, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/green-paper/doc/2006_03_08_gp_document_en.pdf, 12 Temmuz 2006, pp.4,5.

AB Komisyonu tarafından başlatılan süreç, Ocak 2007’de, Komisyon’un hazırladığı AB’nin İklim Değişikliği Paketi ile sonuçlanmıştır. Komisyon’un sunmuş olduğu bu paket, AB’nin enerji politikasının temelini teşkil etmesi amacıyla hazırlanmıştır. İklim Değişikliği Paketi, AB’nin ekonomik, güvenli ve sürdürülebilir enerji politikasına en iyi şekilde hizmet edebilecek unsurlar içermektedir. Buna göre⁶¹;

- AB, 2020 yılına kadar, birliğin sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesine göre %20 oranında azaltma hedefini kabul etmelidir. Gelişmiş ülkelerin katılacağı ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedefleyen uluslararası bir antlaşma olması durumunda AB, emisyon indirimi konusunda %30’luk bir hedefi kabul etmeye hazır olmalıdır.
- AB, enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını 2020 yılına kadar %20’ye çıkarmalıdır.
- Enerji verimliliği konusunda çabalar artırılmalı ve 2020 yılına kadar enerji verimliliği %20 oranında arttırılmalıdır.

AB Komisyonu’nun getirmiş olduğu İklim Değişikliği Paketi’nin temel amacı AB’yi düşük karbonlu bir ekonomi haline getirmektir. Bu amaçla, üye ülkeler, sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyesine göre %20 oranında azaltmayı hedefleyen bağlayıcı bir antlaşmayı kabul etmelidir. Bu durum, 2006 yılı itibarıyla %8’ler düzeyinde olan yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji tüketimi içindeki payının %20’ye yükseltilmesini gerekli kılmaktadır. AB Komisyonu, bu hedefin de bağlayıcı bir şekilde üye ülkeler tarafından kabul edilmesini istemektedir. Bu duruma ek olarak, AB içinde, ulaşım sektöründe, 2006 yılında %1 seviyelerinde olan biyoyakıtların payını %10 seviyesine çıkartacak başka bir bağlayıcı hedefin de kabul edilmesi istenmektedir. İklim Değişikliği Paketi ile oluşturulmaya çalışılan enerji politikasının, enerjinin temel boyutları itibarıyla AB’nin ulaşmak istediği hedefler açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. İlk olarak yenilenebilir enerjinin

⁶¹ European Commission, “ An Energy Policy for Europe”, Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament, COM(2007) 1 Final, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/01_energy_policy_for_europe_en.pdf, 15 Şubat 2007, pp.4-7.

kullanımının arttırılması, fiziksel boyut itibarıyla yeterli petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip olmayan AB’de, enerji ihtiyaçlarının karşılanmasını mümkün kılacaktır. Bu durum, iklim değişikliği ile mücadele yolunda sera gazı emisyonlarının azaltılması amacına da hizmet edecektir. AB’nin yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda dünyadaki lider konumunu sürdürmesi, bir yandan ekonomik olarak birliğin ithalata olan bağımlılığını azaltacak, diğer yandan AB ülkelerinde yenilenebilir enerji endüstrilerinde istihdam ve gelir yaratıcı etkisi olacaktır. Siyasal açıdan, birliğin enerji konusunda ithalata olan bağımlılığın azalması, özellikle gelişmekte olan diğer ülkelerde yükselmekte olan enerji talebi karşısında arz güvenliğinin sağlanmasına da hizmet edecektir. İklim Değişikliği Paketi, olası bir iklim değişikliğinden kaynaklanan dolaylı etkilerin azaltılmasında da etkili olacaktır. İklim Değişikliği Paketi ile, AB Komisyonu, enerji iç pazarının oluşturulmasını arzulamaktadır. Enerji iç pazarının tesis edilmesi, bir yandan, enerji teknolojileri arasındaki rekabetin arttırılmasına hizmet ederek vatandaşlar açısından olumlu sonuçlar doğururken, diğer yandan çok daha çeşitli bir enerji kaynak portföyünün oluşmasını sağlayarak enerji arzı güvenliğine hizmet edecektir. Bu konuda, daha serbest ve rekabetçi bir pazarın oluşturulması, başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere yeni teknolojilerin enerji sistemine katılmasını kolaylaştıracaktır⁶².

Düşük karbonlu bir ekonomi hedefinin gerçekleştirilebilmesi için AB’nin temel aracı, emisyon azaltım hedefleri olan endüstrilerin birbirleri ile emisyon kredisi alış verişi yapabilmelerine imkân sağlayan Emisyon Ticaret Sistemi’dir. Kyoto Protokolü ile bağlantılı olarak, AB’nin 2005 yılında uygulamaya koyduğu Emisyon Ticaret Sistemi, AB içinde emisyon azaltım yükümlülüğü olan enerji, çimento, demir, çelik, cam, tuğla üretimi yapan enerji yoğun endüstrilerin dahil olduğu ve CO₂ emisyonlarının düzenlendiği emisyon pazarıdır⁶³.

Türkiye’nin AB tarafından oluşturulmaya çalışılan bir sera gazı azaltım hedefi bulunmamaktadır. Türkiye’nin toplam enerji tüketimi içinde yenilenebilir enerji

⁶² IEA, **IEA Energy Policies Review: The European Union 2008**, Paris, OECD/IEA, 2008, pp.29,30.

⁶³ European Commission, “Emission Trading Scheme”, (Çevrimiçi) http://ec.europa.eu/environment/climatemission/Index_en.htm, 3 Eylül 2008.

kaynaklarının payı, hidroelektrik potansiyeli sayesinde AB tarafından konulan %20'lik hedefin üstünde bulunmaktadır. Bununla beraber, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları bakımından önemli potansiyele sahip olması, gelecek yıllarda başta rüzgâr ve güneş enerjisi olmak üzere, yenilenebilir kaynakların toplam enerji tüketimi içindeki payının arttırılmasını kolaylaştıracaktır. Türkiye'nin, 2001 yılından itibaren başlatmış olduğu enerji piyasasını özelleştirme çabası ise AB Komisyonu tarafından oluşturulmaya çalışılan serbest enerji iç pazarı hedefi ile uyumludur.

AB'nin geliştirmeye çalıştığı enerji politikası, enerjinin temel boyutları itibarıyla, ihtiyaçlara cevap verebilecek nitelikler taşımaktadır. Bununla beraber, AB ülkelerinin içinde bulunmuş olduğu durum, belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. AB ülkelerinin enerjinin temel boyutları itibarıyla sahip oldukları farklı özellikler, ortak bir enerji politikasının oluşturulmasını ve belirlenen iddialı hedeflerin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. AB'ye yeni katılan Doğu Avrupa ülkelerinin pek çoğu henüz Batı Avrupa ülkelerinin ekonomik ve sosyal gelişmişlik seviyesinde bulunmamaktadır. Bu ülkelerin geçirmiş oldukları dönüşüm enerji tüketimleri ve sera gazı emisyonlarının 1990'lı yıllarda çok hızlı bir şekilde düşmesine neden olmuştur. Bununla beraber, AB'ye üye olduktan sonra bu ülkelerin ekonomileri tekrar büyüme süreci içine girmiştir. Ancak, bu ülkelerin AB tarafından belirlenen hedeflere ulaşabilecek zenginlik seviyesine ulaşamadıkları görülmektedir. İklim Değişikliği Paketi ile getirilen hedeflerin gerçekleştirilme maliyetleri bu ülkelerin ekonomileri açısından oldukça önemli problem teşkil etmektedir. Dolayısıyla, özellikle Doğu Avrupa ülkelerinin bu paket karşısında negatif bir tutum takınmaları doğal bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. İklim Değişikliği Paketi ile belirlenen sera gazı azaltım hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi enerji sistemleri içinde kömüre büyük ağırlık veren Doğu Avrupa ülkeleri açısından büyük sorun teşkil etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sistemlerine istenen düzeyde katkı yapamaması, sera gazı azaltım hedeflerine ulaşabilmek amacıyla ülkelerin fosil yakıtlar içinde en temiz yakıt olan doğal gaz tüketimine ağırlık vermelerine neden olmaktadır. Doğal gazın kullanımındaki artış, bu yakıt itibarıyla yeterli rezervlere sahip bulunmayan ülkelerin enerji konusunda dışa olan bağımlılıklarının artmasına neden olmaktadır. Bu durum, AB'nin bir yandan sera

gazı azaltım hedeflerinin gerçekleştirirken, diğer yandan enerji arzı güvenliği sağlanmasını güçleştirmektedir. AB'nin, 70'li yıllarda petrole olan bağımlılığı azaltmak ve kömürün kirletici özelliklerinden kurtulmak amacıyla tercih ettiği doğal gaz, bu konuda özellikle Rusya'ya olan bağımlılığın artmasına neden olmuştur.

Serbest ve rekabetçi bir pazarın oluşturulması hedefi, böyle bir pazarda, kurulum maliyetleri daha düşük buna karşın, işletim maliyetleri yüksek olmasına karşın tüketicilere daha kolay yansıtılabilen teknolojilerin lehine bir durumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle, doğal gaz çevrim santrallerinin maliyet yapıları serbest bir pazarda bu santrallerin avantajlı konuma gelmelerine neden olmaktadır. Bu durum, bir yandan rekabeti sağlarken diğer yandan enerji güvenliğinin sağlanması hedefinin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, fosil yakıt fiyatlarının birbirleri ile olan ilişkileri, yükselen petrol fiyatları ile birlikte diğer bütün enerji kaynaklarının fiyatlarını etkileyerek tüketiciler açısından istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum, AB gibi fosil kaynaklar itibarıyla dışa bağımlı olan bir ekonomide oluşturulmaya çalışılan serbest bir enerji pazarında fiyatların düşmesinin çok daha kolay gerçekleştirilebilir bir hedef olmadığını göstermektedir.

AB'nin ulaşmaya çalıştığı hedeflerin Türkiye açısından gerçekleştirilmesi daha büyük zorluklar içermektedir. İlk olarak, Türkiye, gelişmekte olan bir ülke tablosu ile AB ortalamalarından ayrılmaktadır. Türkiye'nin enerji konusunda çok yüksek olan dışa bağımlılığı ile ekonomik açıdan istikrarsız ve kırılgan ekonomisi arasında çok yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bununla beraber yalnız enerji kaynakları itibarıyla değil, enerji teknolojileri yönünden de dışa bağımlılığı, Türkiye'nin bir yandan AB tarafından belirlenen hedeflere uyumunu zorlaştırırken, diğer yandan enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına engel olmaktadır. Türkiye'nin sürekli artan enerji ihtiyacı ise sera gazı azaltım hedeflerinin gerçekleştirilebilmesini güçleştirmektedir. AB enerji politikasının temel hedeflerinden biri olarak kabul edilebilecek sera gazı azaltım hedefi ve Kyoto Protokolü süreci ise, arzu edilen hedeflerin ne derece gerçekleştirilebilir olduğu konusunda önemli soru işaretlerine neden olmaktadır.

3.3.2. Kyoto Protokolü

Küresel iklim değişikliği ile ilgili olarak sera gazı azaltım hedefini gerçekleştirmek üzere küresel düzeyde bugüne kadar gerçekleştirilen en somut iki adım, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) ve Kyoto Protokolü'dür. Kyoto Protokolü, 1994 yılında yürürlüğe giren ve 22 Ağustos 2007 tarihine kadar aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 192 ülke tarafından kabul edilen Uluslararası İDÇS'den sonra, söz konusu sözleşmedeki hedeflere uygun olarak Japonya'nın Kyoto şehrinde 11 Aralık 1997 tarihinde imzalanmış ve 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeye taraf olan ülkeler, ilk olarak 2008-2012 yılları arasında sözleşmede belirlenen insan kaynaklı 6 önemli sera gazının emisyonlarını 1990 yılı baz alarak ortalama olarak %5 dolayında azaltmayı taahhüt etmişlerdir. Bu açıdan Kyoto Protokolü İDÇS'den ayrılarak sanayileşmiş ülkeleri sera gazı azaltımı konusunda bağlayıcı ilk anlaşma olmuştur⁶⁴.

13 Mayıs 2008 tarihine kadar 181 ülke ve AB Kyoto Protokolü'nü imzalayarak onaylamışlardır. Protokolü imzalayan ancak Protokolü kendi ulusal düzenlemelerine göre onaylamayan ülkeler Protokolün tarafı değildirler. Örneğin, ABD, 12 Kasım 1998'de Protokolü imzalamasına karşın onaylamayarak Protokolün tarafı olmamıştır. Avustralya ise 29 Nisan 1998'de imzalamış 11 Mart 2007'ye kadar Protokolü onaylamamıştır⁶⁵. Protokol'e taraf olan ülkeler arasında EK-I* ülkeleri olarak nitelendirilenler, belirlenen altı önemli sera gazının emisyonlarını azaltmayı taahhüt ederken, EK-I ülkeleri dışında yer alan tarafların sera gazı emisyonlarına (sabitlemek veya azaltmak gibi) ilişkin yükümlülükleri bulunmamaktadır. Protokolün yürürlüğe girmesi ile ilişkili olarak belirlenen ilkeler gereği Protokol 16 Mart 1998-15 Mart 1999 tarihleri arasında New York'ta imzaya

⁶⁴ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), "Kyoto Protocol", (Çevrimiçi) http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php, 11 Haziran 2008.

⁶⁵ UNFCCC, "Status of Ratification", (Çevrimiçi) http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php, 10 Ağustos 2008.

* Avustralya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Kanada, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, AB, Filandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Letonya, Liechtenstein, Litvanya, Lüksemburg, Monako, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Slovakya, Slovenya, İspanya, İspanya, İsveç, İsviçre, Ukrayna, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda, ABD.

açılmıştır. Yine Protokol'e uygun olarak protokole taraf olanlar arasında en az 55 ülkenin ve EK-I ülkeleri de dahil 1990 yılı CO₂ emisyonlarının en az %55'ini oluşturan taraflar tarafından onaylanmasından 90 gün sonra yürürlüğe girmiştir⁶⁶.

Kyoto Protokol'üne göre EK-I ülkelerinin ortalama sera gazı azaltım oranları %5'tir. Buna göre, EK-I ülkelerinden bazıları sera gazı emisyonlarının azaltımı konusunda %5'ten daha fazla bir oranı taahhüt ederken, bazı ülkelerin emisyon azaltımı konusunda yükümlülüğü bulunmamakta bazı ülkelerin de emisyonlarının artmasına izin verilmektedir. Örneğin Japonya sera gazı emisyonlarını 1990 yılı baz olarak alındığında %6, AB %8 oranında azaltmayı kabul etmişlerdir. Rusya ve Ukrayna'nın emisyonlarının 1990 yılı seviyesinde kalmasına izin verilmiştir. Buna karşın Avustralya'nın sera gazı emisyonlarının 1990 yılı baz olarak alındığında %8, İzlanda'nın %10 oranında artması kabul edilmiştir⁶⁷.

Kyoto Protokol'ünün tarafı olan AB'nin ortalama taahhüt oranı %8 olmasına karşın Birlik içinde Sorumluluk Paylaşım Anlaşması gereği bazı ülkelerin sera gazı emisyonlarının artmasına izin verilirken bazı ülkelerin AB oranının üstünde azaltım yükümlülükleri bulunmaktadır. Örneğin Almanya, sera gazı emisyonlarını 1990 yılı baz olarak alındığında %21 oranında azaltmayı kabul ederken, Yunanistan'ın emisyonlarının %25 oranında artmasına izin verilmiştir⁶⁸.

Kyoto Protokol'üne taraf olan ve sera gazı emisyonlarını azaltmayı ya da sınırlamayı taahhüt eden ülkeler hedefledikleri emisyon miktarlarına ulaşabilmek için gerekli tedbirleri öncelikle ulusal düzeyde alacaklardır. Birleşmiş Milletler İDÇS'de yer alan EK-I ülkelerinin yanında, bütünüyle gelişmiş ülkeleri kapsayan

⁶⁶ UNFCCC, "Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change", (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>, 13 Ağustos 2008, pp.17,18.

⁶⁷ A.e., p.20.

⁶⁸ Europe Rapid Press Releases, "The Kyoto Protocol and Climate Change:Background Information", [http // europa.eu/ rapid/ pressReleasesAction.do?reference= MEMO/ 02/ 120&format= HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en](http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/02/120&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en), 10 Ağustos 2008.

EK-II * ülkeleri de bulunmaktadır⁶⁹. İDÇS'ye göre EK-II ülkeleri kendi sera gazlarını azaltmaya ek olarak gelişmekte olan ülkelerin sera gazı azaltımlarının gerçekleştirilebilmesi için gerekli mali ve teknolojik yardımları yapmayı da kabul etmişlerdir⁷⁰. İDÇS'de yer alan bu madde, Kyoto Protokol'üne de aktarılmıştır. Esasen hem EK-I hem de OECD üyesi olduğu için EK-II listesinde yer alan Türkiye için gelişmekte olan bir ülke olarak diğer gelişmekte olan ülkelere mali ve teknolojik yardım yapma olasılığı uygun değildir. Bu nedenle Türkiye'nin bu duruma ilişkin yapmış olduğu başvuru neticesinde 7. Taraflar Toplantısı'nda alınan ve 22 Ocak 2002'de yürürlüğe giren karar ile Türkiye EK-II listesinden çıkartılmıştır⁷¹.

Kyoto Protokol'ünde protokolün tarafı olan ülkelerin hedefledikleri sera gazı emisyon düzeylerini gerçekleştirebilmelerine yardımcı olmayı amaçlayan bir takım piyasa odaklı mekanizmalar da bulunmaktadır. Kyoto Esneklik Mekanizmaları olarak adlandırılan bu market odaklı düzenlemeler üç adettir:

I-Emisyon Ticareti (Emissions Trading),

II-Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism)

III-Beraber Uygulama (Joint Implementation)

Sürdürülebilir kalkınmayı teknoloji ve yatırımların transferi yoluyla teşvik etmek, sera gazı emisyon azaltımı yükümlülükleri bulunan tarafların istedikleri hedeflere mali yönden etkin yöntemlerle ulaşmalarını kolaylaştırmak ve özel sektörle birlikte gelişmekte olan ülkelerin de sera gazı azaltımı çabalarına katkıda bulunmalarını sağlamak Kyoto Mekanizmaları'nın temel amaçları olarak

* Almanya, ABD, AB, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere ve Kuzey İrlanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan.

⁶⁹ UNFCCC, "United Nations Framework Convention on Climate Change-The Text of Convention", p.24.

⁷⁰ A.e., p.8.

⁷¹ UNFCCC, "Report of the Conference of the Parties on Its Seventh Session, Held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, (Çevrimiçi) [http // unfccc.int/ resource/ docs/cop7/13a04.pdf#page=5](http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a04.pdf#page=5), 11 Ağustos 2008, p.5.

sunulmaktadır⁷². Protokol'ün 17. maddesinde belirlenen Emisyon Ticareti'ne göre taraflar emisyonların sınırlanması ya da azaltılmasına yönelik olarak içeride aldıkları tedbirlere ek olarak izin verilen ancak kullanmadıkları veya taahhüt ettikleri sınırın dışına çıktıkları emisyon miktarları için başka ülkelerle ya da taraflarla emisyon ticaretine girebilirler⁷³.

Emisyon ticaretinin yapılabilmesi için kullanılan temel yöntemle göre sera gazı emisyonlarının ölçülebilir birimler halinde ifade edilebilmesi ve bu birimlerin yaratılan yeni pazarda emisyon ticaretinde kullanılabilecek emtialar şeklinde düzenlenmesi gerekmektedir. Bunun için Kyoto Protokol'üne konu olan 6 önemli sera gazının bütün olarak düşünülmesi ve hepsinin tek bir standart birim ile ifade edilmesi yöntemi kabul edilmiştir. Buna göre sera gazı emisyon sınırlama ve azaltım hesaplamalarında 6 sera gazının CO₂-eşdeğeri cinsinden değeri kullanılmaktadır⁷⁴. Daha önce açıklandığı gibi sera gazları arasındaki temel dönüşüm denklemi sera gazlarının küresel ısınmaya katkılarını ifade eden Küresel Isıtma Potansiyeli (Global Warming Potential) baz alınarak oluşturulmuştur ve bu yöntem bütün sera gazlarının CO₂-eşdeğeri cinsinden ifade edilebilmesini mümkün kılmaktadır. Emisyon ticaretinde kullanılmak üzere Kyoto Protokol'ü gereğince sera gazı emisyonları Yüklenilen Miktar Birimleri'ne (Assigned Amount Units-AAU) bölünmüştür. Taraflar, oluşturulan söz konusu birimleri emisyon ticaretinde kullanabileceklerdir⁷⁵.

Taraflar gerçek emisyon değerlerini ifade eden Yüklenilen Miktar Birimleri (YMB) yanında emisyon ticaretinde kullanılmak üzere 1 ton CO₂-eşdeğeri miktarına eşit emisyon değerlerine denk farklı birimleri kullanma imkânına da sahip bulunmaktadırlar. Bu birimler Eksiltme Birimi (Removal Unit), Emisyon Azaltma Birimi (Emission Reduction Unit) ve Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı

⁷² UNFCCC, "The Mechanism Under The Kyoto Protocol: Emissions Trading, The Clean Development Mechanism and Joint Implementation, (Çevrimiçi) [http:// unfccc. int/ kyoto_ protocol/ mechanisms/items/1673.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php), 15 Ağustos 2008.

⁷³ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), "Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change", p.15.

⁷⁴ A.e., p.3.

⁷⁵ UNFCCC, "Emissions Trading", (Çevrimiçi) [http// unfccc.int/ kyoto_ protocol/ mechanisms/ emissions_ trading/items/2731.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php), 10 Ağustos 2008.

(Certified Emission Reduction) olarak adlandırılmaktadır⁷⁶. Bütün bu birimlerin Kyoto Protokol'üne uygun olarak oluşturulmuş olan bir pazarda ticareti yapılabilecektir. Bu açıdan Kyoto Protokol'ü, emisyon ticaretinin yapıldığı bir karbon piyasasının oluşturulmasının da yolunu açmıştır.

Eksiltme Birimi (EB) atmosferde sera gazı döngülerinden yola çıkılarak hazırlanmış bir emisyon ticaret birimidir. Bilindiği gibi atmosferdeki CO₂ başta olmak üzere sera gazı konsantrasyonlarını etkileyen en önemli değişkenlerden birisi yeryüzü bitki örtüsüdür. Örneğin 2005 yılında yapılan bir tahmine göre yeryüzünde bulunan ormanlar 638 milyar ton karbon ile bütün atmosferde bulunan karbondan daha fazla miktarda karbonu barındırmaktadır. Bu miktarın 283 milyar tonu biyo kütle, 38 milyar tonu çürümüş odun, 317 milyar tonu ise orman toprağında depo edilmiş olarak bulunmaktadır⁷⁷. Bu gerçekten yola çıkıldığı taktirde yeryüzündeki ormanlar atmosferde özellikle insan aktiviteleri sonucu artan CO₂ miktarının atmosferden geri çekilerek azaltılmasında önemli bir role sahiptirler. Temel olarak insan aktiviteleri sonucu atmosfere salınan sera gazı emisyonlarının azaltılması yanında atmosferdeki CO₂ miktarını yeryüzü bitki örtüsünü genişleterek azaltma seçeneği de bu açıdan tercih edilmektedir. Eksiltme Birimi şeklinde ifade edilen emisyon ticareti yöntemi bu açıdan Kyoto Protokol'ü taraflarının emisyon hedeflerine ulaşmalarında kullanılabilecek bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemle göre yeryüzü bitki örtüsünde atmosferden sera gazlarının çekilmesini mümkün kılacak yönde yapılan çalışmalar (ormanlar, tarım arazileri vb) EB kredilerinin kazanılmasını sağlamaktadır. Örneğin Hollanda'lı enerji şirketleri tarafından kurulan ve emisyon ticareti yapan bir şirket Afrika'da bir milli parkta ağaç dikerek emisyon kredisi kazanmakta; daha sonra kazandığı bu kredileri karbon piyasasında ihtiyacı olan taraflara satabilmektedir⁷⁸. Emisyon Azaltma Birimi (EAB) Kyoto Protokol'ünün diğer bir esneklik mekanizması olan Beraber Uygulama mekanizması ile bağlantılı bir emisyon ticaret birimidir. Protokol'ün 6. maddesine göre emisyon azaltım ya da sınırlama sorumluluğu bulunan EK-I ya da EK-II ülkesi

⁷⁶ A.e.

⁷⁷ UNFCCC, "Land Use, Land Use Change and Forestry", (Çevrimiçi) [http:// unfccc.int/ methods _ and _ science/ lulucf/ items/ 4122. php](http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/4122.php), 11 Ağustos 2008.

⁷⁸ Stephan Faris, "The Other Side of Carbon Trading", **Fortune**, N.15, September 2007, pp.67,74.

emisyon kredisi elde edebilmek için başka bir EK-II ülkesindeki sera gazı emisyonlarının azaltılmasını veya atmosferden sera gazı eksilmesini sağlayan herhangi projeye katılarak EAB kredisi elde edebilmektedir⁷⁹.

Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) Kyoto Protokol'ünün 12. maddesinde tanımlanan bir esneklik mekanizmasıdır. Protokol'e göre sera gazı azaltımı ya da sınırlama hedefi bulunan bir EK-I ya da EK-II ülkesi EK-I'de yer almayan ancak Kyoto Protokol'ünün tarafı olan gelişmekte olan bir ülkede sera gazı emisyonlarının azaltımını sağlayan bir projeye yatırım yaparak emisyon kredisi kazanabilme hakkına sahiptir⁸⁰. Bu tip bir projeden kazanılan emisyon kredisi Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (SEA) şeklinde tanımlanmaktadır. TKM'ye uygun olarak kazanılması hedeflenen SEA kredileri için hazırlanan projeler Kyoto Protokol'üne uygun olarak oluşturulan TKM Yönetim Organı tarafından denetlenmekte ve onaylanmaktadır. Bu mekanizma sayesinde projeye yatırım yapan EK-I ülkesi, EK-I listesi dışında yer alan Protokol'e taraf, gelişmekte olan bir ülkeden emisyon kredisi temin ederek emisyon azaltım yükümlülüğünü yerine getirmekte, buna karşılık gelişmekte olan ülke de kendi emisyonlarını kontrol altına almasını sağlayacak teknoloji ve yatırım imkânına kavuşmaktadır.

Kyoto Protokol'ü Esneklik Mekanizmaları ile birlikte hayata geçen karbon piyasası, Protokol'ün, tarafları sera gazı emisyonlarını azaltma ve sınırlamayla yükümlü tuttuğu 2008-2012 dönemi yaklaştıkça büyük ilerleme kaydetmiştir. Dünya karbon piyasasında ticareti yapılan sera gazı emisyon miktarı 2006 yılındaki 1,6 milyar ton CO₂-eşdeğeri den 2007 yılında 2,7 milyar tona yükselmiş ve %62'lik bir büyüme kaydetmiştir. Karbon piyasasında 2007 yılında 60 milyar dolar (40 milyar Euro) değerinde emisyon ticareti gerçekleşerek bir önceki yılın 33 milyar dolarlık (22 milyar Euro) değerinin %80 üzerine çıkmıştır⁸¹. AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) bugün için dünya karbon piyasasının temelini oluşturmaktadır. ETS, AB'nin

⁷⁹ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), "Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change", p.6.

⁸⁰ A.e., p.11.

⁸¹ Kjetil Roine, Endre Tvinnereim, Henrik Hasselknippe, "Carbon 2008-Post 2020 is Now", (Çevrimiçi) http://www.pointcarbon.com/polopoly_fs/1.912721!Carbon_2008_dfgrt.pdf,10 Ağustos 2008, p.3.

Kyoto Protokol'ünün bir tarafı olarak kendi hazırlamış olduğu ve sadece CO₂ emisyon ticaretinin yapıldığı bir emisyon ticaret rejimidir⁸². ETS ticaret miktarı olarak emisyon miktarı açısından dünya karbon piyasasının %62'sini, finansal değer olarak da %70'ini oluşturmaktadır. ETS'de 2007 yılında 28 milyar Euro değerinde 1,6 milyar ton sera gazının ticareti yapılmıştır. Kyoto Protokol'ü mekanizmaları içinde en önemli yeri tutan TKM, dünya karbon piyasasında ETS'den sonra ikinci sırayı almaktadır. TKM ile ilişkili olarak 2006 yılında 3,9 milyar Euro değerinde 563 milyon ton sera gazı ticareti yapılırken, 2007 yılında 12 milyar Euro değerinde 947 milyon ton sera gazı ticareti gerçekleştirilmiştir. Kyoto Protokol'ünün diğer bir esneklik mekanizması olan Beraber Uygulama, emisyon ticaretinde daha az kullanılan bir yöntemdir. 2007 yılında 326 milyon Euro değerinde 95 milyon ton sera gazı ticareti Beraber Uygulama mekanizmasına ilişkin olarak gerçekleştirilmiştir⁸³.

İklim değişikliği ile ilgili olarak yürütülen tartışma ve müzakerelerde adeta bir sembol haline gelmiş olan Kyoto Protokol'ü ile ilgili olarak dikkati çeken en önemli husus İDÇS'nde sağlanan uzlaşma ve katılımın tarafların sera gazı azaltımı konusunda bağlayıcı bir takım önlemler almayı taahhüt ettiği bu sözleşmede sağlanamamış olmasıdır. Bu durum Kyoto Protokol'ü ile ilgili yapılan eleştirilerde sıkça dile getirilmektedir. ABD'nin Protokol'den 2001 yılında çekilmesi ve Çin ve Hindistan gibi hızla gelişmekte olan ülkelerin ne Kyoto Protokol'ünde ne de gelecek yıllarda Protokol'ün yerini alacak yeni bir anlaşmada sera gazı emisyonlarını sınırlama ve indirimi konusunda bağlayıcı bir taahhütten kaçınmaları en önemli hususlar olarak ön plana çıkmıştır⁸⁴. Gerçekte Kyoto Protokolü'nün başarısı son derece düşük tutulan azaltım hedefinden ziyade sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınmasının gerekliliğinin en azından bazı gelişmiş ülkeler tarafından kabul edilmiş olmasında yatmaktadır. Ancak sera gazı emisyonlarında başı çeken ABD ve Çin'in sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasında bulunmadığı bir protokolün insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını kontrol altına alma konusunda başarı şansının

⁸² European Commission, "EU Action Against Climate Change", (Çevrimiçi) [http:// ec. europa.eu/ environment/climat/pdf/bali/eu_action.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/bali/eu_action.pdf), 8 Ağustos 2008, p.3.

⁸³ Roine, Tvinnereim, Hasselknippe, **a.g.e.**, p.4.

⁸⁴ William Nordhaus, "Life After Kyoto: Alternatives Approaches to Global Warming Policies", (Çevrimiçi) http://nordhaus.econ.yale.edu/Kyoto_long_2005.pdf, 12 Ağustos 2008, p.2.

olmadığını kabul etmek gerekmektedir. Örneğin, 2005 yılında fosil yakıtlarla bağlantılı CO₂ emisyonlarının toplam miktarı Dünya’da 28 milyar 193 milyon ton iken ABD ve Çin’in toplam CO₂ emisyonları 11 milyar 280 milyon ton ile Dünya emisyon toplamının %40’ını oluşturmaktadır⁸⁵.

Kyoto Protokol’ünde meydana gelen bu çatlak, protokolün yürürlükte kalacağı ilk dönem olan 2008-2012 arasında sera gazı emisyonlarının azaltılmasındaki en önemli engel olarak durmaktadır. Bu durumun en doğal sonucu daha önce açıklandığı gibi yeryüzünün herhangi bir bölgesinde gerçekleştirilen sera gazı emisyonu indirimlerinin diğer bölgesindeki artışlarla etkisiz hale getirilmesi olacaktır. Durumu daha da kritik hale getiren husus *karbon sızıntısı* olarak nitelenen olayın meydana gelmesi ve sera gazlarının kontrol altına alınmasına katılmayan gelişmekte olan ülkelerin sera gazı emisyonlarının beklenenden daha hızlı artma ihtimalinin ortaya çıkmasıdır. Karbon sızıntısı tezine göre; yüksek sera gazı emisyonuna sahip ya da karbon yoğun olarak nitelenen endüstrilerin azaltım taahhüdünde bulunmayan ülkelere yönelmesi ve fosil yakıtların fiyatlarının azalmasından istifade eden söz konusu gelişmekte olan ülkelerin bu yakıtları daha çok kullanmaya başlamaları ihtimali bulunmaktadır⁸⁶.

Kyoto Protokol’üne getirilen önemli bir eleştiri Esneklik Mekanizmaları ile ulaşmaya çalıştığı sera gazı emisyonlarının azaltımı hedefinin maliyet etkin bir biçimde yapılıp yapılmadığı daha da önemlisi emisyon azaltımlarının gerçekten başarılıp başarılmadığı sorusudur. Örneğin, Rusya eski devlet başkanlarından Vladimir Putin’in danışmanlarından birisi Kyoto mekanizmaları yoluyla hayata geçirilmeye çalışılan emisyon ticareti rejiminin çevreyi korumaktan çok parayla ilgili olduğunu iddia etmiştir⁸⁷. Yukarıda açıklandığı gibi Protokol’ün özellikle gelişmekte olan ülkeler için tasarlamış olduğu Temiz Kalkınma Mekanizması ile, gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilmesi maliyetli olabilecek sera gazı emisyonlarının azaltımı

⁸⁵ EIA, “World Carbon Dioxide Emissions from the Combustion and Flaring of Fossil Fuels 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tableh1co2.xls>, 10 Haziran 2008.

⁸⁶ Jeffrey Frankel, “Formulas for Quantitative Emission Targets”, (Çevrimiçi) <http://ksghome.harvard.edu/~jfrankel/StavinsClimateWorkshopJun1WP.pdf>, 5 Ağustos 2008, p.4.

⁸⁷ Ferdinand E. Banks, **The Political Economy of World Energy: An Introductory Textbook**, Singapore, World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd,2007, p .74.

projelerinin sera gazı emisyonları konusunda taahhüdü bulunmayan gelişmekte olan ülkelerde hayata geçirilmesi amaçlanmaktadır. Bu şekilde gelişmiş ülkelerde kurulmuş sistemlerin yeniden yapılması yerine gelişmekte olan ülkelerde sera gazı emisyonları bakımından çok daha verimli sistemlerin sıfırdan inşa edilmesi düşünülmüştür. Bu mekanizma sayesinde gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere teknoloji ve sermaye akışı sağlanırken gelişmekte olan ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmaları da sağlanması umut edilmiştir.

Stanford Üniversitesi'nden Micheal Wara tarafından yapılan çalışmada amaçlanan bu hedeflerin ne derece gerçekleştirildiği bir soru işareti olarak ortaya atılmaktadır⁸⁸. Bu çalışmaya göre TKM gereğince kaydedilen projelerin büyük çoğunluğunun küresel ısınma açısından ikincil derecede önemli sera gazlarına ilişkin olduğu iddia edilmektedir. Yukarıda açıklandığı gibi gerçekte insan kaynaklı küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminin en temel sera gazı CO₂ ve bu gazın atmosfere salınmasına neden olan enerji sistemleridir. Oysa, örneğin 10 Nisan 2006 tarihi itibarıyla TKM hazırlanma safhasına giren projelerin sadece %29'u CO₂ bazlı projelerdir. Buna karşın projelerin %37'si HFC-23, % 11 ise N₂O, % 24 ise CH₄ bazlı projeler olarak söz konusu gazların azaltımını hedeflemektedirler. Sonuçta projelerin yaklaşık %70'i CO₂ dışı gazlar tarafından oluşturulmaktadır. Daha da önemlisi CO₂ dışı projeler ölçek açısından CO₂ bazlı yenilenebilir enerji projelerinden büyük olduğu için projelerin onaylanması için gerekli prosedürlerde gerekli maliyetler açısından da avantajlı konumda bulunmaktadır. Bu duruma ek olarak projelerin taahhüt ettiği emisyon indirimlerinin %40'ı, projelerin %1,5'i tarafından gerçekleştirilmektedir.

Kyoto Protokol'ü uyarınca insan kaynaklı kabul edilen altı sera gazının bir bütün olarak kabul edilmesi bu konuda önemli bir soruna neden olmaktadır. Bütün sera gazları arasında temel dönüşümün Küresel Isıtma Potansiyeli (KIP) temel alınarak yapılıyor oluşu KIP değeri çok daha fazla olan gazların miktar olarak az olsalar da olası bir CO₂-eşdeğeri değerine çevrilme durumunda miktarlarında büyük

⁸⁸ Michael Wara, "Measuring the Clean Development Mechanism Performance and Potential", (Çevrimiçi) http://iis-db.stanford.edu/pubs/21211/Wara_CDM.pdf, 12 Ağustos 2008, pp.22,23.

artışlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin HFC-23 gazı, soğutucu ve floroplastiklerin üretiminde kullanılan HCFC-22 gazının üretiminin bir yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. 100 tonluk HCFC-22 üretimi yaklaşık olarak 1,5 ila 4 ton HFC-23 gazı açığa çıkarmaktadır. HFC-23 atmosferde uzun süreler kalabilen ve 100 yıllık zaman dilimi üzerinden ısıtma potansiyeli CO₂ gazının 11700 katı olan bir sera gazıdır. Buna göre 1 ton HFC-23 gazı 11700 ton CO₂ gazına denk gelmektedir. Neticede 1 kg HCFC-22 gazı üretimi 15 ila 40 gram HFC-23 açığa çıkarmakta; bu miktarda HFC-23 gazının atmosfere salınmasını engelleyen bir proje ise 175 ila 468 kg CO₂-eşdeğeri ne tekabül eden emisyon kredisi kazanmaktadır. Daha da önemlisi gelişmiş ülkelerde HCFC-22 gazının üretimi yapıyor olsa bile HFC-23 gazı salınımını engelleyen düzenekler sayesinde böyle bir emisyonun ortaya çıkmıyor oluşudur. Dolayısıyla küresel ısınma açısından marjinal bir etkiye sahip olan bir gazın elimine edilmesi hedefi ile hazırlanan projeler beklenilenin ötesinde sübvansede edilirken küresel ısınma konusunda getirmiş oldukları pozitif etki de düşük düzeyde kalmaktadır⁸⁹. Zira yeryüzünün herhangi bir bölgesinde atmosfere salınan daha büyük miktarlarda CO₂ başka bir bölgesinde ısıtma etkisi CO₂ ten büyük olan daha az miktarlarda sera gazı ile emisyon kredisi kullanarak dengelenebilmektedir. Wara'nın bu konuda ortaya atmış olduğu temel çözüm sera gazlarını ayrı ayrı değerlendiren ya da CO₂ gazını ayrı bir kategoride değerlendiren bir yaklaşımın kabul edilmesi gerekliliğidir.

Kyoto Protokol'ü ile ilgili belirtilmesi gereken diğer bir husus hedeflenen sera gazı emisyonu indirim hedefleri ve bu hedeflerin farklı ülkeler açısından ortaya çıkarmış olduğu durumdur. Yukarıda açıklandığı gibi Protokol'e taraf olan ülkeler temel olarak sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyelerinin altına indirmek ya da 1990 seviyelerinde tutmak zorundadır. Protokol'de sera gazı emisyonlarının azaltımı veya kısıtlanmasına dair küresel bir uzlaşmanın sağlanamamış olması ulaşılmak istenen emisyon değerlerinin gerçekleşmesini engellemektedir. Örneğin 2004 yılı itibarıyla İDÇS'de EK-I listesinde yer alan ülkelerin toplam sera gazı emisyonları dünya toplamının % 36'sını oluşturmaktadır. Kyoto Protokol'üne bir EK-I ülkesi olan ABD'nin katılmadığı hesaba katılırsa Kyoto Protokol'ünde ABD hariç sera gazı

⁸⁹ A.e., pp.26,27.

azaltımı taahhüdünde bulunan EK-I ülkelerinin sera gazı emisyonları dünya toplamının % 22'sine gerilemektedir. Bu durum Protokol'de belirlenen hedeflerin Protokol'ün uygulanma periyodu olan 2008-2012 döneminde yakalanmasını daha da güçleştirmektedir. Çünkü Protokol'ün tarafı olan ülkelerin toplam sera gazı emisyonlarında 1990 yılı baz olarak alındığında azalma gerçekleştirilmiş olsa bile dünya sera gazı emisyonlarında artış devam etmektedir. 1990-2004 yılları arasında dünya toplam sera gazı emisyonları 1990 yılında 39 milyar ton CO₂-eşdeğeri iken 2004 yılında 49 milyar ton CO₂-eşdeğeri ne yükselerek %25'lik bir artış göstermiştir. Görülen sera gazı emisyon azaltımları da büyük oranda CO₂ dışındaki sera gazlarında gerçekleştirilmiştir. Buna karşın EK-I ülkelerinin CO₂ emisyonlarındaki artış devam etmektedir. Bu durumun en temel nedeni ABD'nin İDÇS'nin bir tarafı olmasına karşın Kyoto Protokol'ünün dışında kalmasıdır.

Kyoto Protokol'ünde sağlanamayan küresel uzlaşma ve bu anlaşmazlığın temel sebepleri onu, karşılaşılan küresel bir çevre problemi ile ilgilenen bir anlaşmadan ziyade siyasal bir belge haline getirmiştir. Yukarıda açıklandığı gibi Protokol'ün içinde barındırdığı unsurlar dolayısıyla Protokol'ün çevre korumayı ekonomik büyümenin karşısına koyduğu iddiaları ortaya atılmıştır. Bu konuda ABD'nin itirazları ön plana çıkmaktadır. Buna göre 1990 yılı sonrasında gerçekleştirilen sera gazı emisyon indirimleri gerçek anlamda indirimler olmaktan ziyade küresel siyasi ve ekonomik düzende meydana gelen gelişmelerin sonucu olarak gerçekleşmiştir. Bu durumla bağlantılı olarak diğer ülkelerin sera gazı emisyonlarında görülen azalmalar ekonomik gelişmeden (karbon yoğunluğunun azaltılması gibi) çok ekonomik zayıflıktan kaynaklanmaktadır. Soğuk Savaş'ın sona ermesi ve Sovyet Blok'unun dağılması, iki Almanya'nın birleşmesi gibi gelişmeler sırasında yaşanan ekonomik dönüşüm ve söz konusu ülkelerin ekonomilerinde yaşanan küçülmeler ABD ekonomisinin büyümeye devam ettiği bir periyotta ortaya çıkmıştır⁹⁰.

⁹⁰ David G. Victor, "Climate Change: Debating America's Policy Options", Council on Foreign Relations, (Çevrimiçi) http://www.cfr.org/content/publications/attachments/climate_change.pdf, 10 Mart 2007., pp.42,43.

1990-2004 arasında Rusya ekonomisi %14,8 oranında küçülme gösterirken, Alman ekonomisi %26,5 oranında büyüme göstermiştir. Buna karşın ABD ekonomisi aynı zaman diliminde %51,7 oranında büyümüştür⁹¹. Bu sonuçla uyumlu olarak Rusya Federasyonu'nun toplam sera gazı emisyonları 1990 yılından, bu ülkenin Kyoto Protokol'ünü onayladığı yıl olan 2005 yılına kadar %28 oranında azalma göstermiştir. Rusya'nın sera gazı emisyonlarında görülen bu düşüşe karşılık bu ülke Kyoto Protokol'ünde 1990 yılı baz alındığında herhangi bir sera gazı azaltımı taahhüdünde bulunmamıştır. Aynı şekilde Almanya'nın toplam sera gazı emisyonları 1990 ve 2005 yılları arasında %18,4 oranında azalarak bu ülkenin Kyoto Protokol'ünde yapmış olduğu indirim taahhüdüne yakın bir performansın gerçekleştirilmesini mümkün kılmıştır. ABD'nin toplam sera gazı emisyonları ise 1990-2004 yılları arasında %16,3 oranında artış göstermiştir⁹².

Rusya'nın Kyoto Protokol'üne katılımı ile ilgili yürütülen müzakerelerin siyasi ve ekonomi odaklı olması Protokol'ün siyasi yanının ön plana çıkmasında etkili olmuştur. 2005 yılı öncesinde Rusya devlet başkanı Vladimir Putin, ülkesinin Protokol'e tamamıyla ekonomik ve siyasi açıdan yaklaştığını ifade ederek Rusya'nın Protokol'ü onaylamasından elde edeceği kazançlar üzerinde durmuştur. Rusya'nın sera gazı emisyonlarında Sovyetler Birliği'nin yıkılmasıyla birlikte başlayan süreçte görülen olağan düşüş ve Kyoto Protokol'ünde her hangi bir taahhüt altına girilmemiş olması emisyon ticaretinde kullanılmak üzere fazladan sera gazı emisyon miktarlarının Rusya'nın eline geçmesini sağlamıştır⁹³. Bu durum pek çok eski Sovyet Bloku ülkesi için de geçerlidir. İDÇS'de EK-I ülkeleri içinde yer alan ekonomik dönüşüm geçiren ülkeler* kategorisindeki ülkelerin sera gazı emisyonları 1990-2005 yılları arasında %35,2 oranında azalmıştır⁹⁴. Örneğin Ukrayna Kyoto Protokol'ünün tarafı olarak her hangi bir sera gazı indirimi taahhüdünde bulunmayan ancak buna

⁹¹ IEA, **CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2004**, Paris, OECD/IEA, 2006, pp.31,33.

⁹² UNFCCC, "National Greenhouse Gas Inventory Data for the Period 1990-2005", (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbi/eng/30.pdf>, 10 Haziran 2008., p.17.

⁹³ Soeya Yoshihide, "Implications of Russia's Ratification of Kyoto Protocol", (Çevrimiçi) <http://www.rieti.go.jp/en/papers/research-review/010.html>, 14 Ağustos 2008.

* Belarus, Bulgaristan, Hitvatistan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Macaristan, Letonya, Litvanya, Polonya, Romanya, Rusya Federasyonu, Slovakya, Slovenya, Ukrayna.

⁹⁴ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), "National Greenhouse Gas Inventory Data for the Period 1990-2005", p.8.

karşın Sovyet Bloku'nun yıkılması ve yaşanan ekonomik dönüşümden faydalanarak büyük oranda emisyon azalışı gerçekleştiren bir ülkedir. Ukrayna'nın sera gazı emisyonları 1990-2005 döneminde %54,7 oranında azalma göstermiştir⁹⁵. Kyoto Protokol'ü ile ilgili olarak ortaya çıkan bütün bu tartışmalar küresel ısınma ve iklim değişikliğinin kontrol altına alınması konusunda yapılması gereken sera gazı emisyon azaltımlarının gerçek boyutunu gizlemektedir. 21. yüzyılda medeniyet açısından tehlikeli sonuçlar doğurabilecek iklim değişikliğinin engellenmesi ya da bu sonuçlara uyum sağlanabilmesi için yapılması gerekenlerin boyutları günümüzde ülkeler arasında süren müzakerelerin arasında gözden kaçırılmamalıdır. AB yetkilileri tarafından insanlık tarihinin karşılaştığı en önemli tehditlerden biri olarak görülen küresel ısınma ve iklim değişikliği problemi sanayi devrimine benzer bir dönüşümün yaşanmasını gerekli kılan önlemlerin vakit kaybetmeden bugünden alınmasını zorunlu hale getirmektedir⁹⁶.

3.3.3 Sanayi Devriminden Karbon Devrimine

2008 yılında Japonya'da toplanan G-8* zirvesinde liderler küresel iklim değişikliğine ilişkin olarak insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının 2050 yılına kadar %50 oranında azaltılması konusunda görüş birliğine vardıklarını açıklamışlardır. Açıklanan bu karar ile G-8 ülkelerinin liderleri, İDÇS'nin küresel iklim değişikliğinin neden olabileceği tehlikeli sonuçların önüne geçilebilmesi için atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının sabitlenmesi gerekliliği hususundaki ilkesinin de arkasında olduklarını beyan etmişlerdir⁹⁷. Uluslar arası İklim Değişikliği Panel'inin değerlendirmesine göre atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını 445 ila 535 ppm CO₂-eşdeğeri seviyesinde sabitleyerek ortalama yüzey sıcaklıklarındaki yükselişin sanayi öncesi devrin 2 ila 2,8 C°den fazla artmasını engellemek için sera

⁹⁵ A.e., p.17.

⁹⁶ European Commission, "Commission Proposes an Integrated Energy and Climate Change Package to Cut Emissions for the 21st Century", (Çevrimiçi) [http:// europa. eu/ rapid/ pressReleasesAction.do?reference=IP/07/29&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en](http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/29&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en), 15 Ağustos 2008.

* ABD, Kanada, Birleşik Krallık, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Rusya Federasyonu

⁹⁷ G8 Hokkaido Toyako Summit, "G8 Hokkaido Summit Leaders Declaration", (Çevrimiçi) http://www.g8summit.go.jp/eng/doc/doc080714__en.html, 15 Ağustos 2008.

gazı emisyonlarının 2000 yılı seviyesi baz olarak alındığında %30 ila %85 düzeyinde azaltılması gerekmektedir⁹⁸. AB de iklim değişikliğinin olası etkilerinin fiziksel ve biyolojik sistemler üzerindeki etkilerinin geri döndürülemez dereceyi aşmamasının sınırı olarak kabul edilen ortalama yüzey sıcaklarının sanayi öncesi devrin 2 C° üstüne çıkmaması gerektiği ilkesini benimsemiştir. Bu ilkeye uygun olarak AB Komisyonu 2020 yılına kadar gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyesinin %30 altına çekilmesini öngören küresel bir anlaşmanın gerçekleştirilmesini teklif etmiştir⁹⁹. AB Komisyonu'nun önermiş olduğu oran 2000 yılı seviyesine göre yaklaşık %38'lik bir emisyon azalışı anlamına gelmektedir.

Sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar %50 oranında azaltılması dünya ekonomisi ve enerji sistemi açısından önemli bir sınav hüviyetini taşımaktadır. Sera gazı emisyonlarının indirimi için 2000 ya da 1990 yılları baz yıl olarak seçildiğinde dünya ekonomisinde sera gazı yoğunluğunun ya da karbon yoğunluğunun önemli derecede azaltılması gerekmektedir. 1990 yılını baz yıl olarak aldığımızda dünya toplam sera gazı emisyonu 39,4 milyar ton CO₂-eşdeğeri ve dünya GSMH'de yaklaşık olarak 27.137 milyar \$_{1990SAGP}'dir. Buna göre dünya ekonomisinin sera gazı yoğunluğu 1,45 kgCO₂-eşdeğeri/1\$₁₉₉₀ ya da 668,73 \$/TonCO₂-eşdeğeri'dir. 1990-2030 yılları arasında dünya GSMH'sinin %3,21 oranında büyüyerek 2030 yılında 96.580 milyar dolara ulaşacağı hesaplanmaktadır¹⁰⁰. Bu durumda 1990 yılına göre 2030 yılında dünya toplam sera gazı emisyonlarının %50 oranında düşük olması hedefleniyorsa; 40 yılda sera gazı yoğunluğu 0,203 kgCO₂-eşdeğeri/1\$_{1990SAGP} (4902 \$/TonCO₂-eşdeğeri) değerine ulaşarak 7 kattan daha fazla bir gelişim göstermelidir. Eğer baz yıl olarak 2000 yılı seçilecek olursa sera gazı yoğunluğu 2000 yılındaki 1,217 kgCO₂-eşdeğeri/1\$_{1990SAGP} (821,11 \$/1TonCO₂-eşdeğeri) yerine 0,231 kgCO₂-eşdeğeri/1\$_{1990SAGP} (4321,3 \$/1TonCO₂-eşdeğeri) olmalıdır. Bu 2000-2030 yılları arasında 5 kattan daha fazla gelişimi ifade etmektedir.

⁹⁸ IPCC; "Climate Change 2007: Synthesis Report", (Çevrimiçi) http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf, 10 Haziran 2008..p.67.

⁹⁹ European Commission, "Limiting Global Climate Change to 2 Degrees Celsius: The Way Ahead For 2020 and Beyond", (Çevrimiçi) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0002:FIN:EN:PDF>, 12 Ağustos 2008, p.2.

¹⁰⁰ Angus Maddison, **Countours of the World Economy I-2030 AD: Essays in Macro-Economic History**, New York, Oxford University Press, 2007, p.337.

SONUÇ

Enerji, evrende varlık ve yaşamın devamını sağlayan bütün süreçlerde rol oynamaktadır. Evrende iş yapabilmenin yolu, enerji dönüşümlerinden geçmektedir. İş ve üretimin enerji dönüşümleri yolu ile gerçekleşmesi ise, biyolojik ve toplumsal yaşamın sağlıklı işlenmesini mümkün kılmaktadır. Dünya üzerinde, az gelişmişliğin pençesinden kurtulmak isteyen her ülke, iş ve üretim süreçlerinde, kas ve insan gücünün daha fazla makine ile ikâme edilmesi gerektiğinin farkındadır. Bu amaç, doğal çevreden daha fazla enerjinin tedarik edilerek, insan emrine verilmesini gerekli kılmaktadır. Tarım toplumundan sanayi toplumuna ve daha sonraki aşamalara geçmek, ülkeleri geri dönülmez bir biçimde değiştirmektedir. Böyle bir değişim içine giren her ülke, sağlamış olduğu kazanımları devam ettirebilmesinin yolunun kesintisiz enerji tedarikine bağlı olduğunu bilmektedir.

İnsan ve toplum yaşamında, enerjiye duyulan kesintisiz ihtiyaca karşın, enerji, doğada ihtiyaçları karşılayacak form ve miktarda bulunmayabilir. Enerjinin ihtiyaçlara hizmet edebilmesi için, farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler yoluyla dönüşümden geçirilmesi gerekmektedir. Enerji sistemini oluşturan bütün bu süreçlerin farklı boyutları, enerji konusunu karmaşık ve çok boyutlu bir hâle sokmaktadır. Fiziksel, çevresel, ekonomik, toplumsal, siyasi ve teknolojik açıdan farklı kriterler, enerji sistemi konusunda alınacak kararlarda etkili olabilmektedir. Enerjinin farklı boyutları, farklı enerji tedarik yöntemleri açısından, zaman zaman birbiri ile çelişen, farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca, enerji tedarik yöntemleri ve enerji formlarının, bütün özellikleri itibarıyla istenilen bütün amaçlara hizmet edebilmesi mümkün olmamaktadır. Bu durum, enerji kaynakları ve ulaşılmak istenen amaçlar arasında, enerjinin farklı boyutları itibarıyla bir dengeleme ve optimizasyon çabasını gerekli kılmaktadır. Enerji strateji ve politikaların oluşturulmasında tek bir kriter ve tek bir boyutun göz önünde bulundurulduğu statik bir bakış açısı yerine, farklı boyutların sürekli olarak yeniden değerlendirildiği dinamik bir bakış açısının tercih edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, enerji strateji

ve politikaları konusunda alınacak kararlarda, enerjinin farklı boyutlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Enerji konusunda alınacak kararlarda etkili olan ilk nokta, enerjinin doğadaki fiziksel varlığıdır. Enerjinin ihtiyaçlara hizmet edebilmesi için ilk olarak evrende var olabilmesi, ve var olan bu enerji formunun, insanoğlu tarafından mevcut teknolojik yöntemler vasıtasıyla temin edilerek kullanıma sunulabilmesi gerekmektedir. İhtiyaç duyulan enerjinin, evrende bulunan form ve miktarı, insanoğlunun bu enerji kaynakları hakkındaki bilgisi, enerjinin fiziksel boyutunu oluşturmaktadır. Ayrıca, enerji kaynaklarının farklı fiziksel özellikleri, enerji sisteminin oluşumunu etkilemektedir. Modern enerji sistemi, yoğun ve yüksek oranda kullanılan, ancak tükenebilir karaktere sahip fosil yakıtlar ile, tükenmeyen, ancak yoğun olmayan yenilenebilir kaynaklar üzerine kuruludur. Fosil yakıtlar kısa dönem itibarıyla, insanoğlunun medeniyet tarihinin daha önceki dönemlerinde görülmemiş bir refah seviyesine ulaşmasına hizmet etmişlerdir. Fosil yakıtlar üzerine kurulu bu sistem ise, fosil yakıtların tükenebilir karakteri itibarıyla ilke olarak sürdürülebilir değildir. Dolayısıyla, gelecek yıllarda enerji sisteminde köklü bir değişimin gerçekleştirilmesi kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Enerji kaynaklarının fiziksel varlığı, yaşam kalitesinin sürdürülmesini sağlamak için yeterli değildir. Enerjinin doğal ortamdan temini ve kullanımı için kullanılan bütün teknolojiler, doğal çevre üzerinde, belli miktarda etki sahibidir. Günümüzde, insanoğlunun doğal çevre üzerinde sürekli artan etkisi, dünya ekosistemindeki dengeleri etkileyebilecek düzeye yükselmiştir. Enerji tüketimi başta olmak üzere insan faaliyetleri sonucu oluşan sera gazları, dünya atmosferinin enerji dengesini etkileyerek küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Modern enerji sisteminin temel yakıtları olan fosil yakıtlar ise, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin baş sorumlusu olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, günümüzde, fosil yakıtların fiziksel yeterliliğinden önce, kullanımının, çevre üzerinde ortaya çıkardığı etkilerin daha çok önem kazanmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar, çevre üzerindeki minimum etkileri nedeniyle tartışmasız konumda bulunmaktadır. Petrol, kullanımının yaygınlığı, kömür ise taşıdığı fiziksel ve

kimyasal özellikler itibarıyla çevresel açıdan ideal olmayan kaynaklar olarak ön plana çıkmaktadır. Doğal gaz, fosil yakıtlar içinde en temiz olarak, sera gazı azaltım çabalarında tercih edilmektedir. Nükleer enerjinin çevresel etkileri tartışma konusudur. Ancak, 21. yüzyılın çevre gündeminin birinci maddesini oluşturacak küresel iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonları bakımından diğer geleneksel kaynaklara göre avantajlı konumu, nükleer enerjiyi avantajlı bir konuma taşımaktadır.

Dünya ekonomisi son 250 yılda, yüksek enerji tüketimi ile birlikte, daha önceki devirlerde görülmemiş bir hızla büyümüştür. Günümüzde, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, özellikle gelişmiş ülkelerde zayıflamaya başlamıştır. Ancak, sanayileşen her ülke ile birlikte, gelişmiş ülkelerde düşen enerji yoğunluğu, gelişmekte olan ülkelerin yüksek enerji yoğunlukları ile dengelenmektedir. Çin ve Hindistan gibi ülkeler başta olmak üzere, gelişmekte olan ülkelerin yükselen enerji ihtiyaçları, gelecek yıllarda da devam edecektir. Bu durum, dünya birincil enerji tüketiminin 21. yüzyılda da artmaya devam edeceğini göstermektedir. Enerji tüketiminde görülen bu canlılık, enerji sisteminin sahip olduğu kaynakların fiziksel yeterlilikleri yanında, kıt kaynaklar üzerine kurulu modern enerji sisteminde, artan talep ile birlikte dünya ekonomisinin istikrarını bozmayacak fiyat seviyelerinin yakalanmasını, önemli bir problem haline getirmekte; ayrıca yüksek enerji tüketiminin biyosfer üzerindeki etkilerinin ne olacağı konusundaki kaygıların güçlenmesine yol açmaktadır.

İnsan yaşamı, geçen 300 yıllık süre zarfında, sağlanan gelişmelerle, geçmiş medeniyetlerin yaşantısı ile karşılaştırılamayacak kadar konforlu hale gelmiştir. Enerji tüketimi, materyal kullanımı açısından, insan oğlunun ihtiyaçlarının pek çoğunun karşılanmasına hizmet etmiştir. Günümüzde, kabul edilebilir bir yaşam standardına sahip olmanın yolu, belli miktarda enerjinin tüketimini zorunlu kılmaktadır. Toplumsal gelişmişliğin tek kriterinin yüksek enerji tüketimi olduğunu söylemek de güçtür. Ancak, gelişmiş olarak kabul edilen toplumlar, ve gelişmişlik kriteri olarak değerlendirilen değişkenler, enerji tüketimi ile yaşam kalitesi arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Toplumsal açıdan, sürekli yükselen enerji

tüketimi, azalan oranlarda yaşam kalitesini belirleyen değişkenlere katkı yapmaktadır. Nüfus ve şehirleşme gibi toplumsal dinamikler, enerji tüketimi üzerinde en etkili değişkenler olarak kalmaktadır. 20. yüzyılda dünya nüfusu ve şehirleşme oranındaki artış, enerji tüketimindeki yükselişte rol oynamıştır. Gelecek on yıllarda dünya nüfus artış hızında bir yavaşlama beklenmektedir. Gelişmiş ülkelerin nüfus artış hızları yavaşlamaktadır. Buna karşın, dünya nüfusunun daha büyük bölümünün yaşamış olduğu Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik gelişmenin dünya enerji talebi üzerinde büyük etkisi olacaktır.

Enerji kaynaklarının yalnız doğadaki varlıkları değil, yeryüzündeki dağılımları da enerji kararları konusunda etkili olmaktadır. Modern enerji sisteminin en önemli yakıtları olan petrol ve doğal gaz rezervlerinin yeryüzü üzerindeki dengesiz dağılımları, yüksek enerji tüketimine sahip, ancak yeterli kaynak potansiyelinden yoksun ülkelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. ABD, AB, Japonya gibi büyük ekonomilerin, enerji tüketimleri ile orantısız petrol ve doğal gaz varlıkları, Çin ve Hindistan gibi enerji kaynakları bakımından fakir ülkelerin yükselen enerji ihtiyaçları karşısında, gelecek yıllarda enerji güvenliği konusunun ülke gündemlerindeki yerini koruyacağını göstermektedir. Giderek kıt hale gelmekte olan kaynakların daha fazla ülke tarafından talep edilmesi, enerjinin ekonomik bir emtia olmaktan çıkıp stratejik bir unsur haline gelmesine neden olacaktır. Enerji güvenliğinin sağlanması amacıyla, ülkelerin yenilenebilir kaynaklar başta olmak üzere, petrol ve doğal gaz dışındaki seçeneklere daha fazla önem vermeleri kaçınılmaz bir gerçeklik olarak ortaya çıkmaktadır. Modern enerji sistemi içindeki ağırlıklı rolü ve ulaşım sektöründeki alternatifsizliği petrol konusundaki rekabetin artacağını göstermektedir. Fosil yakıtlar içinde, çevresel açıdan en avantajlı konumda bulunan doğal gazın kullanımının artışı, doğal gazın arz güvenliğinin sağlanmasını ülkeler açısından önemli hale getirecektir. Kömür, çevresel boyut itibarıyla ideal bir yakıt olmamasına karşın, rezervlerinin dengeli dağılımı, ülkelerin, gelecekte de enerji güvenliğinin sağlanması konusunda kömürden vazgeçmeyeceklerini göstermektedir. Nükleer seçenek ise, 20. yüzyılın son 20 yılında güç kaybetmesine rağmen, enerji güvenliği ve küresel ısınma konusunun ülke gündemlerinde önem kazanması nedeniyle, gelecekte siyasi açıdan tercih edilir bir seçenek olarak kalacaktır. Yenilenebilir kaynaklar, fiziksel yönden

istenen amaçlara hizmet etmekte yetersiz kalsa da, enerji güvenliğine yaptıkları katkı nedeniyle güç kazanacaktır.

Teknoloji geçmişte olduğu gibi, gelecekte de enerji sistemini değiştiren temel dinamiklerden biri olarak kalacaktır. Teknolojik gelişmeler, petrol, doğal gaz ve kömür gibi tükenebilir karakterde olan kaynakların, fiziksel ömürlerinin uzatılması, yeni rezervlerin bulunup üretilmesini, ve bu kaynakların, çevre üzerindeki etkilerinin azaltılmasına yardımcı olacaktır. Nükleer teknoloji, daha güvenilir, temiz ve ekonomik santral dizaynlarının kullanımı ile, enerji sistemi içindeki yerini muhafaza edecektir. Günümüzde, geleneksel enerji kaynakları ile rekabet edemeyen yenilenebilir teknolojiler, gelecek on yıllarda enerji sisteminin vaz geçilmez unsurları olacaktır.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra, savaşın harap ettiği Avrupa kıtasında barış ve refahın kurulması amacıyla başlayan birleşik bir Avrupa projesinin temellerini, enerji güvenliği kaygıları oluşturmuştur. Enerji kaynakları başta olmak üzere, üye ülkeler arasında ekonomik bir birlik oluşturma hayali ile yola çıkan AB, en üst düzeyde bir siyasi entegrasyonu gerçekleştirme çabası içindedir. Ülke politikalarının en önemli gündem maddesini teşkil eden enerji konusu ise, siyasi alanda daha fazla entegrasyonu hedefleyen AB için de önem taşımaktadır.

Dünya enerji görünümü içinde AB, ABD'den sonra en önemli enerji tüketicisi olarak ön plana çıkmaktadır. AB'nin enerji tüketim tablosu içinde, fosil yakıtlar, dünya enerji sistemine paralel bir şekilde ağırlıklı role sahip bulunmaktadır. AB, nükleer enerji ve yenilenebilir teknolojiler konusunda dünya lideri konumunda bulunmaktadır. Fiziksel açıdan AB, enerji ihtiyaçlarını karşılayabilecek fosil yakıt potansiyeline sahip değildir. Özellikle, petrol ve doğal gaz rezervleri AB'nin tüketimini karşılayacak düzeyde değildir. Kömür, dünya genelinde, fiziksel tedarik açısından sorunu olmayan bir kaynak olduğu gibi, AB içinde de, yeterli düzeyde bulunmaktadır. AB'nin toplam sera gazı emisyonlarında bir azalma süreci göze çarpmaktadır. AB ekonomisinin, sanayiden hizmetlere doğru kayması, hem toplam sera gazı miktarı, hem de sera gazı yoğunluğunu düşürmektedir. AB, dünyanın bir

numaralı ekonomik alanı haline gelmiştir. Bu durumla bağlantılı olarak, AB'nin toplam enerji tüketimi yüksektir, ancak ekonomik büyüme hızındaki yavaşlama nedeniye enerji tüketimi artış hızında da bir yavaşlama söz konusudur. Enerji yoğunluğu, tıpkı sera gazı yoğunluğunda olduğu gibi düşüş süreci içinde bulunmaktadır. AB ekonomisi, sera gazı ve enerji yoğunluğu kriterleri bakımından, ABD'nin önünde, Japonya'nın gerisinde yer almaktadır. Dünyada yaşam standardının en yüksek olduğu ülkelerin büyük çoğunluğu AB üyesi ülkelerdir. AB nüfusu bir yavaşlama süreci içinde bulunmaktadır. Gelecek on yıllarda, AB nüfusunun değişmeden sabit kalması beklenmektedir. Nüfus artış hızının neredeyse sıfıra düşmesi, enerji tüketimine de yansımaktadır. AB, geleneksel enerji kaynakları bakımından ithalata bağımlıdır. Gelecek yıllarda düşen iç üretim nedeniyle, 2006 yılında %50'nin üstüne çıkmış olan ithalat bağımlılığının, 2030'lu yıllarda %80'lere ulaşması beklenmektedir. AB, enerji ithalatı konusunda, büyük oranda Rusya'ya bağımlı bulunmaktadır. Avrupa kıtasındaki, petrol ve doğal gaz rezervlerinin yetersiz oluşu, bu kaynaklar açısından Rusya başta olmak üzere Orta Doğu bölgesine olan bağımlılığın daha da artacağını göstermektedir. Enerji teknolojileri konusunda ise AB ülkelerinin önemli avantajları bulunmaktadır. AB, dünya genelinde, nükleer, rüzgâr ve güneş enerjisi kullanımında lider konumda bulunmaktadır. Gelecek yıllarda, AB'nin, özellikle yenilenebilir teknolojiler konusunda dünya genelindeki liderliğini sürdüreceğini söylemek mümkündür.

AB, çevresel açıdan sürdürülebilir, rekabetçi ve güvenli bir enerji arzını, enerji politikasının temel amaçları olarak kabul etmektedir. AB açısından iklim değişikliği konusunda önleyici tedbirlerin alınması ve dünya genelinde sera gazı emisyonlarının azaltılmasını sağlayan küresel bir anlaşmanın imzalanması önem taşımaktadır. Enerji güvenliği bakımından, iyi işleyen bir enerji pazarının oluşturulması, üye ülkeler arasında işbirliğini artırıcı önlemlerin artırılması hedeflenmektedir. Rusya, Norveç ve Orta Doğu'da yer alan Arap ülkeleri gibi, AB'nin geleneksel enerji tedarik kaynakları olan ülkelerle iyi ilişkilerin devamı yanında, enerji kaynağı, ülke ve tedarik yollarının çeşitlendirilmesine çalışılmaktadır. Enerji kaynaklarının, AB'nin belirlemiş olduğu Lizbon Stratejisi hedeflerine uygun olarak, AB'nin ekonomik yönden rekabet gücüne katkıda bulunabilmesi için, verimli, rekabetçi ve serbest bir

enerji iç pazarının oluşturulması, AB'nin enerji politikasının hedefleri arasında yer almaktadır. Yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması, AB'nin iklim değişikliği, enerji güvenliği ve ekonomik rekabet hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının paylarının 2020 yılına kadar, toplam enerji tüketiminin %20'sine yükseltilmesi, enerji verimliliğinin %20 oranında artırılması ve toplam sera gazı emisyonlarının %20 oranında düşürülmesi hedefleri kabul edilmiştir. Teknolojik açıdan AB, temiz kömür teknolojileri, füzyon ve fisyon gibi nükleer teknolojiler, petrolü ulaşım sektöründe ikâme edebilecek yakıt pilleri, rüzgâr, güneş, ve ikinci nesil biyo yakıtların geliştirilmesini hedeflemektedir.

AB'nin enerji konusundaki belirlemiş olduğu bu hedeflere rağmen, enerjinin temel boyutları itibarıyla, belirlenen hedeflerin birbiri ile çelişmesi, bu hedeflerin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Küresel iklim değişikliği ve sera gazı emisyonlarının azaltım çabaları, kısa vadede doğal gaz tüketimini arttırmaktadır. AB içinde üretimi düşmekte olan doğal gaz üretimi nedeniyle, Rusya'ya olan bağımlılık ise artmaktadır. Bu açıdan, çevresel açıdan ortaya konan amaç, enerji güvenliği ilkesi ile çelişmektedir. 1970'li yıllarda da, Orta Doğu petrolüne olan bağımlılığın azaltılması ve kömürün çevresel etkilerinin azaltılması hedefleri, doğal gaz tüketimini arttırmış; ancak bu durum, Rusya'ya olan doğal gaz bağımlılığının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

AB'nin bir bütün olarak değerlendirilmesi, üye ülkeler arasındaki farklılıkları gizlemektedir. AB üyesi olan 27 ülkenin enerjinin temel boyutları itibarıyla değerlendirilmesi, üye ülkeler arasında büyük farklılıklar olduğunu göstermektedir. AB'nin eski üyeleri ile AB'ye 2004 yılından sonra katılan üyeler arasındaki farklılıklar, enerji strateji ve politikaları konusunda bütünüyle uyumlu bir birlikteliğin sağlanmasını engellemektedir. Eski Doğu Bloku ülkeleri, ekonomik ve toplumsal gelişmişlik açısından AB ortalamalarının altında kalmaktadır. Bu ülkelerin Rusya'nın etki sahasından kurtulmak istemeleri ile, AB'nin Almanya, Fransa, ve İtalya gibi büyük ekonomilerinin Rusya ile olan ilişkileri tezat oluşturmaktadır. Eski Doğu Bloku ülkelerinin geçirmiş oldukları ekonomik dönüşüm, AB'nin toplam sera

gazı emisyonlarının hızlı bir şekilde aşağı çekilmesine yardımcı olmaktadır. AB içinde, enerji kaynak ve politikaları, tarihi açıdan ulusal egemenlik alanı içinde kaldığı için, ülke enerji tabloları ülkelerin sahip olduğu fiziksel kaynak potansiyeli doğrultusunda büyük çeşitlilik göstermektedir. Polonya ve Estonya gibi Eski Doğu Bloku ülkeleri kömüre bağımlı iken; Fransa ve İsveç, nükleer enerjiden geniş oranda faydalanmaktadır. Almanya ve Danimarka yenilenebilir kaynaklara önem verirken, İtalya, doğal gaz tüketimine ağırlık vermektedir. AB ülkeleri arasındaki bu farklılıklar ise, bütün üyelerin kabul edebileceği bir birlik politikasının uygulanmasını güçleştirmektedir. Kuruluşundan beri, enerji konusundaki ulusal politika önceliklerinin, birlik politikasının önünde seyretmiş olduğu AB’de gelecekte üye ülkeler arasındaki ayrılıkların devam edeceğini söylemek mümkündür.

Türkiye, enerjinin temel boyutları itibarıyla gelişmekte olan bir ülke tablosuna sahiptir. Ekonomik büyüme hızı ve nüfus artış hızı AB ortalamalarının üstündedir. Şehirleşme oranı AB’den düşüktür, ancak hızla şehirleşmektedir. Sanayileşmekte olan bir ülke olarak, enerji yoğun sektörlerin toplam enerji tüketiminden aldığı pay yüksektir. Fosil yakıtlara dayalı bir enerji sistemine sahiptir. Bu durumun en doğal sonucu sera gazı ve enerji yoğunluğunun yüksek olmasıdır. Ekonomik büyüme ve nüfus artış hızına bağlı olarak, birincil enerji ve elektrik tüketimi de AB’nin üstünde bir oranla artmaktadır. Türkiye, enerji ihtiyaçlarını karşılayacak petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip değildir. Bu nedenle, bu kaynaklar itibarıyla dışarıya bağımlıdır. Türkiye’nin yeterli kömür rezervleri olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, bu rezervleri kullanıma sokacak ekonomik ve teknolojik imkânlar, Türkiye’nin ekonomik sorunları nedeniyle tam olarak kullanılamamaktadır. Türkiye, yenilenebilir kaynaklar itibarıyla yeterli potansiyele sahip bulunmaktadır. Ancak, yenilenebilir kaynaklara yapılması gereken yatırımların hayata geçirilmesi, ülkedeki genel sermaye ve teknolojik yetersizlikler nedeniyle mümkün olmamaktadır. Türkiye’nin enerji sistemi içindeki doğal gazın rolünün artışı, Rusya ve İran’a olan bağımlılığı yükseltmiştir. Doğal gaz konusunda, AB’de Türkiye’den daha fazla oranda Rusya’ya bağımlı olan ülkeler bulunmaktadır. Ancak, doğal gazın Türkiye’nin elektrik üretimindeki ağırlıklı rolü, Rusya’ya olan bağımlılığı, tehlikeli boyutlara taşımaktadır. Türkiye, 1960 yıllardan beri nükleer enerji konusunda çaba

göstermesine rağmen, bu enerji teknolojisini enerji sistemine katmayı başaramamıştır. Doğal gaza olan bağımlılığın azaltılması, nükleer enerji konusunun önemini arttırmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar ise, dünyanın bütün ülkelerinde olduğu Türkiye’de de, mutlaka önem verilmesi gereken bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye’nin hızla artmakta olan enerji ihtiyacı, gelecekte, mevcut olan bütün enerji kaynaklarını kullanmasını zorunlu hale getirmektedir.

KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ASIMOV, Isaac; **Patlayan Güneşler:Üstnovaların Taşdığı Gizler**, Çev.Nejat Ebcioğlu, İstanbul, İnkilap Kitapevi, 1989.

ATKINS, Peter; **Four Laws That Drive the Universe**, New York, Oxford University Press, 2007.

BANKS, Ferdinand E.; **The Political Economy of World Energy:An Introductory Textbook**, London, World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd., 2007.

BEAUDREAU, Bernard C; **Energy and the Rise and Fall of Political Economy**, 2.Edition, New York, iUniverse.Inc, 2008.

BALKAN, Naci; Ayşe EROL; **Çevremizdeki Fizik**, 1.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2005.

BASALLA, George; **Teknolojinin Evrimi**, Çev.Cem Soydemir, 6.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 1998.

ÇEPEL, Necmettin; **Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri**, 1. Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2003.

CARBON; Max W.; **Nuclear Power:Villain or Victim?:Our Most Misunderstood Source of Electricity**, Madison, Pebble Beach Publishers,1997.

DIAMOND, Jared; **Collapse:How Societies Choose to Fail or Survive**, England, Penguin Books, 2006.

DALY, Herman E; **Beyond Growth:The Economics of Sustainable Development**, Boston, Beacon Press Books, 1996

DALY, Herman E.; **Steady-State Economics**, 2.Edition, Washington D.C., Island Press, 1991.

ERİŞ, Neşe; **Geleceğin Yakıtı Hidrojen**, İstanbul, Birsen Yayınevi , 2006.

FREEMAN, Chris; Luc SOETE; **Yenilik İktisadı**, Çev.Ergun Türkcan, 1.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2003.

FRIEDEL, Robert E.; **A Culture of Improvement:Technology and the Western Millennium**, London, The MIT Press, 2007.

GIMPEL, Jean; **Ortaçağda Endüstri**, Çev.Nazım Özüaydın, 5.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2004.

GODREJ, Dinyar; **Küresel İklim Değişimi**, Çev. Ohannes Kılıçdağı, 1.Basım, İstanbul, Metis Yayınları, 2003

GOWDY, John; **Limited Wants Unlimited Means**, Ed by.John Gowdy, Washington, Island Press, 1998.

HAGHIGHI, Sanam S.; **Energy Security:The External Legal Relations of the European Union with Major Oil and Gas Supplying Countries**, Oxford/Portland,Oregon, Hart Publishing, 2007.

HALLIDAY, David; Robert RESNICK; **Fiziğin Temelleri I**, Çev.Cengiz Yalçın, 3.Basım, Ankara, Arkadaş Yayınevi, 1992.

HATİBOĞLU, Zeyyat; **İktisat Bilimine Giriş**, İstanbul, İşletme Fakültesi Yayını, 1989.

HOWARD, Roger; **Iran Oil:The New Middle East Challenge to America**, London, I.B. Tauris, 2007.

HUNT, E.K; **İktisadi Düşünce Tarihi**, Çev.Müfit Günay, 1.Basım, Ankara, Dost Kitabevi, 2005.

IAEA; **Nuclear Technology Review 2006**, Vienna, IAEA, 2006.

IEA, **Biofuels for Transport:An International Perspective**, Paris, OECD/IEA, 2004.

IEA, **Beyond Kyoto:Energy Dynamics and Climate Stabilisation**, Paris, OECD/IEA, 2002.

IEA; **China's Power Sector Reforms:Where to Next?**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2004**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **Energy Balances of OECD Countries 2004-2005**, Paris, OECD/IEA, 2007.

IEA; **Energy Policies of IEA Countries:The United Kingdom 2006 Review**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2005 Review**, Paris, OECD/IEA, 2005.

IEA; **Energy Statistics Manual**, Paris, OECD/IEA, 2005.

IEA; **IEA Energy Policies Review:The European Union 2008**, Paris, OECD/IEA, 2008.

IEA; **Key World Energy Statistics**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **Light's Labour's Lost:Policies for Energy Efficient Lighting**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **Medium Term Oil Market Report**, Paris, OECD/IEA, 2007.

IEA; **Natural Gas Market Review 2006:Towards A Global Gas Market**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **Natural Gas Market Review 2007**, Paris, OECD/IEA, 2007.

IEA; **Oil Supply Security:Emergency Response of IEA Countries**, Paris, OECD/IEA, 2007.

IEA; **Optimising Russian Natural Gas:Reform and Climate Policy**, Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **Prospects for CO₂ Capture and Storage**, Paris, OECD/IEA, 2004.

IEA; **Resources to Reserves:Oil and Gas Technologies for the Energy Marktes of the Future**, Paris, OECD/IEA, 2005.

IEA; **The Link Between Energy and Human Activity**, Paris, OECD/IEA,1997.

IEA; **World Energy Outlook 2004**, Paris, OECD/IEA, 2004.

IEA; **World Energy Outlook 2005**, Paris, OECD/IEA, 2005.

IEA; **World Energy Outlook 2006** ,Paris, OECD/IEA, 2006.

IEA; **World Energy Outlook 2007**, Paris, OECD/IEA, 2007.

IEA/NEA; **Projected Costs of Generating Electricity:2005 Update**, Paris, NEA/OECD, 2005.

İKTİSADİ KALKINMA VAKFI; **Avrupa Birliği'nin Enerji ve Ulaştırma Politikaları ve Türkiye'nin Uyumu**, İKV Yayınları, İstanbul 2004.

IPCC; **Carbon Dioxide Capture and Storage**, Ed. By Bert Metz, Oglade Davidson, Heleen de Coninck vd, New York, Cambridge University Press, 2005.

KADIOĞLU, Mikdat; **Küresel İklim Değişimi Ve Türkiye: Bildiğiniz Havaaların Sonu**, 2.Basım, İstanbul, Güncel Yayıncılık, 2007.

KALDOR, Mary; Terry Lynn KARL; Yahia SAID; **Oil Wars**, Ed.by.Mary Kaldor, Terry Lynn Karl, Yahia Said, London ,Pluto Press, 2007.

KARLUK, Rıdvan; **Avrupa Birliği ve Türkiye**, 6. Basım, İstanbul, Beta Basım A.Ş., 2002.

KLARE, Michael T.; **Blood and Oil:The Dangers and Consequences of America's Growing Petroleum Dependency**, London, Penguin Books, 2004.

KAHRAMAN, Nafiz; Veysel ÖZCEYHAN, Yunus ÇERÇİ; "Rüzgâr Enerjisi Değerlendirme Kriterleri ve Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli", **Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Ed by Şükrü Su, Mustafa İlbaş, Kayseri, TMMOB, 2003.

KAUFMAN, William J III; **Evrenin Evrimi ve Yıldızların Oluşumu**, Çev.Murat Alev, Ankara, Arkadaş Kitabevi, t.y.

LOVINS, Amory B; **Winning the Oil Endgame:Innovation for Profits Jobs and Security**, Colorado, Rocky Mountain Institute, 2005.

LYON, Paul K; **EU Energy Policies towards the 21st Century**, United Kingdom, EC Inform, 1998.

MADDISON, Angus; **Countours of the World Economoy I-2030 AD:Essasy in Macro-Economic History**, New York, Oxford University Press, 2007.

MANİSALI, Erol; **İçyüzü ve Perde Arkasıyla :Avrupa Çıkmazı -Türkiye-Avrupa Birliği İlişkileri**, 4. Basım, İstanbul, Otopsi Yayınevi, Eylül 2002.

MAUGERI, Leonardo; **The Age of Oil:The Mythology History and Future of the World's Most Controversial Resource**, London, Praeger, 2006.

McNEILL, J.R; **Something New Under the Sun:An Environmental History of the Twentieth Century World**, New York, W.W.Norton&Company Inc, 2001.

MONBIOT, George; **Heat:How Can We Stop the Planet Burning**, London, Penguin Books, 2007.

MOORE, Patrick;**Gezegenler Kılavuzu**, Çev. Özlem Özbal, 7.Basım, Ankara, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 1999.

NUCLEAR ENERGY AGENCY; **Forty Years of Uranium Resources, Production and Demand in Perspective**, Paris, NEA/OECD, 2006.

NUCLEAR ENERGY AGENCY; **Nuclear Energy Today**, Paris, OECD/NEA, 2003.

ODUM, Howard T.; **Environment Power and Society for the Twenty First Century:The Hierarchy of Energy**, New York, Columbia University Press, 2007.

ÖĞÜT, Hüseyin; Hidayet OĞUZ; **Biyodizel:Üçüncü Milenyumun Yakıtı**, 2. Basım, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2006, ss.25,31.

ÖZGENER, H.Atilla; “Mevcut Kaynaklar Kullanılmasına Rağmen 2020’li Yıllarda Türkiye’de Elektrik Enerjisi Açığı Olabilir mi?”, **Sürdürülebilir Kalkınma İçin Nükleer Enerjinin Önemi**, Ed.by Aslı Hüseyinoğlu, İstanbul, Tasam Yayınları, 2006, s.21.

ÖZGÜVEN, Ali; **İktisat Bilimine Giriş**, 7.Basım, İstanbul, Filiz Kitapevi , 1997.

PIELOU, E.C; **The Energy of Nature**, Chicago, The Chicago University Press, 2001.

PONTING, Clive; **A Green History of The World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations**, The United States of America, Penguin Books, 1991.

REDMAN, Charles L.; **Human Impact on Ancient Environments**, Tucson, The University of Arizona Press, 1999.

ROBERTS, Paul; **The End of Oil:The Decline of the Petroleum Economy and the Rise of A New Energy Order**, London, Bloomsbury Publishing, 2004.

ROEGEN, Nicholas Georgescu; **The Entropy Law and the Economic Process**, London, Harward University Press, 1999.

RUTLEDGE, Ian; **Addicted To Oil:America’s Relentless Drive for Energy Security**, New York, I.B.Tauris&Co Ltd, 2006.

SCHNEIDER, Stephen J; Janica LANE; “An Overview of Dangerous Climate Change”, **Avoiding Dangerous Climate Change**, Ed. by Hans Joachim Schellnhuber, Wolfgang Cramer, Neboja Nakicenovic vd., New York,Cambridge University Press, 2006.

SMIL, Vaclav; **Energy:A Beginner’s Guide**, Oxford, Oneworld Publications, 2006.

SMIL, Vaclav; **Energies:An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization**, London, The MIT Press, 1999.

SMIL, Vaclav; **Energy at the Crossroads:Global Perspectives and Uncertainties**, London, The MIT Press, 2005.

SMIL, Vaclav; **Energy in Nature and Society:General Energetics of Complex Systems**, London, The MIT Press, 2008.

SMIL, Vaclav; **Energy in World History**, Colorado, Westview Press, 1994.

SMIL, Vaclav; **The Earth's Biosphere Evolution Dynamics and Change**, London, The MIT Press, 2002.

TMMOB; **TMMOB Enerji Raporu 2006**, 1. Basım, Ankara, TMMOB, 2006.

TÜİK; **Türkiye Çevre İstatistikleri**,, T.C .Devlet İstatistik Enstitüsü Yayını,Yayın No:2940, Ankara, Mart 2005.

WHITE, Leslie E.; **The Evolution Of Culture:The Development of Civilization to the Fall of Rome**, California, Left Coast Press Inc., 2007.

YAVUZ, Fehmi; **Çevre Sorunları:Genellikle ve Ülkemiz Açısından**, Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları, 1975.

YERGIN, Daniel; **Petrol:Para ve Güç Çatışmasının Epik Öyküsü**, Çev.Kamuran Tuncay, 3.Basım, Ankara, Türkiye İş Bankası Yayınları, 2003.

YÜCEL, F.Behçet; **Enerji Ekonomisi**, 1.Basım, İstanbul, Febel Ltd Şti, 1994.

MAKALELER

ALTIN, Vural; “Enerji”, **Bilim Teknik Dergisi Eki**, Sayı 410, Ocak 2002.

ALTIN, Vural; “Enerji Dünyamız”, **Bilim Teknik Dergisi Eki**, Ocak 2007.

ALTIN, Vural; “Nükleer Dosya”, **Bilim ve Teknik Dergisi**, Sayı 460, Marta 2006, ss.34-49.

BRIERLEY, David; “Europe’s Green Giant Cleans Up”, **CNBC European Business**, January/ February 2007, pp.31-32.

DOĞAN, Seyhun; “Türkiye’nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri”, **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 6, Sayı 2, 2005, ss.57-73

FARIS, Stephan; “The Other Side of Carbon Trading”, **Fortune**, N.15, September 2007, pp.67-74.

SELÇUK, Nevin; “Türkiye, Hidroelektrik Ve Termik Santrallere Yönelmeli”, **2023 Dergisi**, Sayı:71, 15 Mart 2007, ss.12-17.

STEVENS, Paul; “Oil Markets”, **Oxford Review of Economic Policy**, Vol.21, No.1, 2005, pp.19-42.

THE ECONOMIST; “Cleaning Up: Sunlit Uplands”, **A Special Report on Business and Climate Change**, 2ND-8TH JUNE 2007, pp.20-24.

THE ECONOMIST; “Constitutional Conundrum”, **Fit at 50? A Special Report on the EU**, 17-23 March 2007, pp.9-12.

ZAKARIA, Fareed; “Unwanted Offspring”, **Newsweek Special Edition**, December 2006-February 2007, pp.16-18.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

AEROSPACEGUIDE; “Saturn V”, (Çevrimiçi) http://www.aerospaceguide.net/Saturn_5.html, 5 Kasım 2007.

ANDERSEN, Svein S.; “EU Energy Policy: Interest Interaction and Supranational Authority”, Arena Working Papers, (Çevrimiçi) http://www.arena.uio.no/publications/wp00_5.htm, 5 Eylül 2008.

AYRES, Robert U.; Benjamin WARR; “Accounting for Growth: The Role of Physical Work”, (Çevrimiçi) <http://www.iea.org/Textbase/work/2004/eewp/Ayres-paper.pdf>, 3 Şubat 2007.

BGR; “Brief Study Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2004”, (Çevrimiçi) <http://www.bgr.bund.de>, 28.12.2005.

BGR; “Brief Study Reserves, Resources and Availability of Energy Resources 2005”, (Çevrimiçi) <http://www.bgr.bund.de>, 11 Şubat 2006.

BGR; “Reserves Resources and Availability of Energy Resources 2006”, (Çevrimiçi) http://www.bgr.bund.de/cln_101/nn_335932/EN/Themen/Energie/energie_node_html?_nn=true, 2 Eylül 2008.

BOTAŞ; “Doğal Gaz Talep Tahmin ve Doğal Gaz İhracat Miktarları”, (Çevrimiçi) <http://www.botas.gov.tr>, 5 Eylül 2008.

BOTAŞ; “Doğal Gaz Taşımacılığı Tesisleri ve Ticareti”, (Çevrimiçi) http://www.botas.gov.tr/faaliyetler/dg_ttt.asp, 21 Şubat 2006.

BRITISH ENERGY; “Environmental Product Declaration” (Çevrimiçi) [http// www.british-energy.com./documents/EPD_Doc_-_Final.pdf](http://www.british-energy.com./documents/EPD_Doc_-_Final.pdf), 12 Ağustos 2008.

BRITISH PETROL (BP); “Bp Statistical Review of World Energy 2005”, (Çevrimiçi) [http// www.bp.com/genericsection.do?categoryId=92&contentId =7005893](http://www.bp.com/genericsection.do?categoryId=92&contentId=7005893), 15 Aralık 2005.

BP; “BP Statistical Review of World Energy 2006”, (Çevrimiçi) [http//www.bp.com/multipleimagesection.do?/ categoryId= 9017892& contentId =7033508](http://www.bp.com/multipleimagesection.do?categoryId=9017892&contentId=7033508), 11 Mart 2008.

BP; “BP Statistical Review of World Energy 2008”, (Çevrimiçi) [http//www.bp.com/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf](http://www.bp.com/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf), 16 Ağustos 2008.

BP; “BP Statistical Review of World Energy: Historical Data 1965-2007”, (Çevrimiçi) [http// www. bp.com/ productlanding. do?categoryId =6929 & contentId =7044622](http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622), 11 Temmuz 2008.

BRUGGINK, J.J.C.; “ The Next 50 Years:Four European Energy Futures”, Energy Research Centre of the Netherlands”, May 2005, (Çevrimiçi) [http// www.ecn.nl/docs/library/report/2005/c05057.pdf](http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/c05057.pdf), 16 Ağustos 2008.

CAMECO; “Uranium 101”,(Çevrimiçi) [http // www.cameco.com/uranium_101](http://www.cameco.com/uranium_101), 7 Mayıs 2008.

CIA; “The 2008 World Factbook”, (Çevrimiçi) [https//www.cia.gov/ ibrary/ ublications/the-world-factbook/index/html](https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index/html), 21 Eylül 2008.

CLINGENDAEL INTERNATIONAL ENERGY PROGRAMME; “Study on Energy Supply Security and Geopolitics”, January 2004, (Çevrimiçi) [http// www.clingendael.nl/publications/ 2004/200401000_ciep_study.pdf](http://www.clingendael.nl/publications/2004/200401000_ciep_study.pdf), 16 Eylül 2006.

DG-TREN; “Energy and Transport. Figures and Main Facts”, (Çevrimiçi) [http// ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2007_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2007_en.htm), 2 Eylül 2008.

DG-TREN;“European Energy and Transport:Trends to 2030 Update 2007”, (Çevrimiçi) http// ec. europa. eu/ dgs / energy _ transport/ figures/ trends _ 2030 _ update _ 2007/index_en.htm, 2 Eylül 2008.

DEUTCH, John; James R. SCHLESINGER; “National Security Consequences of U.S Oil Dependency”, Council on Foreign Relations, Independent Task Force Report No:58, (Çevrimiçi) <http// www. cfr. Org / content/ publications/ attachments/ EnergyTFR.pdf>, 16 Mayıs 2008.

DIŞ TİCARET MÜSTEŞARLIĞI; “Dış Ticaret İstatistikleri”, (Çevrimiçi) <http//www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/EAD/IstatistikDb/eko09.xls>, 4 Eylül 2008.

DPT; “ Dokuzuncu Kalkınma Planı”, (Çevrimiçi) <http//ekutup.dpt.gov.tr/plan/ix/9kalkinmaplani20070302.pdf>, 3 Eylül 2008.

DPT; “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı:Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara,2001, (Çevrimiçi) <http// ekutup. dpt. gov. tr/ enerji/ oik585.pdf>, 12 Ağustos 2008.

DPT; “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı-İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, (Çevrimiçi) <http//ekutup.dpt.gov.tr/cevre/oik548.pdf>, 30 Temmuz 2006.

DPT; “Türkiye’nin Üyeliğinin AB’ye Muhtemel Etkileri”, (Çevrimiçi) <http//ekutup.dpt.gov.tr/ab/uyelik/etki/olasi.pdf>, 2 Eylül 2008.

DEVLET SU İŞLERİ MÜDÜRLÜĞÜ (DSİ); “Hidroelektrik Enerji”, (Çevrimiçi) <http//www.dsi.gov.tr/hizmet/enerji.htm>, 3 Eylül 2008.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA); “Annual Energy Review 2007”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.gov.doe.gov/erreu/aer/pdf/aer.pdf>, 3 Eylül 2008.

EIA; “Annual Energy Review:Nuclear Energy”, (Çevrimiçi) <http://eia.doe.gov/aer/nuclear.html>, 2 Eylül 2008.

EIA; “Country Analysis Briefs: North Sea”, (Çevrimiçi) http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/North_Sea/Background.html, 2 Eylül 2008.

EIA; “International Energy Outlook 2007”, (Çevrimiçi) [http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/ieo07/pdf/0484\(2007\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/ieo07/pdf/0484(2007).pdf), 11 Temmuz 2007.

EIA; “International Energy Outlook 2008”, (Çevrimiçi) [http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2008\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2008).pdf), 15 Eylül 2008.

EIA; “International Energy Outlook 2008-Highlights”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/highlights.html>, 21 Ağustos 2008.

EIA; “Nuclear Power and the Environment”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuclearenvissues.html>, 13 Ağustos 2008.

EIA; “Nuclear Power Plant Operations 1957-2007”, (Çevrimiçi) http://www.eia.doe.gov/emeu/pdf/pages/sec9_5.pdf, 26 Ağustos 2008.

EIA; “Spent Nuclear Fuel”, (Çevrimiçi) http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/spent_fuel/ussnfddata.html, 13 Ağustos 2008.

EIA; “Total World and US Oil Prices”, (Çevrimiçi) http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm, 19 Ağustos 2008.

EIA; “World Carbon Dioxide Emissions from the Combustion and Flaring of Fossil Fuels 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tableh1co2.xls>, 10 Haziran 2008.

EIA; “World Energy Intensity Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Purchasing Power Parities 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tablee1p.xls>, 21 Ağustos 2008.

EIA; “World Energy Intensity Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Market Exchange Rates 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tablee1g.xls>, 21 Ağustos 2008.

EIA; “World Population 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tableb1.xls>, 19 Ağustos 2008.

EIA; “World Primary Energy Consumption 1980-2005”, (Çevrimiçi) <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/tablee1.xls>, 19 Ağustos 2008.

ENTE NAZIONALE IDROCARBURI (ENI); “World Oil and Gas Review 2008”, (Çevrimiçi) http://www.eni.it/wogr_2008/default_en.htm, 2 Eylül 2008.

ENI; “World Oil and Gas Review 2005”, (Çevrimiçi) http://www.eni.it/home/documentazione_en.html, 3 Mart 2006, p.26

ETKB ENERJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ; “Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubu Raporu”, Ankara 2005, (Çevrimiçi) <http://www.ressiad.org.tr/doc/iddk.doc>, 12.01.2006.

ETKB; “Hizmet Alanları ile İlgili Ülke Potansiyeli”, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/enerjiprofilleri.htm>, 16 Şubat 2006

ETKB; “Türkiye Enerji İstatistikleri”, (Çevrimiçi) <http://www.enerji.gov.tr/istatistik.asp>, 10 Eylül 2008;

EURATOM SUPPLY AGENCY; “Annual Report 2007”, (Çevrimiçi) <http://ec.europa.eu/euratom/ar/last.pdf>, 2 Eylül 2008.

EUROOBSERVER; “Biofuels Barometer”, (Çevrimiçi) http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro185.pdf., 2 Eylül 2008.

EUROOBSERVER; “Photovoltaic Energy Barometer”, (Çevrimiçi) http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro184.pdf, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Activites of the European Union:Energy”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/pol/ener/index/_en.htm, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Lisbon Strategy”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/glossary/lisbon_strategy_en.htm, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “The Amsterdam Treaty: A Comprehensive Guide”, (Çevrimiçi) <http://europa.eu/scadplus/leg/en/s50000.htm>, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “The Single European Act”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/singleact_en.htm, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Treaties and Law”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/abc/treaties/index_en.htm., 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Treaty Establishing the European Atomic Energy Community”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/euratom_en.htm, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Treaty Establishing the European Economic Community”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/eec_en.htm, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Treaty Establishing the European Coal and Steel Community”, (Çevrimiçi) http://europa.eu/scadplus/treaties/ecsc_en.htm, 2 Eylül 2008.

EUROPA; “ Treaty of Lisbon”, (Çevrimiçi) [http// europa. eu/ lisbon_ treaty/ index _ en.htm](http:// europa. eu/ lisbon_ treaty/ index _ en.htm), 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Treaty of Maastricht on European Union”, (Çevrimiçi) [http//europa.eu/scadplus/ treaties/ maastricht_ en.htm](http://europa.eu/scadplus/ treaties/ maastricht_ en.htm), 2 Eylül 2008.

EUROPA; “Treaty of Nice: A Comprehensive Guide”, (Çevrimiçi) [http//europa.eu/scadplus/nice_ treaty/index/_ en.htm](http://europa.eu/scadplus/nice_ treaty/index/_ en.htm), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “ An Energy Policy for Europe”, Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament, COM(2007) 1 Final, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/ energy/ energy_ policy/ doc/01_ energy_ policy_ for_ europe_ en.pdf](http://ec.europa.eu/ energy/ energy_ policy/ doc/01_ energy_ policy_ for_ europe_ en.pdf), 15 Şubat 2007.

EUROPEAN COMMISSION; “ A Vision for Photovoltaic Technology”, (Çevrimiçi) [http//www.eupvplatform.org/fileadmin/Documents/vision-report-final.pdf](http://www.eupvplatform.org/fileadmin/Documents/vision-report-final.pdf), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “Biofuels Progress Report”, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2006)845 final, (Çevrimiçi) http// ec. europa. eu/ energy/ energy/ energy_ policy/doc/07_ biofuels_ progress_ report_ en.pdf, 15 Şubat 2007.

EUROPEAN COMMISSION; “Commission Proposes an Integrated Energy and Climate Change Package to Cut Emissions for the 21st Century”, (Çevrimiçi) <http// europa. eu/ rapid/ press Releases Action. do? reference= IP/ 07/ 29 &format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>, 15 Ağustos 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “Commission Staff Working Document:Nuclear Illustrative Programme”, Accompanying the Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, SEC(2006)1718, 2007, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/14_nuclear_illustrative_programme_annexe_1_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/14_nuclear_illustrative_programme_annexe_1_en.pdf), 25 Nisan 2007.

EUROPEAN COMMISSION; “EU Action Against Climate Change”, (Çevrimiçi) [http// ec. europa.eu/ environment/climat/pdf/bali/eu_action.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/bali/eu_action.pdf)., 8 Ağustos 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “Emission Trading Scheme”, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/ environment/climatemission/Index_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climatemission/Index_en.htm), 3 Eylül 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “Green Paper: A European Strategy for Sustainable Competitive and Secure Energy”, COM (2006) 105 Final, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/energy/green-paper/doc/2006_03_08_gp_document_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/green-paper/doc/2006_03_08_gp_document_en.pdf), 12 Temmuz 2006.

EUROPEAN COMMISSION; “ Limiting Global Climate Change to 2 Degrees Celsius:The Way Ahead For 2020 and Beyond”, (Çevrimiçi) [http//eur-lex.europa.eu/LexUriServ/ LexUriServ.do?uri= COM:2007:0002:FIN:EN:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0002:FIN:EN:PDF), 12 Ağustos 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources”, COM(2008) 19 final, (Çevrimiçi) [http// ec. europa. eu/ energy/ res/ legislation/ doc/ strategy/res_directive.pdf](http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/strategy/res_directive.pdf), 10 Eylül 2008.

EUROPEAN COMMISSION; “Renewable Energy Road Map:Renewable Energies in the 21st Century Building a More Sustainable Future”, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2006)848 Final, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf), 15 Ocak 2007.

EUROPEAN COMMISSION; “Towards a European Strategic Energy Technology Plan”, Communication From the Commission to the Council the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2006),847 Final, 2007, (Çevrimiçi) [http// ec. europa. eu/ energy/ energy_policy/doc/19_strategic_energy_technology_plan.en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/19_strategic_energy_technology_plan.en.pdf), 15 Ocak 2007.

EUROPEAN COMMISSION; “ Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply”, COM(2000) 769 Final, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/ energy/ green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf),19 Ağustos 2008

EUROPEAN COMMISSION ENLARGEMENT; “Enlargement Strategy and Progress Reports 2007”, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/enlargement/ press_corner/ key_documents/ reports_nov_2007_en.htm](http://ec.europa.eu/enlargement/press_corner/key_documents/reports_nov_2007_en.htm), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN COMMISSION ENLARGEMENT; “ From 6 to 27 Members and Beyond”, (Çevrimiçi) [http//ec.europa.eu/enlargement/the-policy/from-6-to-27-members/index_en.htm](http://ec.europa.eu/enlargement/the-policy/from-6-to-27-members/index_en.htm)., 2 Eylül 2008.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION; “Global Market Outlook for Photovoltaics until 2012”, (Çevrimiçi) [http// www. epia. org/ fileadmin/ EPIA_docs/ publications/ epia/ EPIA_MarketPublication_18feb.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/publications/epia/EPIA_MarketPublication_18feb.pdf), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY PLATFORM; “A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology”, (Çevrimiçi) [http//eupvplatform.org/ fileadmin/ Documents/ PVPT_ SRA_ Complete_070604_pdf](http://eupvplatform.org/fileadmin/Documents/PVPT_SRA_Complete_070604_pdf), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY PLATFORM; “Photovoltaic Fact Sheet:The Status of PV Industry”, (Çevrimiçi) [http// www. eupvplatform. org/ fileadmin/ Documents/ FactSheets/ PVPT _Fact _Sheet _Sheet_Status_of_industry.pdf](http://www.eupvplatform.org/fileadmin/Documents/FactSheets/PVPT_Fact_Sheet_Sheet_Status_of_industry.pdf), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN RAPID PRESS RELEASES; “ The Kyoto Protocol and Climate Change:Background Information”, [http // europa.eu/ rapid/ pressReleasesAction. do? reference=MEMO/02/120&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en](http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/02/120&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en), 10 Ağustos 2008.

EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION (EWEA); “Wind Energy Facts:An Analysis of Wind Turbines in the EU-25”, (Çevrimiçi) [http//www.ewea.org/index.php?id=33](http://www.ewea.org/index.php?id=33), 15 Mart 2008.

EWEA; “European Statistics”, (Çevrimiçi) [http//www.ewea.org/index.php?id=180](http://www.ewea.org/index.php?id=180), 2 Eylül 2008.

EUROPEAN WIND ENERGY TECHNOLOGY PLATFORM; “Wind Energy:A Vision For Europe in 2030”, (Çevrimiçi) [http// www. windplatform. eu/fileadmin/ ewetp_ docs/structure/061003Vision_ final.pdf](http://www.windplatform.eu/fileadmin/ewetp_docs/structure/061003Vision_final.pdf), 2 Eylül 2008.

EUROSTAT; “Europe in Figures: Eurostat Yearbook 2008”, (Çevrimiçi) [http//epp.eurostat. ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUBIKS-CD-07-001/EN/KS-CD-07-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUBIKS-CD-07-001/EN/KS-CD-07-001-EN.PDF), 2 Eylül 2008.

EVANS, Peter C.; “The Brookings Foreign Policy Studies Energy Security Series:Japan”, The Brookings Institution, December 2006, (Çevrimiçi) [http//www.brookings.edu/ reports/ 2006/12japan.aspx](http://www.brookings.edu/reports/2006/12japan.aspx), 3 Mart 2007.

FEDERATION OF AMERICAN SCIENTISTS; “Status of World Nuclear Forces”, (Çevrimiçi) [http//www.fas.org/programs/ssp/nukes/nukestatus.html](http://www.fas.org/programs/ssp/nukes/nukestatus.html), 12 Mart 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO);“FAO Statistical Yearbook 2005-2006”, (Çevrimiçi) [http//www.fao.org/statistics/ yearbook/ Vol_ 1_ 1/index_ en. esp](http://www.fao.org/statistics/yearbook/Vol_1_1/index_en.esp), 22 Mayıs 2008.

FRANKEL, Jeffrey; “Formulas for Quantitative Emission Targets”, (Çevrimiçi) <http://ksghome.harvard.edu/~jfrankel/StavinsClimateWorkshpJun1WP.pdf>, 5 Ağustos 2008.

FUTUREGEN; “About FutureGen”, (Çevrimiçi) <http://www.futuregenalliance.org/about.stm>, 25 Ağustos 2008.

GAMESA; “Gamesa”, (Çevrimiçi) <http://www.gamesa.es/en/gamesa>, 2 Eylül 2008.

G8 HOKKAIDO TOYAKO SUMMIT; “G8 Hokkaido Summit Leaders Declaration”, (Çevrimiçi) http://www.g8summit.go.jp/eng/doc/doc080714__en.html, 15 Ağustos 2008.

GERMAN ADVISORY COUNCIL ON GLOBAL CHANGE; “World in Transition Towards Sustainable Energy Systems”, (Çevrimiçi) [http // www.wbgu.de/wbgu_jg2003-engl.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2003-engl.pdf), 10 Kasım 2007.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL; “Global Wind Report”, (Çevrimiçi) [http://www.gwec.net/fileadmin/ documents/test2/gwec-08-update_FINAL.pdf](http://www.gwec.net/fileadmin/documents/test2/gwec-08-update_FINAL.pdf), 2 Eylül 2008.

HAHN, Robert W.; “The Economics and Politics of Climate Change”, The American Enterprise Institute (AEI) Press, Washington D.C., 1998, (Çevrimiçi) <http://aie-brookings.org/admin/authorpdfs/reidirect-safety.php?frame=../pdffiles/climatechange.pdf>, 11 Mayıs 2007.

HANDKE, Susan; Jacques J de JONGI; “Energy as a Bond: Relations with Russia in the European and Dutch Context”, Clingendael International Energy Programme, (Çevrimiçi) [http// www. clingendael. nl/ publications/ 2007/20070900_ ciep_ energy_ handke.pdf](http://www.clingendael.nl/publications/2007/20070900_ciep_energy_handke.pdf), 2 Eylül 2008.

HELM, Dieter; “The Russian Dimension and Europe’s External Energy Policy”, (Çevrimiçi) http://www.dieterhelm.co.uk/publications/Russian_dimension.pdf, 15 Ekim 2007.

HENNINGEN, Jorgen; “Rising to the Energy Challenge: Key Elements for an Effective EU Strategy”, European Policy Center, December 2006, (Çevrimiçi) http://www.epc.eu/TEWN/pdf/230603739_EPC%20Issue%20Paper%2051%20%20Rising%20to%20the%20energy%20challenge.pdf, 23 Temmuz 2008.

HOOGEVEEEN, Femke; Wilbur PERLOG; “Tomorrow’s Mores: The International System Geopolitical Changes and Energy”, Clingendael International Energy Programme, 2005, (Çevrimiçi) http://www.clingendael.nl/publications/2006/20060117_clep_study_hoogeven_perlot.pdf, 11 Mart 2007.

IEA; “Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy”, May 2004, (Çevrimiçi) http://www.iea.org/Textbase/Papers/2004/High_Oil_Prices.pdf, 22 Ağustos 2008.

IEA; “Key World Energy Statistics 2008”, (Çevrimiçi) http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf, 28 Ağustos 2008.

IEA; “The IEA Natural Gas Security Study”, (Çevrimiçi) http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/1990/nat_gas1995.pdf, 18 Ağustos 2008.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA); “Estimation of Global Inventories of Radioactive Waste and Other Radioactive Materials”, (Çevrimiçi) http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1591_web.pdf, 12 Ağustos 2008.

IAEA, “Nuclear Power Plants Information”, (Çevrimiçi) <http://www.iaea.org/programmes/a2/>, 22 Ağustos 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC); “Climate Change 2007 Fourth Assessment Report Working Group I Report: The Physical Science Basis, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter1.pdf>, 11 Temmuz 2008.

IPCC; “Climate Change 2007 Fourth Assessment Report Working Group III Report: Mitigation of Climate Change”, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter4.pdf>, 12 Aralık 2007.

IPCC; “Climate Change 2007: Synthesis Report”, (Çevrimiçi) http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf, 10 Haziran 2008.

IPCC; “Climate Change 2001: Synthesis Report Summary For Policymakers”, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pub/un/syrenng/spm.pdf>, 30 Temmuz 2006.

IPCC; “Climate Change 2007 Synthesis Report: Summary For Policymakers”, (Çevrimiçi) http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr_syr_spm.pdf, 12 Mayıs 2008.

IPCC; “Climate Change 2007: Working Group I Report: The Physical Science Basis: Technical Summary”, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts.pdf>, 15 Haziran 2008.

IPCC; “Working Group II Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Technical Summary”, (Çevrimiçi) <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts.pdf>, 11 Haziran 2008.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF); “World Economic Outlook 2006: Globalization and Inflation”, (Çevrimiçi) <http://imf.org/external/pubs/ft/weo/2006/01/pdf/weo0406.pdf>, 12 Ağustos 2008.

IMF; “World Economic Outlook 2008:Housing and Business Cycle”, (Çevrimiçi) [http://www.imf.org/ external/ pubs/ ft/weo/ 2008/01/pdf/text.pdf](http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2008/01/pdf/text.pdf), 11 Temmuz 2008.

MAKHIJANI, Arjun; Lois CHALMERS; Brice SMITH; “ Uranium Enrichment:Just Plain Facts to Fuel an Informed Debate on Nuclear Proliferation and Nuclear Power”, Insitute for Energy and Environmental Research, 2004, (Çevrimiçi) <http://www.ieer.org/reports/uranium/enrichment/pdf>, 22 Ağustos 2008.

MADDISON, Angus; “World Population, GDP and Per Capita GDP 1-2003 AD”, (Çevrimiçi) <http://www.ggd.net/maddison>, 13 Haziran 2008.

MARCEL, Valerie; “Investment in Middle East Oil:Who needs whom?”, Chatham House, February 2006, (Çevrimiçi) [http://www.chathamhouse.org.uk/ files/3304_ vmfeb06.pdf](http://www.chathamhouse.org.uk/files/3304_vmfeb06.pdf), 23 Nisan 2008.

MARLAND, Greg; Tom BODEN; Robert J. ANDRES; “Global, Regional and National Fossil Fuel CO₂ Emissions”, Carbondioxide Information Analysis Center (Çevrimiçi) [http://cdiac.ornl.gov/ trends/emis/overview.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/overview.html)., 11 Temmuz 2008.

MASSCHUSETTS TECHNOLOGY COLLABORATIVE RENEWABLE ENERGY TRUST; “What are emissions?”, (Çevrimiçi) [http// www. masstech. org/cleanenergy/ important/ envemissions.htm](http://www.masstech.org/cleanenergy/important/envemissions.htm), 21 Ağustos 2001.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT); “The Future of Nuclear Power:An Interdisciplinary MIT Study”, (Çevrimiçi) [http// web. mit.edu/nuclearpower](http://web.mit.edu/nuclearpower), 5 Mayıs 2008.

MCKINSEY INSTITUTE; “The Carbon Productivity Challenge”, (Çevrimiçi) [http//www.mckinsey.com/mgi/reports/pds/Carbon_Productivity/MGI_carbonproductivity_full_report.pdf](http://www.mckinsey.com/mgi/reports/pds/Carbon_Productivity/MGI_carbonproductivity_full_report.pdf), 1 Ağustos 2008.

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND FORESTRY OF THE REPUBLIC OF TURKEY; “First National Communication of Turkey on Climate Change”, (Çevrimiçi) <http://unfccc.int/resource/docs/natc/turnc1.pdf>, 12 Ağustos 2008.

MITCHELL, John V.; “A New Era for Oil Prices”, Chatham House, August 2006, (Çevrimiçi) <http://www.chathamhouse.org.uk/research/eedp/papers/view/-/id/380/>, 12 Ağustos 2008.

NASA; “Worldbook@NASA”, (Çevrimiçi) http://www.nasa.gov/worldbook/rocket_worldbook.html, 5 Aralık 2007.

NATIONAL ENERGY BOARD; “Canada’s Oil Sands: Opportunities and Challenges to 2015: An Update”, (Çevrimiçi) <http://www.neb.gc.ca/clf-njl/rnrgynfmtn/nrgyrprt/Isnd/Isnd.eng.html>, 25 Ağustos 2008.

NATURALGAS.ORG; “The Transportation of Natural Gas”, (Çevrimiçi) <http://www.naturalgas.org/naturalgas/transport.asp>, 07 Mayıs 2008.

NORDHAUS, William; “Life After Kyoto: Alternatives Approaches to Global Warming Policies”, (Çevrimiçi) http://nordhaus.econ.yale.edu/Kyoto_long_2005.pdf, 12 Ağustos 2008.

ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES (OPEC) “OPEC Annual Statistical Bulletin 2007”, (Çevrimiçi) <http://www.opec.org/library/Annual%20Statistical%20Bulletin/pdf/ASB2007.pdf>, 22 Ağustos 2008.

OPEC; “Who Gets What From Imported Oil?”, (Çevrimiçi) <http://www.opec.org/library/Special%20Publications/pdf/WGW2008.pdf>, 22 Ağustos 2008.

OPEC; “World Oil Outlook 2008”, (Çevrimiçi) <http://www.opec.org/library/World%20Oil%20Outlook/pdf/WOO2008.pdf>, 20 Ağustos 2008.

PAMİR, A.Necdet; “Kafkaslar ve Hazar Havzasındaki Ülkelerin Enerji Kaynaklarının Türkiye’nin Enerji Güvenliğine Etkileri”, (Çevrimiçi) <http://www.asam.org/analizler/kafkasya1Mart2006.pdf>, 27 Nisan 2006.

PETROL İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ; “Türk Petrol ve Petrol Ürünleri Hareketleri”, (Çevrimiçi) <http://www.pigm.gov.tr/istatistikler/WEB%20TABLO44-R.xls>, 5 Eylül 2008.

PETROL MÜHENDİSLERİ ODASI; “Petrol Nedir?”, (Çevrimiçi) <http://www.pmo.org.tr/>, 23.12.2005.

REPOWER; “RePower 5M”, (Çevrimiçi) <http://www.repower.de/index.php?id=237&L=1>, 11 Mart 2008.

ROINE, Kjetil; Endre TVINNEREIM; Henrik HASSELKNIPPE; “Carbon 2008-Post 2020 is Now”, (Çevrimiçi) http://www.pointcarbon.com/polopoly_fs/1.912721!Carbon_2008_dfgt.pdf, 10 Ağustos 2008.

RWE; “World Energy Report 2005:Determinants of Energy Prices”, (Çevrimiçi) <http://www.rwe.com/generator.aspx/property=Data/id=266754/worldenergyreport.2005.pdf>, 4 Şubat 2006.

RWE POWER; “Power Perspectives:2005 Innovations to Prevent Climate Change in Fossil-Fueled Power Plant Engineering”, (Çevrimiçi) <http://www.rwe.com/generator.aspx/konzern/fue/property=Data/id=340356/power-perspektvien-english.pdf>, 11 Aralık 2007.

SOLAR PACES; “Concentrated Solar Thermal Power Now”, (Çevrimiçi) http://www.solarpaces.org/Library/CSP_Documents/Concentrated-Solar-Thermal-Power-Plants-2005.pdf, 2 Eylül 2008, p.13.

STERN, Nicholas;“Stern Review:The Economics of Climate Change”, (Çevrimiçi) [http // www.hm-treasury.gov.uk/independent_ reviews/ stern_ review_ economics_ climate_ change/stern_review_Report.cfm.](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_Report.cfm), 12 Mayıs 2008.

TAPIO, Peter vd; “Energy and Transport in Comparison:Immaterialisation Dematerialisation and Decarbonisation in the EU15 between 1970 and 2000”, Energy Policy, 23.01.2006, (Çevrimiçi) [http//www.elsevier.com/locate/enpol](http://www.elsevier.com/locate/enpol), 11Şubat 2007.

TEİAŞ-APK DAİRE BAŞKANLIĞI;“Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2008-2017”, (Çevrimiçi) [http//www.epdk.org.tr/ yayin_rapor/ elektrik/ yayin/ uretimKapasite Projeksiyonu2008_2017.pdf](http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor_elektrik/yayin/uretimKapasiteProjeksiyonu2008_2017.pdf), 3 Eylül 2008.

THE COMING GLOBAL OIL CRISIS; “ M.King Hubbert”, (Çevrimiçi) [http//www.oilcrises.com/hubbert](http://www.oilcrises.com/hubbert), 12 Ağustos 2008. The Coming Global Oil Crisis, “ M.King Hubbert”, (Çevrimiçi) [http//www.oilcrises.com/hubbert](http://www.oilcrises.com/hubbert), 12 Ağustos 2008.

THE INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT-THE WORLD BANK; “2005 International Comparison Program”, (Çevrimiçi) [http// siteresources. worldbank. org/ ICPINT/ Resources/ ICP_ final_ results.pdf](http://siteresources.worldbank.org/ICPINT/Resources/ICP_final_results.pdf), 12 Temmuz 2008.

THE SPACE REVIEW; “Saturn’s Fury Effects of a Saturn 5 Launch Pad Explosion”, (Çevrimiçi) [http//www.thespacereview.com/article/591/1](http://www.thespacereview.com/article/591/1), 5 Aralık 2007.

THE USA NAVY; “United States Navy Fact File Aircraft Carriers”, (Çevrimiçi) [http//www.navy.mil/ navydata/index.php?id=871&secid=75](http://www.navy.mil/navydata/index.php?id=871&secid=75), 4 Mart 2008.

THE UX CONSULTING COMPANY; “World Enrichment Nameplate Capacity”, (Çevrimiçi) [http//www.uxc.com/fuelcycle/enrichment/capacity-enrichment.html](http://www.uxc.com/fuelcycle/enrichment/capacity-enrichment.html), 24 Ağustos 2008.

THE WHITE HOUSE;“Fact Sheet:Taking Additional Action to Confront Climate Change”, (Çevrimiçi) [http// www.whitehouse.gov/infocus/environment](http://www.whitehouse.gov/infocus/environment), 25 Temmuz 2008.

THE WHITE HOUSE; “The Bush Administration’s Action Plan on Climate Change”, (Çevrimiçi) [http//www.whitehouse.gov/news/releases/2005/05/20050518-4.html](http://www.whitehouse.gov/news/releases/2005/05/20050518-4.html), 13 Ağustos 2008.

TURKISH STATISTICAL INSTITUTE; “Statistical Indicators 1923-2004”, (Çevrimiçi) [http // www.die.gov.tr/ENGLISH/kit_ing_1.pdf](http://www.die.gov.tr/ENGLISH/kit_ing_1.pdf),12 Haziran 2008.

TÜİK; “Dış Ticaret İstatistikleri”, (Çevrimiçi) [http//www.tuik.gov.tr/Veribilgi.do?tb_id=12&ust_id=4](http://www.tuik.gov.tr/Veribilgi.do?tb_id=12&ust_id=4), 6 Eylül 2008’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

TÜBİTAK VİZYON 2023 TEKNOLOJİ ÖNGÖRÜSÜ PROJESİ; “Enerji ve Tabii Kaynaklar Paneli Rapor Ekleri”, (Çevrimiçi) [http//www.tubitak.gov.tr/ tubitak_content_files/vizyon2023/edk/ekler.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/edk/ekler.pdf), 2 Eylül 2008.

TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİSİ BİRLİĞİ (TÜREB); “Rüzgar Enerjisi Sektörü Raporu”, (Çevrimiçi) [http//www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/guncel/Rapor-01-09-2008.pdf](http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/guncel/Rapor-01-09-2008.pdf), 3 Eylül 2008.

UMBACH, Frank; “Europe’s Next Cold War:The European Union Needs A Plan To Secure Its Energy Supply”, Internationale Politik:Global Issues, Summer 2006, (Çevrimiçi) [http//www.dgap.org/midcom-serve](http://www.dgap.org/midcom-serve), 2 Şubat 2008.

UNFCCC; “Emissions Trading”, (Çevrimiçi) [http// unfccc.int/ kyoto_ protocol/ mechanisms/ emissions_trading/items/2731.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php), 10 Ağustos 2008.

UNFCCC; “Kyoto Protocol”, (Çevrimiçi) [http // unfccc. int/ kyoto_ protocol/ items/ 2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php), 11 Haziran 2008.

UNFCCC, “Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change”, (Çevrimiçi) [http// unfccc.int/ resource/ docs/convkp/kpeng.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf), 13 Ağustos 2008.

UNFCCC; “Land Use, Land Use Change and Forestry”, (Çevrimiçi) [http// unfccc.int/ methods _ and _ science/ lulucf/ items/4122.php](http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/4122.php), 11 Ağustos 2008.

UNFCCC;, “National Greenhouse Gas Inventory Data For The Period 1990-2005”, (Çevrimiçi) [http//unfccc.int/resource/docs/2007/sbi/eng/30.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbi/eng/30.pdf), 10 Haziran 2008.

UNFCCC; “Report of the Conference of the Parties on Its Seventh Session, Held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001, (Çevrimiçi) [http // unfccc.int/ resource/ docs/cop7/13a04.pdf#page=5](http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a04.pdf#page=5), 11 Ağustos 2008, p.5.

UNFCCC; “ Status of Ratification”, (Çevrimiçi) [http// unfccc. int/ kyoto_ protocol/ status_of _ ratification/ items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php), 10 Ağustos 2008.

UNFCCC; “The Mechanism Under The Kyoto Protocol: Emissions Trading, The Clean Development Mechanism and Joint Implementation, (Çevrimiçi) [http:// unfccc. int/ kyoto_ protocol/ mechanisms/ items/1673.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php), 15 Ağustos 2008.

UNFCCC; “United Nations Framework Convention on Climate Change”, (Çevrimiçi) [http//unfccc.int/ resource/docs/convkp/conveng.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf), 21 Temmuz 2008.

UNFCCC; “United Nations Framework Convention on Climate Change-The Text of Convention”, (Çevrimiçi) [http//unfccc.int/ essential _ background/ convention/ background/ items/2853.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/2853.php), 21 Temmuz 2008.

UNITED NATIONS; “World Population Prospect. The 2006 Revision”, (Çevrimiçi) [http//data.un.org/ Data _ aspx? q=population+datamart% 5bPopDiv/ 5&d= DN&f = variableID%3a12](http://data.un.org/Data.aspx?q=population+datamart%5bPopDiv/5&d=DN&f=variableID%3a12), 3 Eylül 2008

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP); “Human Development Report 2007/2008:Fighting Climate Change Human Solidarity in a Divided World”, (Çevrimiçi) [http// hdr. undp. org/ en/ media/ hdr_ 20072008 _en_ complete.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf),12 Haziran 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP); “Climate Change Information Kit”, (Çevrimiçi) [http//unfccc.int/files/ essential_ background/ application/ pdf/ infokit_ 02_ pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/application/pdf/infokit_02_pdf), 30 Temmuz 2006.

UNDP; “Human Development Report 2007/2008:Fighting Climate Change Human Solidarity in a Divided World”, (Çevrimiçi) [http// hdr.org/ en/media/hdr_20072008_en_ complete.pdf](http://hdr.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf), 11 Temmuz 2008.

US CENSUS BUREAU; “Foreign Trade Statistics-US Imports of Crude Oil”, (Çevrimiçi) [http//www.census.gov/foreign-trade/statistics/historical/petr.pdf](http://www.census.gov/foreign-trade/statistics/historical/petr.pdf). 15 Ağustos 2008.

US DEPARTMENT OF ENERGY (DOE); “Analysis of the Total System Life Cycle Cost of the Civilian Radioactive Waste Management Program”, (Çevrimiçi) [http// www.ocr.wm.doe.gov/about/budget/pdf/TSLCC_2007_8_05_08.pfd](http://www.ocr.wm.doe.gov/about/budget/pdf/TSLCC_2007_8_05_08.pfd), 15 Ağustos 2008.

US DEPARTMENT OF ENERGY (DOE); “The History of Nuclear Power”, (Çevrimiçi) [http//www.ne.doe.gov/ pdfFiles/History.pdf](http://www.ne.doe.gov/pdfFiles/History.pdf), 21 Ağustos 2008.

US ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (EPA); “Natural Gas: Electricity from Natural Gas”, (Çevrimiçi) [http//www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html](http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html), 13 Ağustos 2008.

US NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY; “Concentrating Solar Power”, (Çevrimiçi) [http// www.nrel.gov/learning/re_csp.html](http://www.nrel.gov/learning/re_csp.html), 2 Eylül 2008.

VESTAS; “Our Contribution”, (Çevrimiçi) <http://www.vestas.com/en/modern-energy/a-global-challenge/our-contribution.aspx>. 2 Eylül 2008.

VESTAS; “V90-3.0 MW:An Efficient Way to More Power”, (Çevrimiçi) <http://www.vestas.com/en/wind-power-solutions/wind-turbines/3.0-MW.aspx>.,8 Mart 2008.

VICTOR, David G.;“Climate Change: Debating America’s Policy Options”, Council on Foreign Relations, (Çevrimiçi) http://www.cfr.org/content/publications/attachments/climate_change.pdf,10 Mart 2007.

WALDAU, Arnulf Jager; “ PV Status Report 2007”, (Çevrimiçi) [http:// sunbird. jrc. it/ refsys/ pdf/ PV_StatusReport_2007.pdf](http://sunbird.jrc.it/refsys/pdf/PV_StatusReport_2007.pdf), 2 Eylül 2008.

WARA, Michael; “Measuring the Clean Development Mechanism Performance and Potential”, (Çevrimiçi) http://iis-db.stanford.edu/pubs/21211/Wara_CDM.pdf, 12 Ağustos 2008.

WEBSTER, S; “Nuclear Safety and the Environment:Fifth Situation Report:Radioactive Waste Management in the Enlarged EU”, February 2003, 15 Ağustos 2008.

WHITE, William;“ Economic History of Tractors in the United States”, EH. Net Encyclopedia, Ed by. Robert Whaples, March 26 2008, (Çevrimiçi) <http://eh.net/encyclopedia/article/whitetractors.history.us>, 22 Ağustos 2008.

WORLD BANK; “ Turkey Country Economic Memorandum”(Çevrimiçi) http://siteresources.worldbank.org/INTTURKEY/Resources/361616-11412_90_31_14_20/CEM2006_v2_Main.pdf.,23 Nisan 2006.

WORLD COAL INSTITUTE; “Coal Facts 2007”, (Çevrimiçi) <http://www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?ID=188>, 7 Mayıs 2008.

WORLD COAL INSTITUTE; “Coal Transportation”, (Çevrimiçi) [http// www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?PageID=93](http://www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?PageID=93), 7 Mayıs 2008.

WORLD COAL INSTITUTE; “The Coal Resource:A Comprehensive Overview of Coal”, (Çevrimiçi) [http// www.worldcoal.org/assets_cm/files/PDF/thecoalresource.pdf](http://www.worldcoal.org/assets_cm/files/PDF/thecoalresource.pdf), 12 Ağustos 2008.

WORLD COMMISSION ON DAMS; “Dams and Development:A New Framework for Decision Making”, (Çevrimiçi) [http//www.dams.org/docs/report/wcdreport.pdf](http://www.dams.org/docs/report/wcdreport.pdf), 2 Eylül 2008.

WORLD ENERGY COUNCIL; “ The Role of Nuclear Power in Europe”, January 2007, (Çevrimiçi) [http// www.worldenergy.org/documents/wec_nuclear_full_report.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/wec_nuclear_full_report.pdf), 23 Temmuz 2008.

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (WNA); “ Military Warheads As a Source of Nuclear Fuel”, (Çevrimiçi) [http//www.nuclear-org/info/inf13.html](http://www.nuclear-org/info/inf13.html), 22 Ağustos 2008.

WNA, “Nuclear Power Reactors”, (Çevrimiçi) [http//www.world-nuclear.org/info/inf32.html](http://www.world-nuclear.org/info/inf32.html), 25 Ağustos 2008.

WNA; “Supply of Uranium”, (Çevrimiçi) [http//www.world-nuclear.org/info/in/75.html](http://www.world-nuclear.org/info/in/75.html), 22 Ağustos 2008.

WNA, “World Nuclear Power Reactors 2007-08”, (Çevrimiçi) [http//www.world-nuclear.org/info/reactors.html](http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html), 22 Ağustos 2008.

WORLD RESOURCE INSTITUTE; “Earth Trends:The Environmental Information Portal”, (Çevrimiçi) [http//earthtrends.wri.org](http://earthtrends.wri.org), 10 Temmuz 2008.

WORLD WILD WIFE (WWF); “Dirty Thirty: Ranking of the Most Polluting Power Stations in Europe”, (Çevrimiçi) [http //assets.panda.org/ downloads/ european _ dirty_ may_2007.pdf](http://assets.panda.org/downloads/european_dirty_may_2007.pdf), 11 Ağusto 2008.

YERGIN, Daniel; “ Oil Has Reached a Turning Point”, Cambridge Energy Research Association, May 2008, (Çevrimiçi) [http//www.cera.com/aspx/ cda public1/ news/ articles/ newsArticleDetails. asp?CID=9511](http://www.cera.com/aspx/cda_public1/news/articles/newsArticleDetails.aspx?CID=9511), 21 Ağustos 2008.

YILDIRIM, Sevil; “Dünyada ve Türkiye’de Petrol”, DTM Ekonomik Araştırmalar ve Değerlendirmeler Genel Müdürlüğü, 2003, (Çevrimiçi) [http//www.dtm.gov.tr/ ead/ticaret/ ticaret. htm](http://www.dtm.gov.tr/ead/ticaret/ticaret.htm). 5 Aralık 2006.

YOSHIHIDE, Soeya; “Implications of Russia’s Ratification of Kyoto Protocol”, (Çevrimiçi) [http//www.rieti.go.jp/en/papers/research-review/010.html](http://www.rieti.go.jp/en/papers/research-review/010.html), 14 Ağustos 2008.

ZARARSIZ, Sema; “Uranyum”, TAEK, Ekim2005, (Çevrimiçi) [http// www. taek. gov.tr/ bilgi/pdf/uranyum. pdf.](http://www.taek.gov.tr/bilgi/pdf/uranyum.pdf), 5 Ocak 2006.